



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO

“Pruebas de laboratorio en el diagnóstico de anemias en niños preescolares y escolares”.

Trabajo de Titulación para optar al título de Licenciado en Laboratorio Clínica e Histopatológico

Autores:

Almachi Chuquilla Ricardo Alonso

Mullo Anilema Georgina Noemi

Tutor:

Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores

Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHO DE AUTORÍA

Nosotros, **Ricardo Alonso Almachi Chuquilla**, con cédula de ciudadanía **0503237778** y **Georgina Noemi Mullo Anilema**, con cédula de ciudadanía **0605842467**, autores del trabajo de investigación titulado: **“Pruebas de laboratorio en el diagnostico de anemias en niños preescolares y escolares”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas, son de nuestra 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 autores de la obra referida será de nuestra entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 27 de octubre del 2023



Ricardo Alonso Almachi Chuquilla

C.I.: 0503237778



Georgina Noemi Mullo Anilema

C.I.: 0605842467

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de investigación “**Pruebas de laboratorio en el diagnostico de anemias en niños preescolares y escolares**”, presentado por **Ricardo Alonso Almachi Chuquilla**, con cedula de identidad número **0503237778** y **Georgina Noemi Mullo Anilema**, con cedula de identidad número **0605842467**, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACION de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de sus autores; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a 27 de octubre del 2023.

Mgs. Mercedes Balladares Saltos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Yisela Ramos Campi
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Félix Falconí Ontaneda
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Ximena del Rocío Robalino
TUTORA



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Pruebas de laboratorio en el diagnóstico de anemias en niños preescolares y escolares**”, presentado por **Ricardo Alonso Almachi Chuquilla**, con cédula de identidad número **0503237778** y **Georgina Noemi Mullo Anilema**, con cédula de identidad número **0605842467**, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchado la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a 27 de octubre del 2023.

Mgs. Mercedes Balladares Saltos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Yisela Ramos Campi
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Félix Falconí Ontaneda
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



CERTIFICADO ANTIPLAGIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
Ext. 1133

Riobamba 25 de octubre del 2023
Oficio N°127-2023-2S-URKUND-CID-2023

MSc. Ximena Robalino Flores
DIRECTOR CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por la **MSc. Ximena Robalino Flores**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N° 0231-D-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	0231-D-FCS-23-03-2023	Pruebas de laboratorio en el diagnóstico de anemia en niños preescolares y escolares	Almachi Chuquilla Ricardo Alonso Mullo Anilema Georgina Noemi	1	x	

Atentamente,



FRANCISCO JAVIER
USTÁRIZ FAJARDO

PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Delegado URKUND de la FCS / UNACH
C/e Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico a Dios, quien con su bendición me ha dado fortaleza para surgir todas las adversidades y cumplir mis propósitos. A mi familia, en especial a mi madre Bertha Almachi y a mi hermana Gabriela Almachi que con su apoyo incondicional me han sabido guiar para lograr mi gran objetivo, a mis tíos que con sus consejos han sido motivo de mi inspiración y también a mis amigos que creyeron en lo que hacía y consideraron mis sueños como parte de sus propios intereses. A todos los que me dedicaron tiempo y energía, ayudándome de muchas formas diferentes. Gracias por las palabras de aliento que me brindaron cuando quería desfallecer.

Ricardo Alonso Almachi Chuquilla

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar a esta etapa de mi vida profesional, dándome sabiduría, inspiración, fortaleza y salud. Agradezco de manera especial a mis padres José Mullo y María Anilema por haberme apoyado incondicionalmente en todo momento. Reconozco y valoro enormemente los sacrificios que han hecho por mí y mis hermanos, siempre alentándonos a alcanzar nuestras metas y sueños. A mis queridos hermanos Erick y Juan les agradezco por su constante compañía, alegría y admiración. Su apoyo inquebrantable ha sido una fuente de inspiración para seguir adelante.

Georgina Noemi Mullo Anilema

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme la fortaleza para seguir adelante en los momentos más difíciles y darme la sabiduría necesaria para poder llegar hasta aquí. A mi madre y a mi hermana por ser mi apoyo incondicional en este trayecto de mi vida, por estar pendiente de mí corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos, por cada semana que me despedía con una lágrima y me recibía con una sonrisa y a toda mi familia en general por ser el pilar fundamental para seguir adelante en la realización de este logro, por sus infinitos sacrificios, su amor, su dedicación y su paciencia que supieron guiarme para lograr este gran objetivo. A cada uno de los Docentes que formaron parte de mi vida Universitaria, que con paciencia compartieron y transmitieron sus conocimientos. Así también a la Mgs. Ximena Robalino por brindarnos la orientación, guía, apoyo, enseñanza y sus conocimientos depositados en nosotras hemos logrado el desarrollo de la presente investigación.

Ricardo Alonso Almachi Chuquilla

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios quien me dio fortaleza, vida y sabiduría para seguir adelante y sobre todo para terminar la universidad. A mi familia por su comprensión, apoyo a lo largo de mis estudios. Mi sincero agradecimiento a mi tutora de tesis, Mgs. Ximena Robalino por sus conocimientos, sus orientaciones, su persistencia y su motivación, han sido fundamentales para el desarrollo del trabajo investigativo. A todas y cada una de las personas que estuvieron para mí en esta etapa, dándome aliento, fuerzas y ánimo para continuar con mis estudios.

Georgina Noemi Mullo Anilema

ÍNDICE DE CONTENIDO

DERECHO DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
OBJETIVOS	18
General.....	18
Específicos	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	19
ANEMIA	19
FACTORES ASOCIADOS A LA ANEMIA	19
DIETA DIVERSIFICADA Y MODIFICACIONES ALIMENTARIAS EN EL HOGAR	20
GERMINACIÓN	21
FERMENTACIÓN	21
PRÁCTICA DE LA LACTANCIA MATERNA.....	22
SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA MADRE/CUIDADORA	22
CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS	23
Edad y sexo	23
Tamaño de la familia	23
Nivel educativo de la madre	23
Salud medioambiental y saneamiento.....	24
Estado de morbilidad	24
Inseguridad alimentaria en el hogar	24
Vacunación	25
Antecedentes prenatales de ingesta de folato de hierro por parte de las madres	25
Altitud y tabaquismo.....	26

EFFECTOS DE LA ANEMIA.....	26
SÍNTESIS DE LOS FACTORES ASOCIADOS A LA ANEMIA	27
CAUSAS DE LA ANEMIA	27
TIPOS DE ANEMIA EN LOS NIÑOS.....	28
SÍNTOMAS DE LA ANEMIA	28
TRATAMIENTO DE LA ANEMIA.....	29
DIAGNÓSTICO DE ANEMIA.....	30
HISTORIAL MÉDICO Y FAMILIAR.....	30
EXAMEN FÍSICO.....	31
PRUEBAS DIAGNÓSTICAS Y PROCEDIMIENTOS	31
Recuento sanguíneo completo	31
Hemoglobina (Hb)	32
Determinación de hematocrito.....	32
Eritrocitos.....	33
Recuento de eritrocitos	33
Índices eritrocitarios.....	34
MORFOLOGÍA ERITROCITARIA (MGR).....	35
RETICULOCITOS	36
OTRAS PRUEBAS Y PROCEDIMIENTOS	38
PRUEBAS HORMONALES	39
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	42
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	42
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	42
TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	43
POBLACIÓN DE ESTUDIO Y TAMAÑO DE MUESTRA	43
MÉTODOS DE ANÁLISIS, Y PROCESAMIENTO DE DATOS	44
Realización actividades.....	44
Investigaciones hematológicas.....	45
Análisis estadístico.....	46
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
PRUEBAS DE LABORATORIO QUE AYUDAN AL DIAGNÓSTICO DE ANEMIA EN NIÑOS PREESCOLARES Y ESCOLARES.	46
GRUPO OBJETIVO	50
Factores asociados a anemia en niños en edad preescolar y escolar.....	50

Resultados obtenidos de pruebas de laboratorio en anemia en niños preescolares y escolares...	54
GRUPO DE ESTUDIO.....	57
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
CONCLUSIONES.....	63
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Índices hematológicos principales	32
Tabla 2. Causas de trombopenia y trombocitos	36
Tabla 3. Recuento de plaquetas con valores de referencia	37
Tabla 4. Situación socioeconómica de los hogares.....	50
Tabla 5. Parámetros de hierro en sangre de la muestra de referencia.....	46
Tabla 6. Parámetros de hierro en sangre de la muestra de referencia en relación con el lugar de origen	48
Tabla 7. Características generales del grupo destinatario (n=170).....	55
Tabla 8. Distribución de los niños por estado nutricional y gravedad de la anemia.....	57
Tabla 9. Parámetros de anemia sanguínea según la edad	58
Tabla 10. Características generales del grupo de estudio	60
Tabla 11. Factores que probablemente se correlacionaron con la prevalencia de la anemia.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Marco conceptual de la anemia y factores asociados	27
--	----

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio de investigación fue investigar las pruebas de laboratorio y Factores asociados a la anemia en niños preescolares y escolares. El tema surge de Estadísticas nacionales que muestran que la tasa de prevalencia de anemia es alta en Esmeraldas (61,55%), 48,9% en Manabí y 42,2% en Sucumbíos. Además, la tasa de prevalencia es los más bajos se registraron en Pichincha (16,9 por ciento), Guayas (12,9 por ciento) y Azuay (11,7 por ciento). En este sentido, la metodología utilizada fue la investigación exploratoria, descriptiva y correlacional, con un diseño cuantitativo y documental. Con base en estas premisas, los resultados muestran que para aproximadamente 50 niños sanos: rango SFe 35-140 ($\mu\text{g}/\text{dl}$), TIBC 245-400($\mu\text{g}/\text{dl}$), y TSR de 13 y 45%. TIBC de 271,1-366,1 ($\mu\text{g}/\text{dl}$) con ninguno de los niños alcanzando el máximo de 400. Los valores de SF oscilaron entre 15,5 y 21,1 ($\mu\text{g}/\text{dl}$). Finalmente, los niveles de hemoglobina estaban por encima del punto de corte de 11,0 g/dl. En el grupo objetivo, SFe y los valores de TSR de los 50 niños estaban todos por debajo de los puntos de corte, con TIBC elevado valores. El SF estaba por debajo de 9,2 ($\mu\text{g}/\text{l}$) de la recomendación de la OMS (2021) de más de 15($\mu\text{g}/\text{l}$). Por lo tanto, los 50 niños estaban anémicos; las edades propensas a la anemia son de 3 a 7 años en el nivel preescolar y escolar. Las pruebas de laboratorio que ayudan en el diagnóstico de la anemia en niños preescolares y escolares son hemoglobina, hematocrito, SF, TSR, TIBC y SFe.

Palabras clave: Anemia, factores asociados, escolares, preescolares, pruebas de laboratorio.

ABSTRACT

The main objective of this research study was to investigate the laboratory tests and factors associated with anemia in preschool and school children. The subject arises from national statistics which show that the prevalence rate of anemia is high in Esmeraldas (61.55%), 48.9% in Manabí, and 42.2% in Sucumbios. In addition, the prevalence rate is lowest in Pichincha (16.9 percent), Guayas (12.9 percent), and Azuay (11.7 percent). In this sense, the methodology used was exploratory, descriptive, and correlational research, with a quantitative and documentary design. Based on these premises, the results show that for approximately 50 healthy children: SFe range 35-140 ($\mu\text{g/dl}$), TIBC 245-400 ($\mu\text{g/dl}$), and TSR of 13 and 45%. TIBC of 271.1-366.1 ($\mu\text{g/dl}$) with none of the children reaching the maximum of 400. Values for SF ranged from 15.5-21.1 ($\mu\text{g/dl}$). Finally, hemoglobin levels were above the 11.0 g/dl cut-off point. In the target group, the SFe and TSR values of the 50 children were all below the cut-off points, with elevated TIBC values. The SF was below 9.2 ($\mu\text{g/l}$) of the WHO (2021) recommendation of above 15 ($\mu\text{g/l}$). Therefore, all 50 children were anemic; the ages prone to anemia are 3 to 7 years at the pre-school and school level. The laboratory tests that help in the diagnosis of anemia in preschool and school children are hemoglobin, hematocrit, SF, TSR, TIBC, and SFe.

Keywords: Anemia, associated factors, school children, preschoolers, laboratory tests.



MARCO ANTONIO
AQUINO SOLÍS

Reviewed by:
Mgs. Marco Antonio Aquino
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 1753456134

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La anemia en niños se considera un problema de salud pública en el Ecuador y en todo el mundo, se cree que la causa principal de la anemia, aunque no la única, es la deficiencia de hierro. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la anemia como una disminución en el nivel de hemoglobina, es decir dos desviaciones estándar por debajo de lo normal según la edad, sexo y ubicación geográfica⁽¹⁾. La anemia afecta principalmente a la habilidad que tiene la hemoglobina de trasladar oxígeno a los diferentes tejidos del cuerpo⁽²⁾.

Los países que poseen un mayor índice de afectación por la anemia en el mundo son: África con un 67,6% así también Asia Sudoriental con 65,5%, mientras tanto que en el Mediterráneo Oriental es de 46% y el 20% en las demás regiones como por ejemplo América, Europa y Pacífico Occidental. En el caso de América Latina y el Caribe, se estima que existen alrededor de 22,5 millones de menores que padecen de anemia, siendo los de edad preescolar los más vulnerables⁽³⁾. Alrededor del 43% de los menores de cinco años son anémicos en todo el mundo, en el Ecuador 7 de cada 10 menores de 1 año sufren de anemia por deficiencia de hierro. Estas cifras casi se duplican en poblaciones rurales⁽⁴⁾.

En Ecuador según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), en el año 2014 menciona que, en el país, la anemia era uno de los principales problemas de salud ya que se estimaba que el 90% de la población infantil la poseía, aproximadamente el 25% de los 2 preescolares menores de 5 años la padecía, tomando en cuenta que estos datos podrían variar dependiendo del sexo, las edades y ubicación geográfica. A nivel del territorio nacional, la población masculina menor de 5 años presentaba el mayor nivel de prevalencia siendo este un (11,90%), en comparación con la población femenina que contaba con un porcentaje menor siendo este de (7,30%)⁽⁵⁾.

Esta investigación se basa en la búsqueda de información sobre parámetros hematológicos que ayuden en el diagnóstico de anemia, el primer paso es la determinación de los niveles de hematocrito y de hemoglobina para detectar esta enfermedad. Como cada una de estas mediciones suministra información ligeramente diferente, es preferible que se realicen las dos, aunque una sola medición suele ser suficiente para determinar al menos la presencia y gravedad de la anemia.

Otros exámenes que se pueden realizar con frecuencia para el diagnóstico de anemia son: los índices eritrocitarios como el volumen corpuscular medio (VCM), la hemoglobina corpuscular

media (HCM), la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), así también la amplitud de distribución eritrocitaria (ADE) que es una medida de la variación del tamaño de los eritrocitos, el recuento de los reticulocitos, la morfología eritrocitaria mediante un extendido de sangre, el hierro sérico y la ferritina sérica, todos estos parámetros son importantes para dicho diagnóstico.

La anemia ha sido reconocida como uno de los principales problemas de salud a lo largo del tiempo en la Salud Pública, que afecta a una parte importante de la población mundial, independientemente de su edad, raza, religión y condición socioeconómica, entre los cuales los niños en edad preescolar son los más vulnerables. La anemia ocurre por una variedad de razones, que incluyen la ingesta inadecuada de alimentos, la pérdida excesiva de sangre y la crisis económica mundial, que continúa afectando las economías y los medios de subsistencia de los pueblos indígenas, afectando de manera desproporcionada a los pobres⁽⁶⁾⁽⁷⁾.

Se considera que la deficiencia de hierro es uno de los problemas más comunes en el mundo, ya que son situaciones que ponen en riesgo la salud y la vida de los seres humanos, teniendo en cuenta estas condiciones es de gran importancia diagnosticar la anemia⁽⁸⁾.

Los más afectados con esta enfermedad son los niños en edad preescolar, la anemia en países en vías de desarrollo es una de las enfermedades más comunes y aborda alrededor de un 26%, teniendo en cuenta que los primeros 2 años de vida son los más vulnerables, existe una variación de la prevalencia de anemia en ciertos países llegando incluso a un 44% siendo estos unos datos alarmantes para la salud comunitaria⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾.

En el capítulo I se encontrará la introducción, el planteamiento del problema, marco teórico y objetivos que se buscan conseguir de la revisión bibliográfica acerca de las pruebas de laboratorio y factores asociados a anemia en niños preescolares y escolares.

En el capítulo II se detallará la metodología utilizada en esta investigación en donde se da a conocer el tipo de estudio, la población, muestra, variables, métodos de estudio, técnicas y procedimientos, procesamiento estadístico y consideraciones éticas empleadas para el desarrollo de esta investigación.

En el capítulo III se describirán los resultados obtenidos de dicha investigación, finalmente serán las conclusiones de acuerdo con los objetivos, del mismo modo se añadirá la bibliografía y anexos que conlleva el proceso de investigación.

Objetivos

General

Investigar las pruebas de laboratorio y factores asociados a anemia en niños preescolares y escolares.

Específicos

- Destacar las pruebas de laboratorio que ayudan al diagnóstico de anemia en niños preescolares y escolares.
- Distinguir los factores asociados a anemia en niños en edad preescolar y escolar.
- Comparar los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio en anemia en niños preescolares y escolares.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Anemia

La anemia se define como una situación en la que hay una cantidad menor del nivel normal de hemoglobina (Hb) en el organismo, lo que disminuye la capacidad de transporte de oxígeno. La hemoglobina es una proteína de los glóbulos rojos que contiene hierro y transporta oxígeno de los pulmones a las células de todo el cuerpo⁽¹¹⁾. Así pues, la anemia puede diagnosticarse analizando la concentración de hemoglobina en sangre o midiendo la cantidad de glóbulos rojos en sangre total (hematocrito).

Las expresiones anemia y anemia ferropénica suelen utilizarse indistintamente. Sin embargo, existen formas de carencia de hierro de leves a moderadas en las que el huésped no está tan anémico, pero los tejidos son funcionalmente deficientes en hierro. Por otro lado, las definiciones de la OMS para la anemia difieren según la altitud, la raza y si el individuo fuma o no, la edad, el sexo y el estado de gestación de la siguiente manera: para niños de 6 a 59 meses de edad, nivel de Hb <11g/dL; niños de 5 a 11 años, Hb < 11,5 g/dL; adultos varones Hb < 13 g/dL; mujeres no embarazadas, Hb < 12g/dL; y mujeres embarazadas, Hb < 11g/dL. En este sentido, cuando el Hb < 7,0 g/dL es anemia grave, pero estos valores de corte deben corregirse en función de la altitud y el tabaquismo⁽¹²⁾.

Factores asociados a la anemia

Aunque el indicador más consistente de anemia a nivel poblacional es la concentración de hemoglobina en sangre, la medición de esta concentración por sí sola no determina la causa de la anemia. La anemia es el efecto de un amplio abanico de causas que pueden aislarse, aunque a menudo coexisten. En todo el mundo, el factor que más contribuye a la aparición de la anemia es la carencia de hierro y, por ello, la prevalencia de la anemia se ha utilizado a menudo como indicador indirecto⁽¹³⁾. En general, se supone que la mitad de los casos de anemia se deben a la carencia de hierro. Sin embargo, la base exacta de este cálculo y una definición clara de los supuestos utilizados para generarlo no son inequívocas. Pero la proporción puede variar entre grupos de población y en distintas zonas según las circunstancias locales.

Los principales factores de riesgo incluyen una baja ingesta de hierro, una mala absorción del hierro de dietas ricas en polifenoles o compuestos fenólicos, y un periodo de la vida en el que las necesidades de hierro son especialmente altas (es decir, el crecimiento y el embarazo). Entre otras

causas de anemia, pueden producirse grandes pérdidas de sangre, si hay menstruación, o las infecciones parasitarias pueden reducir las concentraciones de Hb en sangre⁽¹⁴⁾. Las infecciones agudas y crónicas, como la malaria, el cáncer, la tuberculosis y el VIH, también pueden reducir los niveles de Hb en sangre.

La presencia de otras carencias de micronutrientes, como las vitaminas A y B12, el folato, la riboflavina y el cobre, puede aumentar el riesgo de anemia. Además, en algunas poblaciones debe tenerse en cuenta el impacto de las hemoglobinopatías en la prevalencia de la anemia. Se han identificado muchas otras causas nutricionales y no nutricionales de anemia, incluida la deficiencia de otros micronutrientes (vitamina A y ácido fólico)⁽¹⁵⁾. Un estudio de cohortes realizado en Brasil entre niños de 2 a 12 años reveló que los factores asociados a la anemia eran: la carencia de hierro, las infecciones parasitarias o ser de baja talla/altura para la edad y una menor ingesta de retinol.

Los factores nutricionales, las infecciones parasitarias y la desnutrición crónica se identificaron como factores de riesgo de anemia. Sin embargo, el estudio en Brasil se realizó en una población con diferentes patrones dietéticos, configuración geográfica y características socioeconómicas. Otro estudio realizado en el Líbano entre lactantes hospitalizados mostró que, la incidencia de anemia estaba asociada a la lactancia materna exclusiva durante más de 6 meses: bajos ingresos familiares, residir en zonas rurales, aporte inadecuado de hierro materno, bajo nivel educativo materno y falta de aporte de hierro al lactante⁽¹⁶⁾.

Un estudio realizado en Kenia demostró que las características más asociadas a la anemia eran el paludismo, la carencia de hierro y la α -talasemia homocigótica. Las características de la infancia asociadas a la anemia grave en el análisis multivariable incluyen el paludismo, la inflamación no palúdica y el retraso del crecimiento. Un estudio comunitario realizado en Etiopía reveló que la prevalencia global de la anemia era del 43,7%. No consumir alimentos proteínicos, productos lácteos, calorías opcionales, bajos ingresos familiares e infecciones parasitarias intestinales eran factores predictivos⁽¹⁷⁾. Sin embargo, el estudio trató de abordar muchas variables; se realizó sólo en un entorno urbano y en niños en edad escolar, por lo que el resultado puede no ser similar para los niños menores de dos años.

Dieta diversificada y modificaciones alimentarias en el hogar

El hierro dietético está presente en los alimentos en dos formas principales: hierro hemo sólo en alimentos de origen animal (con cantidades elevadas en el hígado y la carne roja) y hierro no hemo tanto en alimentos de origen animal como vegetal, principalmente en estado férrico. El hierro hemo

y el hierro no hemo se absorben por mecanismos diferentes. El hierro hemo es transportado al enterocito por el receptor hemo, mientras que el hierro no hemo utiliza el transportador de metales divalentes (DMT1), lo que significa que el hierro férrico de la dieta (Fe^{3+}) debe reducirse a hierro ferroso (Fe^{2+}) antes de ser absorbido⁽¹⁸⁾.

La absorción de hierro hemo es mucho mayor que la de hierro no hemo: alrededor del 25% para el hierro hemo y menos del 10% para el hierro no hemo. La absorción del hierro también se ve influida por el contenido total de hierro en la dieta (un menor contenido de hierro aumenta la eficacia de la absorción) y por el estado fisiológico de la persona (las reservas bajas de hierro y el embarazo aumentan la eficacia de la absorción)⁽¹⁹⁾. Un estudio realizado en el noroeste de Etiopía, mostró que el 80,2% de los niños comía cereales, raíces y tubérculos. Estos alimentos son fuente de hierro no hemo con baja biodisponibilidad y con mayor contenido de polifenoles, fenoles y son propensos a la aflatoxina.

Germinación

La germinación es el proceso de remojar legumbres y cereales en agua durante 24 horas y dejar que germinen o broten. En estos procesos, parte del almidón de los cereales se degrada en azúcares, se mejora la calidad y digestibilidad de las proteínas, se aumenta el contenido de riboflavina, niacina y vitamina C, y se reduce el de antinutrientes como los fitatos⁽²⁰⁾. Esto es de especial importancia para los niños con desnutrición moderada, ya que permite añadir más cereales o legumbres, aumentando así la densidad energética y de nutrientes.

Fermentación

Es el proceso por el cual la iniciación espontánea por los microorganismos presentes en los alimentos a nivel doméstico tradicionalmente desde hace mucho tiempo en los seres humanos experimenta por la cuestión de la perseveración, sabor y olor. La fermentación de los cereales y de los productos de origen animal la realizan principalmente las bacterias. Los mohos (hongos multicelulares) se utilizan para procesar quesos y legumbres, mientras que las levaduras (hongos unicelulares) se emplean principalmente en la fermentación de panes. La fermentación mejora la digestibilidad de las proteínas, el contenido de ciertas vitaminas del grupo B (tiamina, riboflavina y niacina) y la degradación del fitatos a fosfatos de inositol más bajos mediante enzimas fitasa microbianas y por activación de los fitatos endógenos⁽²¹⁾. Del mismo modo, la biodisponibilidad del hierro y otros minerales aumenta al reducir el contenido de fitatos y disminuir el pH, ya que se sabe que el hierro se absorbe en medios ácidos.

Práctica de la lactancia materna

El hierro dietético procedente de alimentos de origen animal contribuye poco a la ingesta total de hierro (Fe) entre los lactantes y los niños pequeños. Por ello, los niños que no consumen alimentos ricos en hierro tienen más probabilidades de padecer anemia⁽²²⁾. Un estudio realizado en zonas rurales de China reveló que los niños alimentados exclusivamente con leche materna durante más de 6 meses presentaban concentraciones de Hb más bajas y mayor prevalencia de anemia que los niños no alimentados con leche materna, y que los niños que habían sido alimentados alguna vez con leche artificial presentaban concentraciones de Hb significativamente más altas y menor prevalencia de anemia que los niños no alimentados con leche artificial.

Los resultados sugieren la importancia de la suplementación con hierro o el enriquecimiento casero durante la lactancia en el periodo de alimentación complementaria. Aunque tiene una justificación similar a la de la OMS, en lo que respecta a la lactancia materna exclusiva durante seis meses, mostró una asociación contradictoria de la mejora del nivel de Hb de los niños alimentados alguna vez con leche artificial⁽²³⁾. Además, la inseguridad alimentaria en el hogar y el nivel socioeconómico de la familia pueden hacer que varíe según la población.

Situación socioeconómica de la madre/cuidadora

En los lactantes, las tasas de prevalencia de anemia dependen en gran medida del nivel socioeconómico de la familia. Un estudio realizado en la India muestra que, tanto en los grupos graves como en los moderados, los niños de hogares con un nivel de vida bajo y medio tenían más probabilidades de padecer anemia en comparación con los de nivel de vida alto⁽²⁴⁾. Pero el estudio no tuvo en cuenta la práctica de la lactancia materna, la morbilidad y el estado de vacunación, ni el saneamiento ambiental.

Un estudio realizado en Yemen reveló que los niños de familias con bajos ingresos mensuales tenían probabilidades significativamente mayores de padecer anemia, que los de familias con ingresos mensuales más elevados. Asimismo, se observó una asociación significativa de la anemia con el sexo y la edad de los niños, los padres con bajo nivel educativo, los hijos de madres con bajo nivel educativo y las infecciones parasitarias intestinales⁽²⁵⁾. Sin embargo, el estudio intentó captar más variables para predecir la anemia, el tamaño de la muestra era pequeño para generalizar el resultado y también carecía de datos dietéticos.

Características sociodemográficas

Edad y sexo

Dado que las necesidades de hierro sin crecimiento serían iguales a las pérdidas basales de hierro (0,15 mg/día), el crecimiento infantil multiplica por 5 las necesidades de hierro hasta aproximadamente 0,75 mg/día. Un estudio realizado en Bangladesh muestra que la edad de los niños es un factor significativo de la anemia infantil y que los niños de 2 a 12 años corren más riesgo de padecer anemia que los de 13 a 24 años⁽²⁶⁾. Aunque el estudio procedía de muestras de gran tamaño, los países de África Occidental se diferenciaban por su gran prevalencia de anemia en el mundo y sus hábitos alimentarios. Además, el estudio no pudo justificar la razón de la prevalencia de anemia relacionada con el sexo.

Un estudio realizado en el norte de Etiopía revela que los niños de 2 a 12 años eran los grupos de edad más afectados, con una prevalencia de la anemia del 53,2%, casi tres veces superior a la de los niños de 13 años. Los niños con edades comprendidas entre los 2 y los 12 años, con un peso inferior al normal y procedentes de hogares con ingresos anuales inferiores. Sin embargo, en otro estudio realizado en el noreste de Etiopía entre niños de 6 a 23 meses se identificó una prevalencia de anemia del 66,6%. Entre los grupos de edad, la mayor prevalencia se registró en el grupo de 9 a 11 meses (79,6%), seguido del de 6 a 8 meses (69,2%); el estudio se realizó en el norte del país, que tiene la mayor prevalencia de retraso del crecimiento en Etiopía⁽²⁷⁾.

Tamaño de la familia

Un estudio realizado en zonas rurales de Camerún reveló que la probabilidad de que los niños padezcan anemia aumenta con el número de niños en el hogar y con el número de personas que viven en la casa (más de cinco)⁽²⁸⁾.

Nivel educativo de la madre

Un estudio realizado en Corea demostró que los niños de madres alfabetizadas tenían menos probabilidades de desarrollar anemia y carencia de hierro que los de madres analfabetas. Los grupos consumían más proteínas y hierro de origen animal que los hijos de madres analfabetas, como demuestra su mayor consumo de carne, aves y derivados⁽²⁹⁾. Debido a la situación socioeconómica y a la categoría de edad de este estudio, no puede generalizarse a todos los grupos de población de distintas categorías de edad y ubicaciones geográficas del resto del mundo.

Un estudio realizado en Kassala, al este de Sudán, reveló una alta prevalencia de anemia (86%), relacionada con el nivel educativo de las madres. En Kassala, la mayoría de las madres rurales no tenían estudios y, debido al bajo nivel económico de la población, sobre todo en las zonas rurales, el acceso de los niños a alimentos nutritivos es deficiente⁽³⁰⁾. Sin embargo, se trata de la prevalencia más alta de África oriental y no se tuvieron en cuenta otros factores, como los hábitos alimentarios y la malaria.

De forma similar, los hijos de madres con mayor probabilidad de padecer anemia tenían un nivel educativo más bajo que los niños no anémicos. Un estudio realizado en Timor-Leste informó de que el nivel educativo de las madres estaba inversamente relacionado con el estado nutricional de sus hijos⁽³¹⁾. Los hijos de madres con educación secundaria tenían una concentración media de hemoglobina significativamente más baja que las madres con educación primaria o sin educación⁽³²⁾.

Salud medioambiental y saneamiento

El análisis de los datos de la anemia de Nepal e India sugirió que, en todos los países y a lo largo del tiempo, la defecación al aire libre predice los niveles medios de hemoglobina entre los niños⁽³²⁾. La defecación al aire libre está muy extendida en ambos países, y la defecación al aire libre y el saneamiento deficiente son factores de riesgo de anemia⁽³⁴⁾.

Estado de morbilidad

Un estudio realizado en China reveló que, en los niños que no estaban enfermos, la asociación de contraer enfermedades en las 2 semanas anteriores era significativa. Los niños del grupo de edad de 2 a 12 años eran más anémicos que los de otros grupos. Además, descubrieron que los niños del grupo de ingresos familiares más bajos tenían un mayor riesgo de anemia en comparación con los niños del grupo de ingresos familiares más altos⁽³³⁾. Los niños nacidos por cesárea tenían una mayor prevalencia de anemia que los nacidos por parto vaginal. Los niños de las zonas rurales tenían mayor riesgo de anemia que los de las zonas urbanas⁽³⁶⁾.

Inseguridad alimentaria en el hogar

Un estudio realizado en Varamin, al sureste de Teherán (Irán), no halló ninguna relación entre la inseguridad alimentaria de los hogares y la aparición de anemia en niños de 2 a 12 años. Sin embargo, se realizó un estudio basado en la comunidad, la mayoría de los niños eran residentes

urbanos con buen acceso a centros sanitarios y mejor nivel socioeconómico. La frecuencia de uso de suplementos de hierro en los niños fue del 79,6%. Un estudio realizado en la India también demostró que la anemia está relacionada con el nivel de riqueza materna, la lactancia, la hemoglobinopatía y el sexo, pero no con la inseguridad alimentaria⁽³⁴⁾. Otro estudio realizado en EE.UU. reveló que la anemia ferropénica estaba asociada con la riqueza y la inseguridad alimentaria de los hijos de familias con escasos recursos⁽³⁸⁾.

Vacunación

Los datos disponibles sobre el hierro y la respuesta a la vacuna son limitados y no se ha identificado ningún ensayo clínico de calidad aceptable. Sin embargo, los niños con anemia parecen presentar respuestas intactas de anticuerpos a la vacunación. Aunque se sabe que la carencia de hierro afecta a los linfocitos T, la respuesta de los anticuerpos se conserva, incluso cuando requiere la ayuda de las células Th. Los estudios en animales difieren de los realizados en humanos en que muestran un claro deterioro de la inmunidad mediada por anticuerpos en los animales con deficiencia de hierro⁽³⁵⁾. Pero está claro que la vacunación mejora el estado de inmunidad de los niños, a través de la reducción de la morbilidad y la mortalidad.

Antecedentes prenatales de ingesta de folato de hierro por parte de las madres

Un estudio retrospectivo de cohortes realizado en Japón demostró que tanto la hemoglobina materna como la infantil tenían una distribución normal, aunque no existía una asociación significativa entre ellas. La lactancia materna exclusiva durante los 6-9 meses de edad era la que presentaba mayor riesgo de anemia infantil⁽³⁶⁾. La alimentación con leche artificial se asoció con el menor riesgo de anemia infantil. Sin embargo, este estudio se realizó en un país occidental, las diferencias de nivel económico, el estado nutricional de los niños y las madres, las variaciones geográficas y el estudio basado en instituciones hacen que no sea generalizado.

Un estudio realizado en Etiopía mostró que las concentraciones de hemoglobina y ferritina eran significativamente más bajas en los recién nacidos de madres con anemia que en los de madres no anémicas⁽²⁵⁾. Además, la concentración de hemoglobina y ferritina de los recién nacidos tenía una correlación significativa con la concentración de hemoglobina y ferritina de las madres.

Altitud y tabaquismo

Se sabe que el aumento de la altitud por encima del nivel del mar y el tabaquismo aumentan las concentraciones de hemoglobina. Por lo tanto, la prevalencia de la anemia puede estar subestimada en las personas que viven a gran altitud y entre los fumadores si se aplican los valores de corte estándar de la anemia, por eso se hicieron ajustes del recuento de hemoglobina⁽¹⁴⁾. Además, si una persona fumadora vive a gran altitud, se necesitarían dos ajustes del recuento de hemoglobina para el tabaquismo y la altitud. La historia de la hemoglobina en altitud afirmaba que, para compensar la baja presión parcial de oxígeno en altitud, el cuerpo humano experimenta una serie de cambios fisiológicos que dependen de la velocidad y la gravedad con la que se impone el estímulo⁽²⁴⁾. Un componente vital en este proceso es el aumento de la concentración de hemoglobina circulante. De ahí que la OMS recomiende una corrección para el tabaquismo y la altitud.

Efectos de la anemia

Hoy en día se reconoce y estudia cada vez más la importancia de la exposición en los primeros años de vida para la salud, y se suele prestar especial atención a la influencia de los nutrientes y el crecimiento. Se dice que los dos primeros años de vida, con el embarazo, son un periodo crítico o “1000 días” o ventana de oportunidad⁽³⁷⁾. Una injuria nutricional temprana en esta época de la vida puede conducir a una restricción lineal irreversible del crecimiento (retraso del crecimiento), y se asocia con efectos adversos mucho más adelante en el curso de la vida, como un mayor riesgo de enfermedades no transmisibles, así como una capacidad cognitiva y una productividad económica disminuidas e irreversibles.

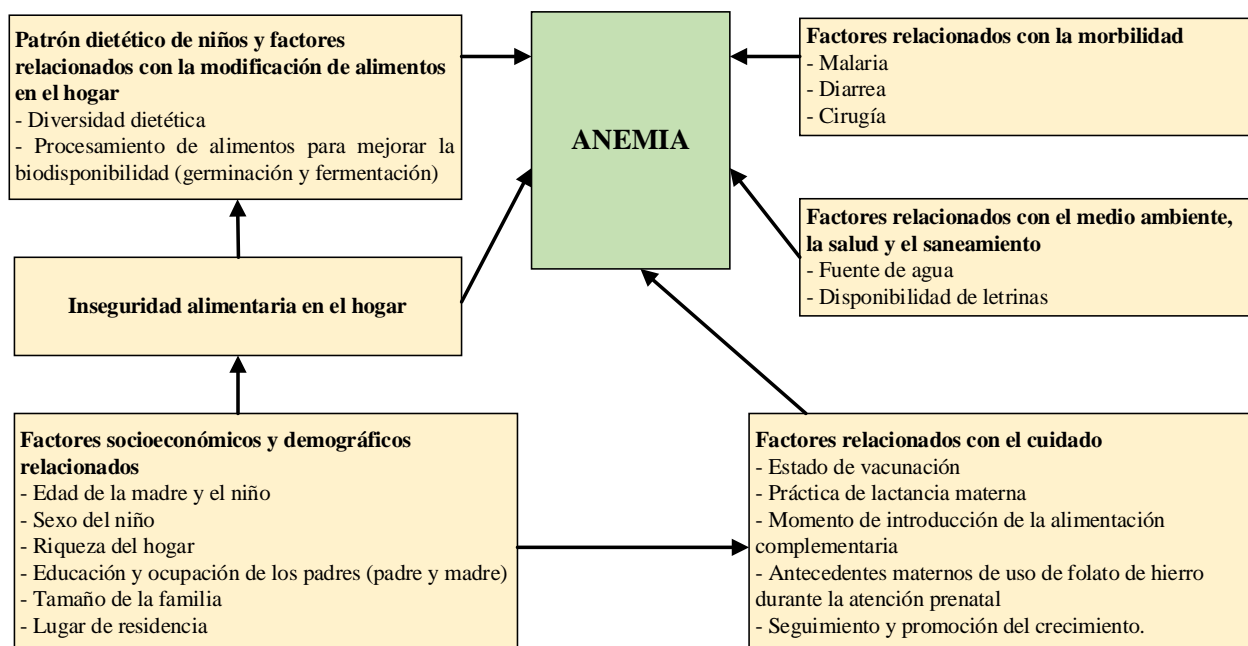
Los lactantes de 6 a 24 meses con anemia corren el riesgo de un desarrollo cognitivo, motor, socioemocional y neurofisiológico más deficiente a corto plazo. La experiencia temprana de la anemia puede retrasar significativamente el desarrollo del sistema nervioso central como resultado de alteraciones en la morfología, la neuroquímica y la bioenergética. La anemia también se ha relacionado con una reducción de la capacidad para realizar actividades de la vida diaria. Cuando el nivel de concentración de hemoglobina cae por debajo de 4 g/dL, puede provocar la muerte por insuficiencia cardíaca anémica⁽³⁸⁾. Del mismo modo, un estudio realizado en San José, Costa Rica, demostró que los adultos de 25 años que habían padecido anemia en sus primeros años de vida tenían menos potencial que los no anémicos⁽²⁰⁾.

Síntesis de los factores asociados a la anemia

Basado en el modelo conceptual adaptado del modelo de UNICEF de 2018. La variable de resultado es la anemia y todas las demás enumeradas a continuación se consideran variables independientes⁽²⁶⁾. Todos los factores pueden afectar directamente al estado de la anemia; los que se consideran factores próximos son la diversidad de la dieta, la inseguridad alimentaria del hogar, el estado de vacunación del niño, la práctica de la lactancia materna, el estado del paludismo, el momento de introducción de la alimentación complementaria, los antecedentes maternos de uso de folato de hierro durante el control prenatal y la vigilancia y promoción del crecimiento⁽²⁹⁾. Y los factores distales son: edad de la madre y del niño, sexo, ocupación de los progenitores (madre y padre), tamaño de la familia, nivel educativo del padre y de la madre, riqueza del hogar, fuente de agua, letrina y lugar de residencia, como se ilustra en la figura 1.

Figura 1.

Marco conceptual de la anemia y factores asociados



Fuente: Adaptado de UNICEF, 2018

Causas de la anemia

Las causas de la anemia dependen en gran medida del tipo de anemia que padezca el infante⁽²²⁾.

Las causas más comunes incluyen:

- Deficiencias nutricionales (hierro, ácido fólico o vitamina B_{12}).

- Enfermedades hereditarias (por ejemplo, anemia de Fanconi, talasemia, anemia falciforme)
- Enfermedades autoinmunes⁽¹⁵⁾.
- Hemorragias.
- Ciertas afecciones cancerosas.
- Ciertos medicamentos.
- Infecciones⁽³⁰⁾.

Tipos de anemia en los niños

La anemia infantil puede clasificarse según el tamaño de sus glóbulos rojos⁽³²⁾. Los tipos son:

Anemia microcítica: Esto significa que los glóbulos rojos del niño son más pequeños de lo normal. La causa más frecuente de la anemia microcítica es la carencia de hierro.

Anemia normocítica: Esto significa que el tamaño de los glóbulos rojos del niño es normal. La anemia normocítica tiene muchas causas y puede requerir otros tipos especiales de análisis de sangre.

Anemia macrocítica: Esto significa que los glóbulos rojos del niño son más grandes de lo normal. Es el tipo de anemia menos frecuente en los niños. Puede estar causada por la deficiencia de vitamina B_{12} ⁽³⁹⁾.

Síntomas de la anemia

Cada niño puede experimentar los síntomas de la anemia de forma diferente. Algunos de los síntomas incluidos son específicos de ciertas causas de anemia, pero la mayoría son inespecíficos⁽¹⁷⁾. La anemia también puede ser un síntoma asociado a otras enfermedades⁽³⁵⁾. Los síntomas de anemia más frecuentes son:

- Palidez de la piel, labios, manos o debajo de los párpados.
- Aumento de la frecuencia cardíaca (taquicardia).
- Falta de aire o dificultad para respirar (disnea).
- Falta de energía o cansancio (fatiga)⁽¹⁴⁾.
- Mareo o vértigo, especialmente al ponerse de pie.
- Dolor de cabeza.
- Irritabilidad⁽³⁶⁾.

- Lengua dolorida o hinchada (glositis).
- Ictericia o coloración amarillenta de la piel, los ojos y la boca⁽²⁶⁾.
- Bazo o hígado agrandados (esplenomegalia, hepatomegalia).
- Crecimiento y desarrollo lentos o retrasados.
- Problemas de cicatrización de heridas y tejidos⁽³⁸⁾.

Es importante entender que algunos síntomas de la anemia pueden parecerse a los de otros problemas médicos más comunes u otros trastornos de la sangre⁽³⁹⁾. Debido a que algunos de estos síntomas también pueden apuntar a otras condiciones, y porque la anemia en sí misma puede ser un síntoma de otro problema médico, es importante que el infante sea evaluado por un profesional médico cualificado para un diagnóstico preciso y un tratamiento rápido.

Tratamiento de la anemia

El tratamiento de la anemia en los niños depende del tipo de anemia y de su causa. En algunos casos, el tratamiento puede consistir simplemente en un cambio en la dieta o el uso de suplementos dietéticos⁽⁴¹⁾. En otros casos, puede ser necesaria una transfusión de sangre o un tratamiento a largo plazo, en este sentido el tratamiento de la anemia puede ser:

Anemia ferropénica: El tratamiento de esta forma de anemia suele consistir en tomar suplementos de hierro y cambiar la dieta. Si la causa de la falta de hierro es la pérdida de sangre, es necesario encontrar la fuente de la hemorragia y detenerla⁽⁴³⁾. Esto puede implicar una intervención quirúrgica.

Anemias por déficit de vitaminas: El tratamiento de la carencia de ácido fólico y vitamina B_{12} consiste en tomar suplementos dietéticos y aumentar estos nutrientes en la dieta. Las personas que tienen problemas para absorber la vitamina B_{12} de los alimentos pueden necesitar inyecciones de esta vitamina. Al principio, las inyecciones son cada dos días⁽²⁰⁾. Con el tiempo, las inyecciones serán una vez al mes, posiblemente de por vida.

Anemia por enfermedad crónica: El tratamiento de este tipo de anemia se centra en la enfermedad que la provoca⁽¹²⁾. Si los síntomas se agravan, el tratamiento puede incluir la obtención de sangre, llamada transfusión, o inyecciones de una hormona llamada eritropoyetina.

Anemias asociadas a enfermedades de la médula ósea: El tratamiento de estas diversas enfermedades puede incluir medicamentos, quimioterapia u obtención de médula ósea de un donante, lo que se denomina trasplante⁽²⁰⁾.

Anemia aplásica: El tratamiento de esta anemia puede incluir transfusiones de sangre para aumentar los niveles de glóbulos rojos. Si la médula ósea no puede producir glóbulos rojos sanos, puede ser necesario un trasplante de médula ósea⁽⁴³⁾.

Anemias hemolíticas: El tratamiento de las anemias hemolíticas incluye la suspensión de los medicamentos que puedan estar causándolas y el tratamiento de las infecciones⁽²⁴⁾. Si el sistema inmunitario ataca a los glóbulos rojos, el tratamiento puede consistir en tomar medicamentos que reduzcan la actividad del sistema inmunitario⁽³⁹⁾.

Anemia falciforme: El tratamiento puede incluir oxígeno, analgésicos e hidratación con líquidos administrados por vía intravenosa para reducir el dolor y prevenir complicaciones. También puede ser necesario recibir una transfusión de sangre y tomar suplementos de ácido fólico y antibióticos⁽²⁰⁾. Un medicamento contra el cáncer llamado hidroxiurea (Droxia, Hydrea, Siklos) también se utiliza para tratar la anemia falciforme⁽⁴⁷⁾.

Talasemia: La mayoría de las formas de talasemia son leves y no necesitan tratamiento. Las formas más graves de talasemia suelen requerir transfusiones de sangre, suplementos de ácido fólico, medicamentos, un trasplante de células madre de la sangre y la médula ósea o, en raras ocasiones, la extirpación del bazo⁽⁴⁰⁾.

Diagnóstico de anemia

El médico diagnosticará la anemia basándose en los antecedentes médicos y familiares, un examen físico y los resultados de pruebas y procedimientos⁽⁴⁰⁾. Dado que la anemia no siempre provoca síntomas, el médico puede descubrir que la padece al detectar otra enfermedad.

Historial médico y familiar

El médico puede preguntar si tiene alguno de los signos o síntomas comunes de la anemia. También puede preguntar si el paciente ha padecido alguna enfermedad o afección que pudiera causar anemia⁽¹⁶⁾. El paciente debe informar al médico sobre los medicamentos que toma, lo que suele comer (su dieta) y si tiene familiares con anemia o antecedentes de anemia⁽²⁶⁾.

Examen físico

El médico hará un examen físico para determinar la gravedad de la anemia y buscar posibles causas⁽³²⁾. El galeno puede:

- Auscultar el corazón para detectar latidos rápidos o irregulares.
- Auscultar los pulmones para detectar una respiración rápida o irregular⁽²⁴⁾.
- Palpar el abdomen para comprobar el tamaño del hígado y el bazo.
- El médico también puede realizar un examen pélvico o rectal para comprobar si existen fuentes comunes de pérdida de sangre⁽⁴⁰⁾.

Pruebas diagnósticas y procedimientos

Es posible varios análisis de sangre y otras pruebas o procedimientos para averiguar qué tipo de anemia padece un paciente sea niño o adulto, y cuál es su gravedad⁽³⁵⁾.

Recuento sanguíneo completo

Para obtener una muestra de sangre, el personal sanitario introducirá una aguja en una vena, normalmente en el brazo o la mano del niño. Se puede colocar un torniquete alrededor del brazo del niño para ayudar al personal sanitario a encontrar la vena. La sangre puede extraerse con una jeringuilla o en un tubo de ensayo⁽³¹⁾. En algunos casos, la sangre puede extraerse mediante un pinchazo.

Los análisis de sangre pueden causar alguna molestia mientras se introduce la aguja. La aguja puede causar algún hematoma o hinchazón. Una vez extraída la sangre a través de la aguja, el médico retirará el torniquete. Luego se retira la aguja⁽²⁴⁾. El proveedor de salud ejercerá presión sobre la zona y aplicará un vendaje.

Es posible que un análisis de sangre provoque hemorragias duraderas, lesiones nerviosas o infecciones. Pero estos riesgos son muy bajos. En la mayoría de los casos, un niño no necesitará ninguna preparación o cuidado especial después de un análisis de sangre⁽²²⁾. La mayoría de los tipos de anemia infantil pueden diagnosticarse con estos análisis de sangre.

La tabla 1 muestra los índices hematológicos principales de acuerdo con la edad.

Tabla 1. Principales índices hematológicos

Edad	Hb(gr/dl)	Hematocrito (%)	VCM
Recién nacido	16,5±3	51±9	108±10
1 semana	17,5±4	54±8	107±19
2 semanas	16,5±4	51±9	105±19
2 meses	11,5±2,5	35±5	96±19
6 meses a 2 años	12,5±1,5	37±4	77±7
2 a 4 años	12,5±1,5	38±4	79±6
5 a 7 años	13±1,5	39±4	81±6
8 a 11 años	13,5±1,5	40±4	83±7
12 a 14 años			
Mujeres	13,5±1,5	41±5	85±7
Hombres	14±1,5	43±6	84±7

Hemoglobina (Hb)

Es una ferroproteína situada en el interior de los hematíes, encargada del transporte de oxígeno hacia los tejidos. Es el mejor parámetro para valorar la anemia, aunque la cifra de eritrocitos sea normal o incluso elevada. Se expresa en g/L de sangre. En los casos de anemia estará disminuida y en la poliglobulia estará elevada⁽⁴¹⁾. Cuidado en las anemias Hemolíticas por Ac Fríos, ocurre aglutinación de los Hematíes a temperatura ambiente. Esto altera los resultados, la cifra de Hb puede aparecer más baja que lo que realmente es. Hay una regla que orientará para saber si el resultado es correcto: se debe comprobar si $Hb \times 3 \approx \text{Hematocrito}$. Para solucionarlo hay que calentar la muestra antes de analizarla⁽³²⁾.

Hematocrito (Hto): Suele ser la primera prueba de detección de la anemia en los niños. Mide la cantidad de hemoglobina en la sangre y la cantidad de glóbulos rojos en la muestra de sangre⁽²⁵⁾. La hemoglobina es la proteína rica en hierro de los glóbulos rojos que transporta oxígeno al organismo. El hematocrito mide el espacio que ocupan los glóbulos rojos en la sangre⁽³⁹⁾. Un nivel bajo de hemoglobina o hematocrito es un signo de anemia.

Determinación de hematocrito

Se mide en %. Es la relación entre el volumen ocupado por los hematíes y la sangre total. Los hematíes se expresan como $He \times 10^{12}/L$. Se encuentran aumentados en número (poliglobulia) en

las talasemias, en las cardiopatías, habitantes de grandes alturas, en estados de deshidratación y menos en las anemias ferropénica ⁽¹⁵⁾. En cambio, en las anemias megaloblásticas se encontrarán disminuidos.

Eritrocitos

Los eritrocitos (glóbulos rojos o hematíes) son células anucleadas (sin núcleo), bicóncavas y cargadas de hemoglobina que transportan oxígeno y dióxido de carbono entre los pulmones y otros tejidos. Se producen en la médula ósea roja mediante un proceso llamado eritropoyesis. Durante este proceso, los precursores eritroides (células antecesoras de los eritrocitos derivadas de células madre) son estimulados por la eritropoyetina a sufrir una serie de cambios morfológicos mediante los cuales se convierten en glóbulos rojos maduros ⁽⁴⁵⁾.

Estos eritrocitos maduros son liberados en el torrente sanguíneo, donde sobreviven alrededor de 100 a 120 días. Los eritrocitos brindan información sobre el estado de salud de los últimos tres meses. Esta es la base científica del test de la hemoglobina glicosilada (HbA1c), practicado a las personas diabéticas cada tres meses con el fin de valorar sus niveles de glucosa en sangre. Después de 120 días, los eritrocitos envejecidos son reciclados por los macrófagos del bazo, hígado, médula ósea y ganglios linfáticos o linfonodos (sistema reticuloendotelial) ⁽⁴⁰⁾.

Recuento de eritrocitos

El recuento de glóbulos rojos (GR) mide el número de glóbulos rojos, también conocidos como eritrocitos, que hay en la sangre. Los glóbulos rojos contienen hemoglobina, una proteína que transporta oxígeno⁽¹²⁾. La cantidad de oxígeno que reciben los tejidos corporales depende del número de glóbulos rojos y de su funcionamiento. Los glóbulos rojos transportan el oxígeno desde los pulmones a todas las células del organismo⁽⁴³⁾. Las células necesitan oxígeno para crecer, reproducirse y mantenerse sanas.

Un recuento de eritrocitos superior o inferior a lo normal suele ser el primer signo de una enfermedad. Por lo tanto, la prueba puede permitirle recibir tratamiento incluso antes de presentar síntomas⁽¹⁸⁾. El recuento de glóbulos rojos (GR) casi siempre forma parte de un hemograma completo, un grupo de pruebas que miden muchas partes y características diferentes de la sangre. El GR se utiliza para ayudar a diagnosticar trastornos de los glóbulos rojos, como la anemia, un trastorno en el que el organismo no produce suficientes glóbulos rojos sanos⁽³⁹⁾.

Índices eritrocitarios

Son útiles en el estudio de las anemias⁽³⁷⁾. Se consiguen mediante diferentes fórmulas matemáticas. Los analizadores las dan automáticamente.

Volumen corpuscular Medio (VCM): Nos da una idea del tamaño de los hematíes. Es uno de los más importantes para orientarnos en el estudio de las anemias. Clasifica a las anemias en microcíticas, macrocíticas y normocíticas⁽¹³⁾.

Se calcula a partir del Hto y del número de hematíes ($VCM = Hto \times 1.000 / He$). Se expresa en fl (fentolitro = 10-15 L). Un VCM elevado indica macrocitosis (hematíes grandes), siendo el caso de anemias megaloblásticas, anemias hemolíticas y en hepatopatías. En el recién nacido, la macrocitosis es fisiológica. En las microcitosis (hematíes pequeños), los valores están disminuidos, como en anemias ferropénicas y en talasemias⁽³⁹⁾.

Hemoglobina Corpuscular Media (HCM): Indica el contenido hemoglobínico de los Hematíes. Nos indica si son hipocromos o no. En la vigilancia de la ferropenia en pacientes con insuficiencia renal, se empieza a hablar del % de hematíes hipocromo. Para el correcto manejo del hierro y eritropoyetina deben ser menores del 10%⁽²⁹⁾.

Se calcula a partir de la hemoglobina y del número de hematíes ($HCM = Hb/He$). Se expresa en pg (picogramo = 10-12 g). Se correlaciona con el VCM, ya que informa del contenido medio de hemoglobina de cada hematíe, por este motivo, estará alterado en los mismos casos⁽³⁶⁾.

Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM): Utilidad escasa. Esta aumentado en esferocitosis y xerocitosis⁽¹⁹⁾.

Indica la concentración de hemoglobina por el total de masa de He ($CHCM = Hb/Hto$). Se expresa en g/L, siendo los parámetros de normalidad 330 ± 20 g/L. Valores aumentados (hipercromía) se observan exclusivamente en la esferocitosis⁽⁴¹⁾. Valores disminuidos indican hipocromía, como en el caso de las anemias ferropénicas.

Ancho de Distribución Eritrocitaria (ADE): Nos permite saber si los Hematíes son uniformes de tamaño o no. Si VCM bajo y ADE alto orienta a ferropenia. Si VCM bajo y ADE normal orienta a Rasgo Talasémico⁽³¹⁾.

ADE o RDW: La amplitud de distribución del tamaño de los eritrocitos, cuantifica la anisocitosis. Se expresa en porcentaje, siendo los valores normales 13 ± 1 . Es un parámetro muy importante en el diagnóstico de las talasemias, donde será $=15\%$ ⁽⁴⁶⁾.

HDW: El índice de dispersión de la Hb o distribución de Hb en los hematíes, se expresa en g/L con valores de normalidad entre 27 ± 5 g/L. Alterado cuando hay una doble población de hematíes, como es el caso de los pacientes transfundidos⁽⁴²⁾. También, lo observaremos en las anemias ferropénicas en tratamiento.

Citología periférica: Esta prueba se realiza con un frotis de sangre en un portaobjetos que se examina al microscopio⁽¹⁸⁾. Al observar las células sanguíneas de un niño bajo un microscopio, un especialista de laboratorio puede ser capaz de diagnosticar un tipo de anemia que hace que los glóbulos rojos crezcan o se desarrollen anormalmente⁽³⁰⁾.

Frotis de sangre periférica: Evaluación microscópica de la morfología de los hematíes⁽⁴²⁾.

Morfología eritrocitaria (MGR)

Este examen está íntimamente relacionado con el hemograma completo. Consiste básicamente en una descripción del color, tamaño y forma de los eritrocitos⁽¹³⁾. Se usa fundamentalmente en estudio de anemias y como ayuda diagnóstica para clasificarlas. Para definir el color generalmente se usa el término normocrómico, para un color normal, hipocrómico; cuando la célula luce pobre en hemoglobina e hiperocrómica, cuando está presente en exceso⁽²²⁾.

En cuanto al tamaño se usa el término anisocitosis para referirse al mismo. Este puede ir desde muy grandes, grandes y pequeñas, respectivamente: megalocitos, macrocitos y microcitos. Por otra parte, la forma se describe con el término poiquilocitosis, y existe variedad de formas que van desde células en forma de elipse, alargadas, en forma de gota⁽²¹⁾. Algunos términos empleados serían los siguientes: dacriocitos (gota), eliptocitos (elipse), en hoja o alargada (drepanocito) y otras muchas más: esferocitos, esquizocitos, equinocitos, etc.⁽³³⁾.

Así a manera de ejemplo, un paciente normal se define como normocítico normocrómico, es decir, color y forma normales. En pacientes no normocíticos normocrómicos, es decir con alteraciones en forma y tamaño, éstas pueden orientar a la causa de la anemia⁽²⁷⁾. Desde el caso más sencillo que sería presencia de microcitos e hipocromía (en anemia ferropénica) a alteraciones varias en la forma (talasemia)⁽⁴²⁾.

También, un predominio de un tipo particular de célula, que puede apuntar a otros defectos genéticos como drepanocitosis, esferocitosis hereditaria, eliptocitosis hereditaria, etc.⁽²⁹⁾. La observación de muchas células rotas (esquizocitos), puede orientar también hacia la sospecha de una anemia hemolítica⁽⁴³⁾. En resumen, la MGR es una herramienta muy útil para el diagnóstico y evolución de las anemias, sea cual fuere su causa

Reticulocitos

Son hematíes jóvenes, no totalmente maduros. Su recuento es importante en el estudio de anemias y en la monitorización de su tratamiento; ya que, informa de la capacidad eritropoyética de la médula ósea. El valor normal $55 \pm 20 \times 10^9/L$ ($1 \pm 0,5\%$). Un descenso se observa en anemias ferropénicas no tratadas, aplasias y leucemias⁽⁴⁸⁾. Aumentan en la anemia hemolítica, anemia hemorrágica intensa, después de una esplenectomía, en anemias ferropénicas en tratamiento y de forma fisiológica en el período neonatal.

Recuento de reticulocitos: Los reticulocitos son células sanguíneas inmaduras. El recuento de reticulocitos mide la cantidad de glóbulos rojos recién formados en la muestra de sangre del niño⁽¹¹⁾. La anemia causada por la producción insuficiente de glóbulos rojos provoca un recuento bajo de reticulocitos. La anemia causada por la pérdida de demasiados glóbulos rojos provoca un recuento elevado de reticulocitos⁽⁴¹⁾. Es decir, esta prueba permite saber si la médula ósea produce glóbulos rojos al ritmo adecuado.

Plaquetas:

La función de las plaquetas es la hemostasia primaria, ayudando a la formación del tapón hemostático plaquetario.

Recuento de plaquetas (PLT): Se expresan en PTL $\times 10^9/L$. Los valores normales oscilan entre $150-400 \times 10^9/L$, siendo normales cifras hasta $500 \times 10^9/L$ en niños. La vida media es de 8 a 11 días. Un número de plaquetas inferior a $100 \times 10^9/L$ se denomina trombopenia y un valor superior a $400 \times 10^9/L$ trombocitosis⁽⁴³⁾. Se resumen las principales causas en la tabla 2.

Tabla 2. Causas de trombopenia y trombocitos

Trombopenia	Trombocitosis
Enfermedad hereditaria: Bernard-Soulier, Wiskott-Aldrich, aplasia de radio, May-Hegglin	Artritis reumatoide, trombocitos esenciales

Leucosis	Enfermedad Kawasaki
Autoinmune	Síndrome nefrótico
Tóxicos y fármacos	Fase recuperación de la aplasia
Bacterianas, protozoos (leishmania, toxoplasmosis)	Tras hemorragia masiva
Virus: Parvovirus, HIV, EBV, hepatitis, sarampión	Esplenectomizados
	Virus, ferropenia

- **Plaquetocrito (Ptc):** Se expresa en L/L. Corresponde al volumen de plaquetas en relación a la cantidad de plasma. Los valores normales oscilan entre 0,001-0,004 L/L⁽³¹⁾.
- **Volumen plaquetar medio (VPM):** Se expresa en fl., siendo normal valores de 9 ± 2 fl. Un VPM elevado se observa en el caso de recuperación de trombopenia, en el síndrome de Bernard-Soulier, May-Hegglin y en la macrotrombopenia familiar⁽¹⁸⁾.
- **Índice de dispersión de plaquetas o distribución de tamaño de plaquetas (PDW):** Se expresa en porcentaje y corresponde a la anisocitosis plaquetar. Los valores normales son: $45 \pm 20\%$. Aumenta en las trombopenias en recuperación, en las trombocitosis y en algunas hemopatías⁽²⁹⁾.
- **Morfología plaquetar:** La observación al microscopio podrá corroborar el resultado dado por el autoanализador, siendo muy útil para identificar agregados plaquetares no cuantificados correctamente dando falsas plaquetopenias. También, permite detectar alteraciones en su tamaño y forma (plaquetas grises, degranuladas, dismórficas), que pueden indicar alteraciones en su funcionalidad, independientemente que el número sea normal⁽³³⁾.

La tabla 3 muestra el recuento de plaquetas con valores de referencia en niños en todas las pruebas.

Tabla 3. Recuento de plaquetas con valores de referencia

Edad	Hb (g/dL)	Hto (%)	VCM (fl)	CHCM (g/%)	Reticulocitos	Leucocitos P ($10^3/mm^3$)	Plaquetas ($10^3/mm^3$)
26-30 sem. de gestación	13,4	41,5	118,2	37,9	-	4,4	254
32 sem.	15,0	47,0	118,0	32,0	3-10	-	290
2 meses	10,7-11,2	35	95	31,8	0,1-1,7	10,8	-
6 meses	9,4-12,6	36	76	35	0,7-2,3	11,9	-
7 meses a 2a	11,1-10,5	36	78	33	-	10,6	150-350
2-6a	10,5-12	37	81	34	0,5-1,0	8,5	150-350
6-12a	11,5-13,5	40	86	34	0,5-1,0	8,1	150-350
12-18a							

Hombre	13-14,5	43	88	34	0,5-1,0	7,8	150-350
Mujer	12-14,0	41	90	34	0,5-1,0	7,8	150-350
Adulto							
Hombre	13,5-15,5	47	90	34	0,8-2,5	7,4	150-350
Mujer	12-14,0	41	90	34	0,8-4,1	7,4	150-350

Otras pruebas y procedimientos

Si los resultados de un hemograma muestran padecimiento anemia, es posible que se necesite otras pruebas, como:

Electroforesis de hemoglobina: Esta prueba analiza los diferentes tipos de hemoglobina en la sangre. Esta prueba puede ayudar a diagnosticar el tipo de anemia que padece el niño⁽⁴²⁾.

Pruebas de función hepática (PFH): Las pruebas de función hepática pueden variar, pero deben incluir calcio, transaminasas, proteínas totales, bilirrubina, albúmina y fosfatasa alcalina. Otras pruebas que pueden proporcionar información sobre la función hepática son el lactato deshidrogenasa (LDH) y la gamma-glutamyl transferasa (GGT)⁽⁴³⁾.

Pruebas bioquímicas: En ocasiones, la bilirrubina y el lactato deshidrogenasa (LDH) séricas pueden ayudar a diferenciar entre hemólisis y hemorragia; ambas aumentan en la hemólisis, pero son normales en la hemorragia. Se realizan otras pruebas, como los niveles de vitamina B12, Vitamina B9 o folato; estas dos vitaminas hidrosolubles juegan un papel importante en el metabolismo celular. Son cofactores de reacciones metabólicas de transferencia de grupos monocarbonados, esenciales para el mantenimiento de la vida⁽³⁵⁾.

Creatinina sérica: Sirve para ayudar en la evaluación de la función renal⁽⁴⁴⁾. La creatinina es un producto de desecho presente en la sangre que proviene de los músculos. Los riñones sanos filtran la creatinina de la sangre y la pasan a la orina. Su concentración de creatinina sérica se obtiene de una prueba de sangre que mide la cantidad de creatinina presente. Este valor indica qué tan bien funcionan sus riñones. Cuando los riñones no funcionan bien, la concentración de creatinina sérica aumenta. Su médico también puede medir la creatinina con una prueba de orina. Los resultados de la prueba de creatinina sérica se miden en mg/dL⁽²⁸⁾.

Las concentraciones normales de creatinina varían con el sexo, la edad y la cantidad de músculo. Por lo general, una concentración normal es de: 0.7-1.3 mg/dL para los hombres; y 0.6-1.1 mg/dL para las mujeres. Un resultado de creatinina sérica más alto que lo normal podría significar que los

riñones no están funcionando bien⁽⁴⁶⁾. El resultado de la creatinina sérica ayudará al médico a estimar el eGFR (tasa de filtración glomerular estimada), que es una medida de la filtración de los residuos de la sangre por los riñones⁽²²⁾.

Análisis del nivel de hierro en la sangre: Estas pruebas incluyen el hierro sérico y la ferritina sérica. El nivel de transferrina y la capacidad total de fijación del hierro también miden los niveles de hierro⁽⁴⁵⁾.

Perfil de hierro: Incluye hierro sérico, ferritina y contenido total de hierro ligado o unión al hierro (TIBC)⁽³⁵⁾.

- **Hierro:** El hierro es un mineral esencial para la producción de glóbulos rojos. Los glóbulos rojos transportan oxígeno de los pulmones al resto del cuerpo. El hierro también es importante para la salud de los músculos y el funcionamiento de la médula ósea y otros órganos. Los niveles de hierro demasiado altos o bajos pueden causar problemas de salud graves. La prueba de hierro, mide la cantidad de hierro en la sangre.
- **Ferritina:** Mide cuánto hierro hay almacenado en el cuerpo.
- **Tranferina:** Proteína que mueve el hierro por todo el cuerpo.
- **TIBC:** La capacidad total de unión al hierro, mide qué tan bien se une el hierro a la transferrina y a otras proteínas de la sangre

Pruebas Hormonales

Son los exámenes de sangre o de orina para determinar los niveles de cualquiera de las diferentes hormonas en el cuerpo, incluyendo las hormonas reproductivas, las tiroideas, las suprarrenales, las pituitarias y muchas otras. Los exámenes de hormonas específicas dependen de la causa del trastorno que se sospeche o de los síntomas en cuestión.

Pruebas de la función tiroidea: Incluye tiroxina (T4) y nivel de hormona estimulante del tiroides (TSH)⁽⁴³⁾.

Electroforesis de la hemoglobina: Evalúa las cadenas de aminoácidos de la hemoglobina⁽¹⁶⁾.

Perfil de macrocitosis: El perfil contiene vitamina B_{12} , folato, ácido metilmalónico y homocisteína⁽⁴⁶⁾.

- **Vitamina B12:** La vitamina B12 es un nutriente que ayuda a mantener la salud de las neuronas y la sangre⁽³⁰⁾. La B12 es una vitamina hidrosoluble esencial que ayuda a mantener sanas las neuronas para el correcto funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso, así como para la formación de los glóbulos rojos de la sangre y de diversas proteínas fundamentales para el organismo. Contribuye a la formación del ácido desoxirribonucleico (ADN), el material genético presente en todas las células⁽²³⁾. Asimismo, ayuda a prevenir la anemia megaloblástica, un trastorno de la sangre que causa cansancio y debilidad.
- **Folato:** El folato es la vitamina B9 que se encuentra naturalmente presente en muchos alimentos. El organismo necesita folato para producir ADN, la formación de los glóbulos rojos y otros tipos de material genético; ayuda a la función saludable de las células⁽⁴²⁾. El folato también es necesario para la división celular en el organismo. Una forma de folato, llamada ácido fólico, se usa en los alimentos fortificados y en la mayoría de los suplementos dietéticos⁽²¹⁾.
- **Ácido metilmalónico:** El ácido metilmalónico (MMA) es una sustancia producida en muy pequeña cantidad y necesaria para el metabolismo humano y la producción de energía. La vitamina B12 está implicada en dos reacciones enzimáticas que promueven el metabolismo celular. Por una parte, favorece la conversión de metilmalonil Coa (una forma de MMA) a succinil CoA. Si no existe suficiente cantidad de vitamina B12, el metilmalonil CoA se acumula; se produce un aumento del MMA en sangre y en orina⁽³⁶⁾. La medida de cantidades elevadas de MMA en sangre u orina constituye un indicador sensible y precoz del déficit de vitamina B12⁽³⁸⁾.
- **Homocisteína:** La homocisteína es un aminoácido. Los aminoácidos son moléculas que el cuerpo utiliza para producir proteínas. Normalmente, los niveles de homocisteína son bajos. Esto es porque el cuerpo utiliza la vitamina B12, vitamina B6 y ácido fólico para descomponer la homocisteína rápidamente y transformarla en otras sustancias que el cuerpo necesita⁽²⁴⁾. Niveles altos de homocisteína en la sangre pueden ser un signo de que este proceso no está funcionando bien o que le hacen falta ciertas vitaminas B. Niveles altos de homocisteína pueden dañar el interior de las arterias y aumentar el riesgo de formar coágulos sanguíneos⁽⁴²⁾. Esto puede incrementar el riesgo de ataque cardíaco, accidente cerebrovascular y otras enfermedades del corazón y problemas vasculares.

Perfil de hemólisis: El perfil contiene haptoglobina, lactato deshidrogenasa (LDH) y bilirrubina indirecta⁽⁴⁷⁾.

Análisis de médula ósea: Para obtenerlo es necesaria una consulta de hematología⁽⁴⁸⁾.

Dado que la anemia tiene muchas causas, también se podría hacer pruebas para detectar afecciones como insuficiencia renal, intoxicación por plomo (en niños) y deficiencias vitamínicas (falta de vitaminas, como B_{12} y ácido fólico)⁽⁴⁵⁾. Si el médico cree la existencia de anemia debido a una hemorragia interna, puede proponer varias pruebas para buscar el origen de la hemorragia.

Si se detecta sangre en las heces, es posible que se requiera otras pruebas para averiguar el origen de la hemorragia. Una de estas pruebas es la endoscopia. En esta prueba se utiliza un tubo con una cámara diminuta para ver el revestimiento del tubo digestivo⁽²⁴⁾. Es posible que el médico también realice pruebas de médula ósea⁽⁴⁰⁾. Estas pruebas muestran si la médula ósea está sana y produce suficientes células sanguíneas.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Se utilizó dos tipos de diseño metodológico, como son: investigación exploratoria y descriptiva.

Para el proyecto, la investigación descriptiva facilitará la recolección de información, la depuración y la estructuración del problema, justificación, objetivos y el marco teórico porque se solventarán de la descripción de las causas y efectos que han sobrellevado las pruebas de laboratorio y factores asociados a anemia en niños preescolares y escolares. A su vez, con las técnicas de investigación y los datos recopilados permitirá su tabulación, análisis e interpretación.

Diseño de investigación

El diseño de investigación hizo uso de la investigación cuantitativa y documental, que se detallan contextualmente de la siguiente manera:

La investigación cuantitativa fue necesaria en el estudio porque ayudó en el proceso de recogida y análisis de datos numéricos para describir, predecir o controlar la información sobre las pruebas de laboratorio y los factores asociados a la anemia en niños preescolares y escolares. Este tipo de investigación permitió probar las relaciones causales entre la variable independiente, pruebas de laboratorio y la variable dependiente, factores asociados a la anemia, para generalizar los resultados a poblaciones más amplias de infantes, validando la hipótesis ya que se cuantifica el problema considerado y proporciona resultados estadísticos para medir su impacto.

La investigación documental se construye mediante la interpretación y el análisis sistemáticos de documentos o registros existentes como fuentes de información. Estos documentos pueden ser materiales escritos, visuales o sonoros, como libros, artículos, fotografías, vídeos y grabaciones de audio, etc. En términos sencillos, es una forma de investigación que utiliza documentos para obtener información precisa sobre un tema concreto⁽⁴⁶⁾.

En el presente trabajo, permitió acceder a documentos y materiales existentes para su análisis e interpretación sobre las pruebas de laboratorio y factores asociados a anemia en niños preescolares y escolares. Tuvo la ventaja en la diversidad de fuentes de información, las perspectivas históricas y el acceso a grandes volúmenes de datos para su análisis, sobre todo en tesis de pregrado y posgrado del área de la salud. Facilitó comprender los síntomas, diagnóstico, tratamiento y prevención de la anemia en los infantes.

Técnicas de recolección de datos

Entre las técnicas de recolección de datos que se usaron en el proyecto, se encuentran la observación y la revisión de documentos como se detalla a continuación:

Las observaciones consisten en confirmar visualmente lo que ocurre. Es esencial tomar buenas notas: la calidad de la toma de notas afecta directamente a la calidad de los datos recogidos⁽³¹⁾. En el proyecto ayudo a observar el fenómeno de las pruebas de laboratorio y factores asociados a anemia en niños preescolares y escolares, para tener un modelo predictivo del diagnóstico de la anemia infantil, que ayude a mejorar los tratamientos y procesos sanitarios.

La revisión de documentos consistía en buscar y revisar documentos que van desde cartas de reclamación, informes del sector, documentos políticos o más estratégicos, para comprender mejor el problema. La lectura comprensiva de las fuentes bibliográficas permitió la construcción de la idea central del problema, así como la solución del mismo desde las bases teóricas de científicos que se antepusieron al estudio de dicho fenómeno⁽³⁵⁾. El proyecto permitirá investigar en documentos y repositorios, la información científica y epistemológica de las pruebas de laboratorio y factores asociados a anemia en niños preescolares y escolares.

Población de estudio y tamaño de muestra

La población de este estudio quedo establecida por la totalidad de fuentes bibliográficas que abordo la temática referente al tema de investigación. Además, que estén publicadas en bases de datos bibliográficas como Lilac, Latindex, Scopus, Scielo, Pubmed, Elsevier, FASO, Redalyc y Dialnet y de la biblioteca digital de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). Por otra parte, la muestra quedo conformada por las revisiones bibliográficas relacionadas al aporte del perfil de susceptibilidad en pruebas de laboratorio y factores asociados a anemia en niños preescolares y escolares, con una vigencia entre 5 y 10 años de ser publicadas y disponibles en las bases de datos seleccionadas.

Criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de Exclusión

- Artículos científicos que no aportaron a la temática en el perfil de pruebas de laboratorio y factores asociados a anemia en niños preescolares y escolares.

- Artículos a los que no se puede tener acceso al texto completo mediante los recursos como Wikipedia, monografías, páginas web sin valor científico etc.
- Artículos duplicados, incompletos o mal documentados
- Artículos que tienen más de 10 años de antigüedad

Criterios de Inclusión

- Artículos que han sido publicados en los últimos 10 años.
- Artículos científicos que tengan información relevante con respecto al tema.
- Artículos que tengan validez científica publicada en las diferentes bases de datos reconocidas como: Scielo, Redalycs, dialnet, etc.
- Estudios publicados en los idiomas inglés y español.

Métodos de análisis, y procesamiento de datos

Evaluación inicial: La evaluación inicial recopila información existente sobre el grupo objetivo (niños de 3 a 14 años). Esto es necesario como base para la evaluación rápida. Esta se llevó a cabo mediante la lectura de los informes clínicos en el Hospital General Delfina Torres de Concha, que mostraron que en esta zona las enfermedades prevalentes eran la malnutrición proteico-energética (PEM), la diarrea, la malaria y la infección respiratoria aguda (ARI). Las principales causas de mortalidad entre los niños menores de 14 años eran las cuatro enfermedades anteriores⁽²⁷⁾.

Estudio piloto: Se realizó un estudio piloto para comprobar la validez del cuestionario. Se seleccionaron al azar 25 hogares, se rellenó el cuestionario, se registraron el peso y la estatura de los niños de 3 a 14 años y se extrajeron muestras de sangre venosa para medir la hemoglobina. La prevalencia de la malnutrición era de aproximadamente el 13% y alrededor del 8% de los niños estaban anémicos (niveles de Hb < 11,0 g/dl)⁽³¹⁾.

Realización actividades

Actividad: El número de hogares visitados fue de 200, se cumplimentó el cuestionario de cada hogar y se realizaron mediciones antropométricas (peso y talla) de cada niño. Siempre que fue posible se recogieron muestras de sangre venosa según lo previsto⁽³⁵⁾. Sin embargo, de los 200 cuestionarios sólo se seleccionaron 170, y el resto se rechazó porque los encuestados no cooperaron o no respondieron a preguntas vitales, como episodios de enfermedad, ingresos, etc.

Medidas antropométricas:

- **Peso:** Se pesó a los niños con la mínima ropa y descalzos con una precisión de 0,1 Kg.
- **Estatura:** La estatura de los niños se midió de pie y descalzos sobre una superficie horizontal, el niño se mantenía erguido con los talones, las rodillas y los hombros contra la pared y se medía con una precisión de 0,1 cm. ⁽⁴⁸⁾.

Investigaciones hematológicas

Extracción de sangre: Se recogieron 110 muestras de sangre utilizando tubos capilares de vidrio de 1 mm. La sangre se utilizó para la determinación de la hemoglobina y la investigación hematológicas, se recogió sangre venosa utilizando 5 ml jeringas desechables. Las muestras se usaron para estudios posteriores (estimación del hierro sérico, la capacidad total insaturada de fijación del hierro y la ferritina sérica)⁽¹¹⁾.

Hierro sérico total: El hierro sérico total se determinó utilizando el Kit de Diagnóstico SIGMA utilizando ferrozina. El método se basa en la disociación del hierro sérico unido a la transferrina para formar iones ferrosos a pH ácido y en presencia de un agente reductor adecuado. El hierro ferroso reacciona con la ferrozina para producir un complejo de color magenta con un máximo de absorción a 560 nm. La diferencia de intensidad del color a esta longitud de onda, antes y después de la adición de ferrozina, es proporcional a la concentración de hierro sérico⁽³⁵⁾.

Capacidad de fijación del hierro no saturado (UIBC): La UIBC sérica se determinó según el Kit de diagnóstico SIGMA utilizando ferrozina. A pH alcalino, el hierro ferroso añadido al suero se une específicamente a la transferrina en sitios de unión de hierro insaturados. Los iones ferrosos no unidos restantes se miden con la reacción de ferrozina. La diferencia entre la cantidad de hierro no unido y la cantidad total añadida al suero equivale a la cantidad unida a la transferrina, que es la cantidad de UIBC⁽⁴⁹⁾.

Capacidad total de fijación del hierro (TIBC): La TIBC sérica se calcula de la siguiente manera:

$$TIBC(ug/dl) = Hierro\ sérico + UIBC\ sérico$$

Tasa de saturación de transferrina (TSR): La tasa de saturación de transferrina se calcula de la siguiente manera:

$$TSR(\%) = \frac{Hierro\ sérico}{TIBC} * 100$$

Ferritina sérica: Se utilizó el Kit BIO-RAD para la determinación cuantitativa por inmunoensayo de la ferritina en suero humano. El método se basa en el principio de un ensayo inmunoenzimático en fase sólida que utiliza dos anticuerpos diferentes que tienen una gran afinidad y especificidad por los distintos determinantes antigénicos de la molécula de ferritina intacta⁽³¹⁾.

Análisis estadístico

Se construyó una base de datos y los resultados se presentaron como Media \pm Desviación Estándar (D.E.). Se realizaron análisis estadísticos para el análisis de los datos obtenidos (socioeconómicos, antropométricos, frecuencia alimentaria). Los datos con distribución normal se analizaron mediante la prueba t de student, la prueba chi-cuadrado y el análisis de la varianza⁽⁴³⁾.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas de laboratorio que ayudan al diagnóstico de anemia en niños preescolares y escolares.

En base a lo descrito en el desarrollo de la investigación, se puede afirmar que la anemia es una condición en la cual el cuerpo no tiene suficientes glóbulos rojos sanos para transportar adecuadamente el oxígeno a los tejidos del cuerpo. Es importante identificar y tratar la anemia en los niños escolares y preescolares, ya que puede afectar su crecimiento y desarrollo. De esta manera para resolver este objetivo se recopiló los parámetros sanguíneos comúnmente utilizados para identificar la anemia, que incluyen la hemoglobina, el hematocrito (PCV), el hierro sérico (SFe), la tasa de saturación de transferrina (TSR), la capacidad total de fijación del hierro (TIBC) y la ferritina sérica (SF).

Tabla 5. Perfil férrico de preescolares y escolares de acuerdo a edad

Parámetro	Grupo de edad en meses				
	Preescolar		Escolar		
	36-48 n = 13	49-60 n = 11	61-84 n = 9	85-108 n = 13	>109 n = 4
Hemoglobina (g/dl)	12,0 \pm 2,1 (11,0 – 13,0)	12,0 \pm 1,0 (11,0 – 14,0)	12,9 \pm 2,0 (11,0 – 13,0)	12,1 \pm 0,5 (12,0 – 13,0)	12,5 \pm 2,0 (12,0 – 14,0)
Hierro sérico (μ g/dl)	68,0 \pm 30,0	66,0 \pm 24,0	68,0 \pm 32,0	62,0 \pm 25,0	70,0 \pm 35,0

TIBC (µg/dl)	271,7 ± 37,1 (238 – 352)	334,6 ± 64,4 (238 – 394)	366,1 ± 61,2 (265 – 435)	330,0 ± 63,0 (238 – 401)	310,2 ± 63,5 (238 – 401)
TSR (%)	15,6 ± 2,3 (13,0 – 18,0)	20,0 ± 4,4 (15,0 – 28,0)	19,9 ± 4,7 (14,0 – 27,0)	19,0 ± 5,8 (14,0 – 27,0)	19,4 ± 4,8 (14,0 – 27,0)
Ferritina sérica (µg/l)	15,5 ± 1,8 (12,0 – 20,0)	17,7 ± 2,9 (14,0 – 23,0)	17,4 ± 2,7 (14,0 – 22,0)	18,8 ± 4,4 (12,0 – 28,0)	21,1 ± 4,6 (15,0 – 28,0)
UIBC (µg/dl)	229,1 ± 32,1 (147-327)	265 ± 60,6 (147-327)	315,4 ± 36,4 (147-327)	291,2 ± 36,4 (147-327)	247,3 ± 39,1 (147-327)
Los valores son: media ± desviación estándar (D.E.)					

Análisis: El valor más bajo obtenido para la hemoglobina fue de 12,0 g/dl en preescolares de edades comprendidas entre 36-48 y 49-60 meses y 12,1 g/dl en escolares de edades comprendidas entre 85 a 108 meses.: hierro sérico 62,0 µg/dl, TIBC 271 µg/dl, TSR 15,6%, ferritina sérica fue de 15,5 µg/dl , UIBC 229.1 µg/dl en escolares comprendidas de 85-108 meses. No se encontraron diferencias significativas en ninguno de estos parámetros sanguíneos entre los distintos grupos de edad⁽¹²⁾.

Discusión: El valor más bajo obtenido para la hemoglobina fue de 12,0 g/dl y el más alto de 14,0 g/dl. Estos valores indican los extremos dentro de los cuales se encontraron los niveles de hemoglobina en la muestra analizada. A su vez, los rangos de los demás parámetros sanguíneos fueron los siguientes: hierro sérico (62,0 - 70,0 µg/dl), TIBC (271 - 366,2 µg/dl), y TSR (15,6 - 20,0%). Estos rangos representan los valores mínimos y máximos encontrados para cada uno de estos parámetros de valoración de la anemia, demostrando que no hay padecimiento de esta patología.

Por otra parte, el valor más bajo de ferritina sérica fue de 15,5 µg/dl y el más alto de 21,1 µg/dl. Estos valores indican los extremos dentro de los cuales se encontraron los niveles de ferritina sérica en la muestra analizada, develando una concentración normal, por ende, una carga adecuada de hierro en el organismo. Finalmente, no se encontraron diferencias significativas en ninguno de estos parámetros sanguíneos entre los distintos grupos de edad. Esto sugiere que, en la muestra analizada, la edad no tuvo un impacto significativo en los niveles de hemoglobina, hierro sérico, TIBC, TSR y ferritina sérica.

Según Bravo E. ⁽¹⁷⁾, presenta resultados de su investigación que indican que los niveles de hemoglobina, hierro sérico, TIBC, TSR y ferritina sérica se encuentran dentro de rangos normales en la muestra analizada. Para Bravo E. en sus hallazgos, no se observa presencia de anemia en ninguno de los grupos de edad estudiados. De esta manera Bravo E. concluye que la carga de hierro

en el organismo es adecuada y que la edad no tuvo un impacto significativo en los parámetros evaluados.

En contraste, para Bacuilima R. y Vera D. ⁽²⁷⁾ presentan resultados de su investigación que muestran una alta prevalencia de anemia en los grupos de edad estudiados. Bacuilima R. y Vera D. argumentan que, a pesar de que los niveles de hemoglobina se encuentren dentro de rangos normales, los valores más bajos podrían indicar una condición de anemia en algunos individuos. Además, Bacuilima R. y Vera D. destacan la importancia de evaluar otros parámetros, como el volumen corpuscular medio (VCM) y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), para obtener una imagen más completa de la anemia.

Según García I. ⁽¹⁶⁾, investigadora de la anemia ferropénica, se centra en la relación entre los niveles de ferritina sérica y la presencia de anemia en la muestra analizada. García I. argumenta que, a pesar de que los valores de ferritina sérica se encuentren dentro de rangos normales, estos no necesariamente reflejan una carga adecuada de hierro en el organismo. Para García I. destaca la importancia de evaluar otros indicadores de la disponibilidad de hierro, como la transferrina y la saturación de transferrina, para determinar si existe una deficiencia de hierro subyacente que no se refleja en los niveles de ferritina sérica.

Tabla 6. Perfil férrico en relación con el lugar de origen de escolares y preescolares

Parámetros sanguíneos	Sur de Ecuador	Norte de Ecuador
Hemoglobina (g/dl)	12,6 ± 0,62 ^a	12,6 ± 0,78 ^a
SFe (µg/dl)	67,0 ± 26,4 ^b	57,6 ± 21,7 ^a
TIBC (µg/dl)	341,1 ± 60,7 ^d	304,1 ^d
TSR (%)	18,8 ± 4,7 ^e	18,8 ± 4,6 ^e
SF (µg/dl)	18,4 ± 4,5 ^f	17,8 ± 3,1 ^f
Valores = Media ± D.E.		
Los números que comparten las mismas letras no son significativamente diferentes a P = 0,05		

Análisis: La tabla 6 muestra los parámetros de hierro en sangre de la muestra de referencia del sur de Ecuador (32 niños) y del norte de Ecuador (18 niños), lo que podría reflejar el efecto de los diferentes hábitos dietéticos sobre estos parámetros. Tampoco en este caso se obtuvieron diferencias significativas en todos los parámetros de hierro en sangre ⁽⁴⁴⁾.

Discusión: Se realizó un estudio comparativo entre una muestra de referencia del sur de Ecuador, compuesta por 32 niños, y una muestra del norte del país, compuesta por 18 niños. El objetivo fue

evaluar los parámetros de hierro en sangre y su posible relación con los diferentes hábitos dietéticos en estas dos regiones geográficas. A pesar de las diferencias en los hábitos dietéticos entre el sur y el norte de Ecuador, no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los parámetros de hierro en sangre entre los grupos de niños de ambas regiones.

Esto sugiere que, en este estudio en particular, los hábitos dietéticos no tuvieron un impacto significativo en los niveles de hierro en sangre. Es importante tener en cuenta que esta interpretación se basa únicamente en los resultados proporcionados y no se dispone de información adicional sobre los hábitos dietéticos específicos de los niños en cada región. Por lo tanto, es posible que otros factores no considerados en este estudio puedan influir en los niveles de hierro en sangre.

Según Gómez L. ⁽²⁰⁾, argumenta que los hábitos dietéticos no son un factor determinante en los niveles de hierro en sangre en la población estudiada. Gómez L. destaca la importancia de considerar otros factores, como la absorción y utilización del hierro en el organismo, para comprender mejor la relación entre la dieta y los niveles de hierro en sangre. Además, Gómez L. sugiere que se realicen estudios adicionales que examinen otros posibles factores que puedan influir en estos niveles. La relación entre la dieta y los niveles de hierro en sangre es importante debido a que una ingesta adecuada de alimentos ricos en hierro es necesaria para mantener niveles adecuados de este mineral en el organismo. Gómez L. afirma que una dieta equilibrada y variada, que incluya fuentes de hierro hemo y no hemo, junto con una adecuada absorción y utilización del hierro, es fundamental para prevenir deficiencias de hierro y mantener una buena salud

Para Guerra M. y Malqui Y. ⁽³²⁾, presentan resultados de su investigación que muestran diferencias significativas en los niveles de hierro en sangre entre grupos de población con diferentes hábitos dietéticos. Guerra M. y Malqui Y. argumentan que, a pesar de no haber encontrado diferencias en este estudio en particular, otros estudios han demostrado una relación clara entre la dieta y los niveles de hierro en sangre. Además, Guerra M. y Malqui Y. enfatizan la importancia de considerar otros aspectos de la dieta, como la biodisponibilidad del hierro y la presencia de inhibidores o potenciadores de su absorción.

Según Ñique J. ⁽¹⁵⁾, se centra en la importancia de considerar otros factores socioeconómicos y de salud en la relación entre los hábitos dietéticos y los niveles de hierro en sangre. Ñique J. argumenta que, aunque los hábitos dietéticos pueden ser diferentes entre las diferentes regiones geográficas, otros factores, como la calidad de los alimentos disponibles y las prácticas de preparación de

alimentos, también pueden influir en los niveles de hierro en sangre. Además, Ñique J. sugiere que se realicen estudios adicionales que examinen más a fondo estos factores y su impacto en los niveles de hierro en sangre.

Grupo objetivo

Características generales: El grupo objetivo estaba formado por 170 niños de 3 a 14 años. Se eligió al azar un niño de cada uno de los 170 hogares elegidos para el estudio. La tabla 7 muestra las características generales de este grupo objetivo.

Factores asociados a anemia en niños en edad preescolar y escolar

Los factores más frecuentes que interfieren en la prevalencia de la anemia en niños preescolares y escolares, determinando que el número de hijos/hijas en los hogares es un factor que limita la economía, y por ende el acceso a una adecuada alimentación, el periodo de destete de los niños, las enfermedades del historial clínico de cada infante como: episodios de paludismo, infestación por parásitos (*Ascaris lambricodes* e *Hymenolepsis nana*), infección de las vías respiratorias superiores, episodios de diarrea, episodios de giardiasis.

Tabla 7. Situación socioeconómica de los hogares

Variable	Número	Porcentaje (%)
Número de personas/hogar:		
1 – 4	26	15,3
5 – 10	119	70,0
11 – 15	22	12,9
16 – 22	3	1,8
Total	170	100
Nivel educativo de la madre:		
Ninguno	102	60,0
Intermedio	3	1,8
Primaria	31	18,2
Secundaria	32	18,8
Universidad	2	1,1
Total	170	100
Nivel educativo del padre:		
Ninguno	80	47,0
Intermedio	2	1,0
Primaria	29	17,1
Secundaria	46	27,1
Universidad	13	7,6

Total	170	100
Ingresos familiares/mes (USDx10):		
<30	11	6,5
31 – 60	47	27,6
61 – 90	34	20,0
>90	78	45,9
Total	170	100
Fuente de ingresos del hogar:		
Padre	132	77,6
Madre	13	7,6
Padre + Madre	19	11,2
Familiares	6	3,5
Total	170	100

Análisis: Se seleccionó 170 hogares en los sectores más pobres de la provincia de Esmeraldas. El número de hogares se muestra en la tabla 7; la mayoría de los hogares (70%) tenían entre 5 y 10 personas. El analfabetismo era más frecuente entre las madres (60%) que entre los padres (47%), mientras que un número similar tenía estudios primarios. En general, los padres tenían más posibilidades de educación que las madres. El 45,9% de los hogares con ingresos mensuales superiores a 300 dólares trabajaban como jornaleros (por ejemplo, albañiles, pescadores, vendedores de verduras, etc.). Sólo el 6% tenía ingresos inferiores a 300 dólares al mes, con respecto a la fuente de ingresos del hogar el 77,6% provenía del padre ⁽²⁵⁾- (41)- (21).

Discusión: Los hogares seleccionados pertenecen a los sectores más pobres de la provincia de Esmeraldas, lo que indica que se realizó un estudio enfocado en una población vulnerable. En este sentido, la mayoría de los hogares (70%) tenían entre 5 y 10 personas, lo que sugiere que las familias en estos sectores tienden a ser numerosas. Además, el analfabetismo es más común entre las madres (60%) en comparación con los padres (47%), lo que indica una disparidad en la educación entre los géneros.

Según Acosta J. ⁽⁴²⁾, un destacado economista, argumenta que los resultados indican una clara desigualdad en la distribución de recursos y oportunidades en la provincia de Esmeraldas. Según Acosta J., las personas que viven en los sectores más pobres tienen menos acceso a educación y recursos, lo que perpetúa su situación de vulnerabilidad. Este estudio resalta la importancia de abordar estas desigualdades y garantizar el acceso equitativo a los servicios básicos, como la educación, para romper el ciclo de pobreza.

Para Huaman S. ⁽³¹⁾, una filósofa y teórica, argumenta que los resultados muestran una falta de desarrollo humano en los hogares seleccionados. Según Huaman S., el hecho de que la mayoría de los hogares sean numerosos y que haya altos niveles de analfabetismo entre las madres indica una privación de capacidades básicas, como la educación y la planificación familiar. Para Huaman S., es fundamental que las políticas públicas se enfoquen en garantizar un desarrollo humano integral y brinden oportunidades para que las personas puedan ejercer sus capacidades y vivir una vida digna.

Según Muñoz S. y Naranjo K. ⁽¹⁴⁾, investigadores conocidos por su trabajo sobre la desigualdad económica, argumentan que los resultados reflejan un problema estructural de desigualdad en la sociedad. Para Muñoz S. y Naranjo K., la concentración de la pobreza en los sectores más pobres de la provincia de Esmeraldas muestra la persistencia de desigualdades en la distribución de la riqueza y los recursos. Además, la disparidad en la educación entre los géneros resalta las desigualdades de género existentes. Muñoz S. y Naranjo K. abogarían por políticas redistributivas y medidas para reducir la brecha educativa de género con el fin de abordar estas desigualdades y promover una sociedad más justa.

Por otro lado, el 45,9% de los hogares con ingresos mensuales superiores a 300 dólares trabajaban como jornaleros, lo que sugiere que una parte significativa de la población depende de trabajos temporales y precarios para obtener ingresos. A esto se une que, solo el 6% de los hogares tenían ingresos inferiores a 300 dólares al mes, lo que indica que una minoría de los hogares se encuentra en una situación de extrema pobreza, debido que el costo de la canasta básica para el año 2023 oscila en un valor de 779,61 dólares.

Tabla 8. Factores que probablemente se correlacionaron con la prevalencia de la anemia

Factores	Niveles de Hb
Factores socioeconómicos:	
Ingresos totales	NS
Gasto en alimentación	10%
Educación del padre	NS
Educación de la madre	NS
Tamaño de la familia	1%
Número de hijos/hogar	5%
Estado nutricional:	
Desperdiciar	NS
Retraso del crecimiento	NS
Enfermedades infecciosas:	
Infecciones respiratorias agudas	1%

Paludismo/malaria	5%
Giardiasis intestinalis	5%
Lombrices	5%
No significativo: NS	
Significativo: a = al 1%; b = al 5%; c = al 10%	

Análisis: La tabla 8 enumera los factores que probablemente podrían estar relacionados con la gravedad de la anemia en Ecuador. Se observó una correlación muy significativa entre el tamaño de la familia y la gravedad de la anemia, es decir, un aumento del número de miembros de la familia provocó un aumento de la gravedad de la anemia. Asimismo, un aumento del número de niños por hogar provoca un aumento de la gravedad de la anemia ($P < 0,05$). No hubo relación significativa ($P \geq 0,01$) entre el gasto en alimentos y la gravedad de la anemia.

Sin embargo, el estudio mostró que los ingresos totales y la educación de los padres no estaban relacionados con la gravedad de la anemia. El estado nutricional de los niños no se correlacionó con la gravedad de la anemia. Los episodios de malaria o paludismo e infecciones respiratorias agudas se correlacionaron significativamente con la gravedad de la anemia. Los episodios de infección por giardia intestinalis se correlacionaron significativamente con la gravedad de la anemia ($P < 0,05$)⁽³²⁾.

Discusión: Se observó una correlación muy significativa entre el tamaño de la familia y la gravedad de la anemia. Esto significa que a medida que aumenta el número de miembros en la familia, la gravedad de la anemia también aumenta. Esta relación es estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 99%. Además, se encontró que un aumento en el número de niños por hogar también provoca un aumento en la gravedad de la anemia. Esta relación también es estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95%. Por otra parte, no se encontró una relación significativa entre el gasto en alimentos y la gravedad de la anemia. Esto indica que el nivel de inversión en alimentos no está directamente relacionado con la gravedad de la anemia en este estudio.

En complemento, los ingresos totales y la educación de los padres no mostraron una relación significativa con la gravedad de la anemia. Esto indica que el nivel de ingresos y el nivel educativo de los padres no parecen influir en la gravedad de la anemia en este contexto específico. De igual forma, el estado nutricional de los niños no se correlacionó con la gravedad de la anemia. Esto sugiere que la anemia no está relacionada con la malnutrición generalizada en los niños estudiados. Por otro lado, se encontró una correlación significativa entre los episodios de malaria o paludismo

y las infecciones respiratorias agudas con la gravedad de la anemia. Esto indica que la presencia de estas enfermedades se asocia con una mayor gravedad de la anemia. Lo mismo ocurre entre los episodios de infección por giardia y la gravedad de la anemia ferropénica. Esto sugiere que la presencia de la infección por giardia puede empeorar la gravedad de la anemia.

Según Román C. et al. ⁽⁴⁹⁾, destacados investigadores de los derechos de los niños, argumentan que los resultados resaltan la importancia de abordar la anemia desde una perspectiva holística. Román C. et al. argumentan que si bien los factores socioeconómicos, como el tamaño de la familia y el nivel de ingresos, no parecen tener un impacto directo en la gravedad de la anemia, es crucial considerar otros determinantes de la salud, como las enfermedades infecciosas. Román C. et al. enfatizan la necesidad de programas integrales de salud y nutrición que aborden tanto la anemia como las enfermedades infecciosas para mejorar la salud de los niños en este contexto.

Para Vivas J. ⁽²¹⁾, una destacada investigadora de la nutrición infantil, argumenta que los resultados subrayan la importancia de abordar las desigualdades en el acceso a la atención médica y la prevención de enfermedades. Según Vivas J., la correlación entre la gravedad de la anemia y las infecciones como la malaria y las infecciones respiratorias agudas indica que los niños más vulnerables a estas enfermedades también son más propensos a sufrir de anemia. Vivas J. destacaría la importancia de garantizar el acceso equitativo a servicios de salud de calidad y medidas preventivas para reducir la carga de enfermedades y mejorar la salud de los niños en estas comunidades.

Según López A. ⁽¹³⁾, investigador de la anemia y la alimentación preescolar y escolar, argumentaría que los resultados destacan la necesidad de un enfoque multidisciplinario para abordar la anemia. López A. argumenta que, si bien los factores socioeconómicos y nutricionales no parecen tener un impacto directo en la gravedad de la anemia en su estudio, es crucial considerar la interacción de diversos factores, como las enfermedades infecciosas y las condiciones de vida, en la salud de los niños. López A. enfatiza la importancia de abordar la anemia como parte de un enfoque integral de salud pública que abarque la prevención y el tratamiento de enfermedades, así como la mejora de las condiciones de vida y el acceso a servicios de salud.

Resultados obtenidos de pruebas de laboratorio en anemia en niños preescolares y escolares.

El cumplimiento de este objetivo está basado en la tabulación de las matrices de múltiple entrada porque se organizó la información recopilada en un formato claro y conciso con los registros y celdas adecuadas, estableciendo que las edades propensas a padecer anemia con mayor frecuencia

están agrupadas de 3 a 7 años en el nivel preescolar y escolar respectivamente; la anemia ferropénica es la de mayor incidencia.

Tabla 7. Características generales del grupo destinatario (n=170)

Variable		Número	Porcentaje
Número de niños/hogar:			
1 – 4		89	52,3
5 – 9		81	47,7
Edad (meses):			
Preescolar	36 – 48	28	16,5
	49 – 60	59	34,7
Escolar	61 – 84	58	34,1
	85 – 108	4	14,1
	>109	1	0,6
Edad del destete:			
<1		151	88,8
1 – 2		15	8,8
≥2		4	2,4
Episodios de paludismo/malaria:			
Ninguno		148	87,1
1		18	10,6
>1		4	2,3
Episodios de diarrea:			
Ninguno		60	35,3
1 – 2		95	55,9
>2		15	8,8
Episodios de giardia:			
Ninguno		132	77,6
1		28	16,4
>1		10	5,9
Episodios de infección de las vías respiratorias altas:			
Ninguno		137	80,6
1		28	16,5
>1		5	2,9
Episodios de infestaciones parasitarias:			
Ninguno		152	89,4
1		18	10,6
>1		0	0

Análisis: Los hogares con 1-4 hijos y 5-9 hijos eran el 52,3% y el 47,7% respectivamente. La mayoría de los niños tenían 5 años o menos (51,2%), con una proporción mayor entre 49 y 60 meses (34,7%). El grupo de edad de 36 a 48 meses representaba el 16,5%, y sólo había un niño

mayor de 9 años ⁽⁴⁴⁾. La mayoría de los niños (88,8%) fueron destetados con menos de un año de edad. Más del 80% de la muestra no sufrió episodios de paludismo, infestación por parásitos, ni infección de las vías respiratorias superiores, y la mayoría (64,7%) tuvo uno o más episodios de diarrea en los tres meses anteriores. Los episodios de giardiasis afectaron a 38 niños. La infestación parasitaria, que afectó a 18 niños, incluía *Ascaris lambricodes* e *Hymenolepsis nana* ^{(20)- (14)}.

Discusión: La distribución de los hogares según el número de hijos muestra que el 52,3% de los hogares tienen entre 1 y 4 hijos, mientras que el 47,7% tienen entre 5 y 9 hijos. Esto indica que hay una proporción similar de hogares con diferentes tamaños de familia en la muestra analizada. Por otra parte, la mayoría de los niños (88,8%) fueron destetados antes de cumplir un año de edad, lo que indica que la lactancia materna se interrumpió tempranamente en la mayoría de los casos. Asimismo, más del 80% de la muestra no sufrió episodios de paludismo, infestación por parásitos o infección de las vías respiratorias superiores, lo que sugiere que la mayoría de los niños no presentaron estas enfermedades en el período previo. Sin embargo, la mayoría de los niños (64,7%) tuvo uno o más episodios de diarrea en los tres meses anteriores, lo que indica una alta prevalencia de esta enfermedad. También, se observó que 38 niños tuvieron episodios de giardiasis, una enfermedad causada por el parásito Giardia. Otros 18 niños presentaron infestación parasitaria, incluyendo *Ascaris lambricodes* e *Hymenolepsis nana*.

Según Berrio D. ⁽⁴⁰⁾, pedagoga y médica, argumenta que los resultados indican la necesidad de promover prácticas de lactancia materna prolongada. Berrio D. enfatiza la importancia de la lactancia materna exclusiva durante los primeros seis meses de vida y la continuación de la lactancia materna junto con la introducción de alimentos complementarios hasta al menos los dos años de edad. Para Berrio D., la interrupción temprana de la lactancia materna puede tener repercusiones negativas en la salud y bienestar de los niños, y promover prácticas de lactancia materna adecuadas es fundamental para su desarrollo saludable.

Para Orellana M. ⁽²⁹⁾, exdirectora de un centro de nutrición infantil, argumenta que los resultados destacan la necesidad de abordar la alta prevalencia de diarrea y enfermedades parasitarias en los niños. Orellana M. enfatiza la importancia de mejorar las condiciones de higiene y saneamiento, así como promover prácticas adecuadas de higiene personal, para reducir la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos. Además, Orellana M. resaltó la importancia de programas de educación y prevención para abordar la infestación parasitaria y enfermedades como la giardiasis, con el objetivo de mejorar la salud y bienestar de los niños en estas comunidades.

Según Valer K. ⁽²³⁾, investigadora de la salud infantil y la nutrición, argumenta que los resultados subrayan la necesidad de mejorar la calidad y seguridad alimentaria en estas comunidades. Valer K. enfatiza la importancia de asegurar que los alimentos consumidos por los niños estén libres de contaminantes y parásitos, y promover prácticas adecuadas de manipulación y almacenamiento de alimentos para prevenir enfermedades transmitidas por alimentos. Además, Valer K. resalta la importancia de programas de educación nutricional para promover una alimentación saludable y equilibrada, como parte de un enfoque integral para mejorar la salud de los niños en estas comunidades.

Grupo de estudio

Tabla 8. Distribución de los niños por estado nutricional y gravedad de la anemia

Estado nutricional	N° de niños	Gravedad de la anemia			
		Normal	Leve	Moderado	Severo
Normal	94	4	9	56	25
Moderado	11	-	1	8	2
Severo	5	-	-	4	1
Total	110	4 (3,6%)	10 (9,1%)	68 (61,8%)	28 (25,4%)

Prevalencia de la anemia: Se eligió un grupo de estudio de 110 niños del grupo objetivo de 170 niños para realizar exámenes hematológicos. De la muestra, 106 niños (96,3%) estaban anémicos, con un nivel de hemoglobina inferior a 11,0 g/dl. Sólo 4 niños tenían una Hb superior a 11,0 g/dl, como se muestra en la tabla 8. Los resultados fueron confirmados por exámenes de morfología celular que mostraron eritrocitos microcíticos hipocrómicos.

Análisis: La medición de la hemoglobina mostró que el 9,1% tenía anemia leve (Hb=10-11 g/dl), 61,8% presentaban anemia moderada (Hb=7-10 g/dl), y 25,4% padecían anemia grave (Hb<7 g/dl) ^{(27)- (12)}. Además, en la tabla 8 se muestra el estado nutricional de los niños (n=110) y la gravedad de la anemia. Sólo cuatro de los niños con un estado nutricional normal presentaban niveles de hemoglobina normales (Hb>11,0 g/dl)⁽⁴²⁾.

Discusión: La medición de la hemoglobina reveló que un porcentaje significativo de los niños en la muestra presentaba anemia. El 9,1% tenía anemia leve (Hb=10-11 g/dl), el 61,8% presentaba anemia moderada (Hb=7-10 g/dl), y el 25,4% padecían anemia grave (Hb<7 g/dl). Estos valores indican la gravedad de la anemia en la muestra analizada. De igual forma, se observa que solo

cuatro de los niños con un estado nutricional normal presentaban niveles de hemoglobina normales (Hb>11,0 g/dl). Esto sugiere que la mayoría de los niños con un estado nutricional normal también presentaban anemia de algún grado.

Según Torres B. ⁽⁴¹⁾, escritor y activista especializado en alimentación y agricultura, argumenta que los resultados resaltan la importancia de una alimentación saludable y equilibrada para prevenir la anemia. Torres B. enfatiza la necesidad de promover una dieta rica en hierro, vitaminas y minerales, a través del consumo de alimentos frescos y no procesados. Además, Torres B. destaca la importancia de promover la diversidad en la alimentación, incluyendo alimentos de origen vegetal y animal, para asegurar una ingesta adecuada de nutrientes esenciales y prevenir deficiencias que puedan conducir a la anemia.

Para Cárdenas B. ⁽³⁸⁾, especialista en dietética y nutrición infantil, argumenta que los resultados subrayan la necesidad de abordar la anemia como un problema de salud pública. Cárdenas B. enfatiza la importancia de implementar programas de fortificación de alimentos con hierro y otros nutrientes esenciales, especialmente en comunidades donde la anemia es prevalente. Además, Cárdenas B. resalta la importancia de mejorar el acceso a servicios de salud y promover la educación sobre la importancia de una alimentación adecuada y la detección temprana de la anemia. Cárdenas B. aboga por un enfoque integral que combine medidas preventivas y de tratamiento para abordar la anemia en la población.

Según Pardo K. ⁽¹⁸⁾, investigador de la anemia y la salud infantil, argumenta que los resultados destacan la necesidad de abordar las desigualdades en el acceso a una alimentación adecuada. Pardo K. enfatiza la importancia de abordar las causas subyacentes de la anemia, como la pobreza y la falta de acceso a alimentos nutritivos. Pardo K. resalta la importancia de implementar políticas y programas que promuevan la equidad en el acceso a alimentos saludables, especialmente para las comunidades más vulnerables. Además, Pardo K. aboga por enfoques integrados que combinen medidas nutricionales, agrícolas y de desarrollo rural para abordar la anemia y mejorar la seguridad alimentaria en estas comunidades.

Tabla 9. Parámetros de anemia sanguínea según la edad

Parámetro	Grupos de edad en meses				
	Preescolar		Escolar		
	36 - 48	49 - 60	61 - 84	85 - 108	>109
Hb (g/dl)	8,4 ± 1,4	7,8 ± 1,4	7,8 ± 1,5	8,9 ± 0,9	10,1
SFe (µg/dl)	23,4 ± 1,4	23,5 ± 5,2	20,5 ± 5,7	26,8 ± 3,4	36,0

TIBC (µg/dl)	465 ± 34,9	474 ± 37,3	495 ± 41,8	409 ± 99,7	438
TSR (%)	5,6 ± 0,2	4,4 ± 1,4	4,4 ± 1,5	6,6 ± 1,1	6,8
SF (µg/l)	7,6 ± 1,0	7,6 ± 1,3	6,8 ± 1,6	8,0 ± 2,0	9,2
UIBC (µg/dl)	431 ± 34,3	447 ± 38,9	440 ± 38,3	383 ± 96,4	408
Los valores se expresan como medias ± D.E.					

De los 106 niños, se tomaron muestras de sangre de setenta niños anémicos (niveles de hemoglobina inferiores al 11,0 g/dl), se investigaron además la hemoglobina, el hierro sérico, la capacidad total insaturada de fijación del hierro, la ferritina sérica, la tasa de saturación de transferrina y la capacidad total de fijación del hierro⁽³⁸⁾. Se excluyeron 20 muestras porque los niños padecían otras enfermedades que modificaban la ferritina sérica.

Análisis: La tabla 9 muestra los parámetros de anemia sanguínea según la edad que presentaban valores bajos de hemoglobina, hierro sérico, tasa de saturación de transferrina y ferritina sérica, con valores elevados de capacidad total de fijación del hierro⁽²⁶⁾. Estos resultados indicaban claramente que estos cincuenta niños padecían anemia ferropénica, lo que se confirmó al comparar estos valores con los obtenidos en los niños de referencia, o considerados sanos.

Discusión: Se realizó un análisis de los parámetros de anemia sanguínea en un grupo de cincuenta niños. Los resultados mostraron que todos estos niños presentaban valores bajos de hemoglobina, hierro sérico, tasa de saturación de transferrina y ferritina sérica. Además, se observaron valores elevados de capacidad total de fijación del hierro. Estos hallazgos indican claramente que estos 50 niños padecen anemia ferropénica, que es una condición caracterizada por una deficiencia de hierro en el organismo. Para confirmar el diagnóstico de anemia ferropénica, se compararon estos valores con los obtenidos en niños de referencia o considerados sanos. La comparación demostró que los valores de los parámetros en los 50 niños eran significativamente diferentes y consistentes con la presencia de anemia ferropénica.

Según Huaycha W.⁽⁴³⁾, argumenta que los resultados del análisis respaldan la presencia de anemia ferropénica en los 50 niños estudiados. Huaycha W. explica que la anemia ferropénica es causada por una deficiencia de hierro en el organismo, lo cual se refleja en los valores bajos de hemoglobina, hierro sérico, tasa de saturación de transferrina y ferritina sérica observados en los niños. Además, señala que los valores elevados de capacidad total de fijación del hierro son

consistentes con la respuesta del organismo para compensar la falta de hierro. Para Huaycha W., estos hallazgos confirman claramente el diagnóstico de anemia ferropénica en los niños estudiados.

Para Vázquez A. ⁽²²⁾, destaca en sus resultados del análisis que es imperante después de una observación física, examinar la repercusión de la anemia ferropénica en el desarrollo y crecimiento de los niños afectados. Vázquez A. destaca que la deficiencia de hierro puede tener consecuencias negativas en el rendimiento académico, la capacidad de concentración y la función cognitiva de los niños. Además, Vázquez A. resalta la importancia de abordar esta condición de manera temprana y efectiva para prevenir complicaciones a largo plazo y asegurar un desarrollo saludable en estos niños. También, destaca la relevancia de factores como la presencia de enfermedades crónicas, parásitos intestinales o menstruación en niñas adolescentes, que pueden aumentar el riesgo de desarrollar anemia ferropénica

Según Durand R. ⁽¹²⁾, con su investigación se puede argumentar la importancia de educar a los padres y cuidadores sobre la prevención y manejo de la anemia ferropénica en niños. Durand R. menciona la importancia de promover una alimentación balanceada y rica en hierro, así como la necesidad de realizar pruebas de detección de anemia de manera regular en la población infantil. Además, Durand R. discutir la relevancia de brindar información clara y accesible sobre la importancia del hierro en la dieta y las opciones de suplementación disponibles para prevenir y tratar la anemia ferropénica en niños, más aún en infantes prescolares.

Tabla 10. Características generales del grupo de estudio

Características		Número
Edad:		
Preescolar	36 - 48	9
	49 - 60	15
Escolar	61 - 84	12
	85 - 108	13
	>109	1
Total		50
Estado nutricional:		
Normal		42
Leve		5
Severo		3
Total		50
Niveles de hemoglobina (g/dl):		
<7,0		17
7,0 – 10,0		25
10,1 < 11,0		8
Total		50
Infecciones parasitarias:		

<i>Ascaris lumbricoides</i>	1
<i>Entamoeba coli</i>	1
<i>Hymenolepis nana</i>	2
<i>Giardia lamblia</i>	17
<i>Plasmodium falciparum</i>	13
Total	34

Análisis: Las características generales del grupo de estudio se muestran en la tabla 10. Los niños eran en su mayoría mayores de 5 años (82%), padecían anemia ferropénica (AIF), pero la mayoría (84%) presentaba un estado nutricional normal (peso para la talla). El 68% de los niños sufrían infecciones parasitarias, entre las que se incluían infestaciones por lombrices (4%), malaria (26%) y giardia (34%)⁽²⁹⁾.

Discusión: La mayoría de los niños incluidos en el estudio tenían más de 5 años, representando el 82% de la muestra. En este sentido, se detectó que la mayoría de estos niños padecían anemia ferropénica, una condición caracterizada por una deficiencia de hierro en el organismo. A pesar de presentar anemia ferropénica, se observó que la gran mayoría de los niños (84%) tenían un estado nutricional normal en términos de peso para la talla. Esto sugiere que la falta de hierro en el organismo no estaba relacionada con una malnutrición generalizada en estos niños. A su vez, se encontró que el 68% de los niños sufrían infecciones parasitarias, entre las que se incluían infestaciones por lombrices (4%), malaria (26%) y giardia (34%). Estas infecciones parasitarias podrían ser un factor contribuyente a la anemia ferropénica en estos niños.

Según Quispe M. y Quispe M.⁽²⁴⁾, investigadores en el área de la nutrición de los niños y la salud familiar, argumentan que la alta prevalencia de anemia ferropénica en niños mayores de 5 años es preocupante, ya que esta deficiencia nutricional puede tener graves consecuencias para su salud a largo plazo. Además, Quispe M. y Quispe M. deducen que el hecho de que la mayoría de estos niños presenten un estado nutricional normal en términos de peso para la talla sugiere que la falta de hierro en el organismo podría estar relacionada con una dieta deficiente en este mineral o con problemas de absorción. Para Quispe M. y Quispe M. los niños en edad escolar y preescolar pueden tener una dieta desequilibrada y pobre en alimentos ricos en hierro, como carnes rojas, legumbres y alimentos fortificados. Esto puede resultar en una ingesta insuficiente de hierro y contribuir a la deficiencia de hierro y agravar la anemia.

Para Méndez C.⁽⁵¹⁾, profesional en el campo de la pedagogía y la anemia, destaca la importancia de las infecciones parasitarias como factor contribuyente a la anemia ferropénica en estos niños. Según Méndez C., la presencia de parásitos en el organismo puede interferir en la absorción del

hierro y contribuir a su deficiencia. Además, Méndez C. subraya que la infección por malaria es especialmente preocupante, ya que puede causar una destrucción masiva de glóbulos rojos y agravar la anemia. Méndez C. asegura que la malaria, causada por la infección del parásito *Plasmodium*, puede agravar la anemia porque el parásito invade los glóbulos rojos y se multiplica dentro de ellos. Esto puede llevar a la destrucción prematura de los glóbulos rojos infectados, lo que reduce la cantidad de glóbulos rojos disponibles en la circulación y contribuye a la anemia. También, induce la disfunción de la médula ósea, donde se producen los glóbulos rojos

Según Ruiz J. y Tafur R. ⁽³⁰⁾, investigadores de la patología de la anemia y la salud en escolares resaltan la necesidad de abordar la anemia ferropénica y las infecciones parasitarias en conjunto, a través de intervenciones integrales de salud pública. Para Ruiz J. y Tafur R. los parásitos intestinales, como las lombrices intestinales (ascaris), los gusanos intestinales (anchilostomas) y la giardia, pueden infectar el tracto gastrointestinal de los niños. Estas infecciones pueden causar daño en el revestimiento intestinal y provocar sangrado, lo que lleva a la pérdida de hierro y, eventualmente, a la anemia. Ruiz J. y Tafur R. aseveran que es fundamental garantizar el acceso a una alimentación adecuada y a suplementos de hierro, así como a programas de prevención y tratamiento de las infecciones parasitarias. Además, Ruiz J. y Tafur R. afirman que es necesario mejorar las condiciones sanitarias y de higiene en las comunidades donde se desarrolla este tipo de problemáticas, un ejemplo claro son las comunidades más pobres de Ecuador, como es el caso de las poblaciones rurales de Esmeraldas.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La investigación de las pruebas de laboratorio y factores asociados a anemia en niños preescolares y escolares demuestra que estos infantes; sobre todo en provincias consideradas pobres del Ecuador, padecen una elevada prevalencia de anemia (96,4%), de la que el 25,4% aproximadamente son casos graves, además el 66% frecuentemente son casos de anemia ferropénica.
- Las pruebas de laboratorio que ayudan al diagnóstico de anemia en niños preescolares y escolares consideradas más eficaces según la literatura científica y los estudios en repositorios internacionales son la hemoglobina, el hematocrito, el hierro sérico (SFe), recuento de eritrocitos, la tasa de saturación de transferrina (TSR), la capacidad total de fijación del hierro (TIBC), la ferritina sérica (SF) y la capacidad latente de fijación de hierro (UIBC).
- La distinción de los factores asociados a anemia en niños en edad preescolar y escolar, revelaron que los de mayor prevalencia son el desplazamiento, hacinamiento y analfabetismo, que favorecen la propagación de infecciones que tienen un efecto directo sobre el equilibrio del hierro, también el tamaño de la familia, los bajos ingresos económicos, los casos de diarrea e infecciones respiratorias agudas, infecciones parasitarias, el paludismo y la malaria; el agua contaminada y las condiciones de vida insalubres en general han contribuido al aumento de los episodios de esta enfermedad.
- El perfil férrico y la edad de los niños preescolares y escolares tomando en cuenta los valores bajos de hemoglobina 12,0 g/dl en preescolares de edades comprendidas entre 36-48 meses y 49-60 meses y 12,1 g/dl en escolares de edades comprendidas entre 85 a 108 meses.: hierro sérico 62,0 µg/dl, TIBC 271 µg/dl, TSR 15,6%, ferritina sérica fue de 15,5 µg/dl , UIBC 229.1 µg/dl en escolares comprendidas de 85-108 meses, estos valores de los parámetros de estudio se encontraron dentro del rango de referencia no existe anemia pero los niños preescolares presentaron valores más bajos que los escolares.

Recomendaciones

- La anemia, principalmente la anemia ferropénica (AIF) es prevalente en Ecuador y afecta al crecimiento y el rendimiento escolar de los niños preescolares y escolares, por lo que debería considerarse un problema sanitario importante que requiere atención o, al menos, la misma importancia que las carencias de vitamina A y yodo en lo que respecta a los estándares de la ONU.
- Debe fomentarse el consumo de fuentes baratas de vitamina C, como el pimiento verde, las cebollas, los tomates y las frutas como mango, pomelo, limón, guayaba, naranjas durante su temporada, ya que a más de beneficiosos sus precios no son tan elevados como de costumbre. Además, el agua debe estar conectada a redes de servicio higiénico adecuados en cada uno de los hogares.
- Es importante considerar la higiene personal como medio para reducir las enfermedades prevalentes. La información sobre la anemia y sus factores causales en Ecuador sigue siendo escasa, por lo que se recomienda investigar más en este campo los patrones dietéticos, el medio ambiente (saneamiento y agua potable) y el control de enfermedades, que influyen en la prevalencia de esta patología.
- En Ecuador, las actividades en el ámbito de la nutrición están a cargo de numerosos departamentos de salud; en la mayoría de los casos, la falta de coordinación con los padres de familia es perjudicial para los niños. Por lo tanto, se recomienda una estrategia nacional dirigida por un organismo para coordinar todas las actividades nutricionales en beneficio de la población, en lugar de los esfuerzos dispersos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ENFERMERIA DD. SCIELO. [Online]; 2016. Acceso 24] de Juliode 2016. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412016000300015.
2. AVFT R. FACTORES ANEMIA. [Online]; 2019. Acceso 6] de FEBREROde 2019. Disponible en: https://www.revistaavft.com/images/revistas/2019/avft_6_2019/2_factores_anemia.pdf.
3. AVFT R. FACTORES ANEMIA. [Online]; 2019. Acceso 6] de FEBREROde 2019. Disponible en: https://www.revistaavft.com/images/revistas/2019/avft_6_2019/2_factores_anemia.pdf.
4. AVFT R. FACTORES ANEMIA. [Online]; 2019. Acceso 6] de FEBREROde 2019. Disponible en: https://www.revistaavft.com/images/revistas/2019/avft_6_2019/2_factores_anemia.pdf.
5. ECUADOR PUCD. Costos económicos de la anemia ferropénica en niños entre 0-5. [Online]; 2018. Acceso 5] de JUNIOde 2018. Disponible en: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15095/DISERTACION_CN.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En%20Ecuador%2C%20se%20identifica%2C%20que,la%20prevalencia%20de%20anemia%20ferrop%C3%A9nica.
6. CHIMBORAZO ESPD. EFECTO DE LA VITAMINA C COMBINADO CON SULFATO. [Online]; 2019. Acceso 3] de Septiembrede 2019. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/12506/1/10T00185.pdf>.
7. CHIMBORAZO ESPD. BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO. [Online]; 2017. Acceso 5] de marzode 2017. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7940/1/56T00748.PDF>.
8. altura Ndipeddaepd. REVISTA PERUANA DE MEDICINA EXPERIMENTAL Y SALUD PUBLICA. [Online]; 2017. Acceso 10] de OCTUBREde 2017. Disponible en: <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/3208/2922>.
9. anemia Faal. AVFT Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica. [Online]; 2019. Acceso 6 de JUNIOde 2019. Disponible en: https://www.revistaavft.com/images/revistas/2019/avft_6_2019/2_factores_anemia.pdf.

10. CHIMBORAZO ESPD. ESPECIALISTA EN MEDICINA FAMILIAR Y COMUNITARIA. [Online]; 2019. Acceso 5 de SEPTIEMBREde 2019. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/12506/1/10T00185.pdf>.
11. Carchi M, Tigre B. Frecuencia de anemia ferropénica en niños de 0 a 5 años que acuden al Hospital José Carrasco Arteaga periodo 2016-2018. Tesis de Pregrado. Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Médicas.
12. Durand R. Factores asociados a la anemia en niños menores de 3 años que acuden al Centro de Salud San Salvador, Cusco 2022. Tesis de Pregrado. Cusco: Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ciencias de la Salud.
13. López A. Determinación de ferritina, transferrina y cianocobalamina en niños de seis meses a cinco años de edad del Centro de Salud Quero, provincia de Tungurahua, y su asociación con anemias de origen carencial. Tesis de Pregrado. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud.
14. Muñoz S, Naranjo K. Factores de riesgo de anemia ferropénica en menores de 5 años hospitalizados Quito 2020. Tesis de Pregrado. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Salud.
15. Ñique J. Factores de riesgo asociados a la anemia en niños menores de 5 años atendidos en el Centro de Salud Fátima Patel, Palcazú Oxapampa 2020. Tesis de Posgrado. Huancayo: Universidad Continental, Facultad de Ciencias de la Salud.
16. García I. Factores asociados a la anemia en niños menores de 5 años: Análisis de la ENDES 2020. Tesis de Pregrado. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Medicina Hipólito Unanue.
17. Bravo E. La anemia y el desarrollo psicomotor en niños de 2 a 5 años de un Colegio del Distrito de La Victoria, Lima 2019. Tesis de Pregrado. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, facultad de Medicina.
18. Pardo K. Determinación y tratamiento de anemia en menores de 5 años en Centros de Desarrollo Infantil del Centro Hugo Guillermo González. Tesis De Pregrado. Loja: Universidad Nacional de Loja, Facultad de Salud Humana.
19. Rivera L. Anemia y factores asociados en niños menores de 3 años de Ayabaca Piura 2019. Tesis de Pregrado. Piura: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Medicina Humana.

20. Gómez L. Conocimientos maternos sobre anemia ferropénica y su relación con la prevalencia de anemia en niños del Centro de Salud El Álamo Comas, 2021. Tesis de Pregrado. Chincha: Universidad Autónoma de Ica, Facultad de Ciencias de la Salud.
21. Vivas J. Prevalencia de anemia ferropénica y factores asociados en niños etapa escolar en zonas urbano-marginales de la ciudad de Guayaquil Ecuador, octubre 2021. Tesis de Pregrado. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Ciencias Médicas.
22. Vázquez A. Anemia ferropénica en niños menores de 5 años. Tesis de Posgrado. Encarnación: Universidad Nacional de Itapúa, Facultad de Medicina.
23. Valer K. Factores asociados a anemia, en lactantes menores de 6 meses Cusco 2018. Tesis de Posgrado. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias de la Salud.
24. Quispe M, Quispe M. Intervención en conocimientos y prácticas para prevenir anemia en menores de 3 años C.S. Mariano Melgar Arequipa 2021. Tesis de Pregrado. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Enfermería.
25. Alvino N, Montes J. Factores de riesgo asociados a la anemia en niños menores de un año Distrito de Supe Puerto. Tesis de Pregrado. Barranca: Universidad Nacional de Barranca, Facultad de Ciencias de la Salud.
26. Palacios C. Prácticas en prevención de anemia en madres de niños de 6-36 meses, CESAMICA, enero-marzo 2019. Tesis de Pregrado. Piura: Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ciencias de la Salud.
27. Bacuilima R, Vera D. Relación del estado nutricional con anemia ferropénica en niños de 3 a 5 años de la Comunidad Los Sauces, octubre 2018-abril 2019. Tesis de Grado. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias de la Salud.
28. Rodríguez A. Anemia y rendimiento académico en estudiantes del Colegio Nacional 18 de Noviembre del cantón Sozoranga. Tesis de Grado. Loja: Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Salud Humana.
29. Orellana M. Prevalencia de anemia ferropénica y factores asociados en pacientes de 1 a 5 años hospitalizados en el servicio de pediatría del Hospital José Carrasco Arteaga año 2017. Tesis de Posgrado. Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Médicas.

30. Ruiz J, Tafur R. Estado nutricional y anemia ferropénica en niños de 6 a 12 años de una Institución Educativa de la Provincia de Rioja, San Martín 2019. Tes de Pregrado. Rioja: Universidad Católica Sedes Sapientiae, Facultad de Ciencias de la Salud.
31. Huaman S. Prevalencia de anemia en niños antes y durante la pandemia COVID-19 atendidos en el Centro de Salud-San Jerónimo, 2020. Tesis de Pregrado. Huancayo: Universidad Continental, Facultad de Ciencias de la Salud.
32. Romero M. Conocimiento sobre prevención de anemia en madres con niños menores de 36 meses del Centro de Salud 4 de Octubre de Socabaya, Arequipa 2017. Tesis de Pregrado. Arequipa: Universidad Alas Peruanas, Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud.
33. Ruíz B. El programa Qali Warma y su influencia en la prevención de la anemia en los niños de la Institución Educativa N°65059 Aguaytía 2019. Tesis de Posgrado. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali, Escuela de Posgrado.
34. La anemia y su relación con el rendimiento escolar en niños/as de 4 a 5 años en la Institución Educativa Inicial N°259 Chaccrampa, Andahuaylas 2020. Tesis de Grado. Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ciencias Jurídicas, Empresariales y Pedagógicas.
35. Machaca X. Estado nutricional y frecuencia de anemia en niñas y niños de 1 a 5 años de edad que habitan en el Centro de Acogida Niño Jesús del Servicio Departamental de Gestión Social La Paz, gestión 2018. Tesis de Grado. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Medicina, Enfermería, Nutrición y Tecnología Médica.
36. Guerra M, Malqui Y. Intervención educativa en conocimientos sobre prevención de anemia ferropénica en madres de niños menores de 5 años C.P. Peralvillo Chancay 2021. Tesis de Pregrado. Chancay: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Facultad de Medicina Humana.
37. Berrio D. Estado Nutricional y su relación con la anemia ferropénica en niños menores de 5 años, Hospital Regional de Loreto Felipe Santiago Arriola Iglesias 2018. Tesis de Grado. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Medicina Humana.
38. Torres B. Anemia en niños menores de 5 años y su relación con el crecimiento y desarrollo en la consulta Cred del Centro de Salud Santiago de Surco, Lima 2022. Tesis de Pregrado. Lima: Universidad Norbert Wiener, Facultad de Ciencias de la Salud.

39. Acosta J. Parasitosis intestinal y su relación con anemia y desnutrición en niños de 5 a 9 años de la parroquia Pasa del cantón Ambato. Tesis de Pregrado. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud.
40. Rodríguez S, Chispa A. Prácticas de medidas preventivas sobre anemia ferropénica en madres de niños de 6 a 24 meses de edad en el Cono Norte 2021. Tesis de Pregrado. Los Olivos: Universidad de Ciencias y Humanidades, Facultad de Ciencias de la Salud.
41. Cárdenas B. Factores asociados a anemia en niños de 6-35 meses en el Centro de Salud de Mariano Melgar, enero-mayo 2021. Tesis de Pregrado. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Medicina.
42. Calle E, Sarmiento M. Asociación de anemia y grado de desnutrición en niños de 1 a 5 años que acuden al Centro de Salud Carlos Elizalde, mayo-octubre 2018. Tesis de Grado. Cuenca: Universidad Católica de Cuenca, Unidad Académica de Salud y Bienestar.
43. Huaycha W. Efectividad de las sesiones demostrativas en la preparación de alimentos y su repercusión en el nivel de hemoglobina de niños(as) menores de tres años, red de salud San Miguel Ayacucho 2019. Tesis de Posgrado. Callao: Universidad Nacional del Callao, Escuela de Posgrado.
44. Román C, Pardo M, Cornejo J, Campoverde D. Prevalencia de anemia en niños del proyecto EquiDar de la región de Azuay-Ecuador. *Revista Cubana de Pediatría*. 2018; XC(4).
45. Contreras J, Díaz D, Margfof E, Vera H, Vidales O. Anemia ferropénica en niños. *Revista Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca*. 2018; III(1).
46. Méndez C. Relación entre anemia y rendimiento escolar en estudiantes de primaria de la Institución Educativa N°81024 Miguel Grau Seminario Salaverry. Tesis de Pregrado. Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ciencias de la Salud.
47. Martínez O, Baptista H. Anemia por deficiencia de hierro en niños, un problema de salud nacional. *Revista de Hematología*. 2019; XX(2).
48. Acosta A, García A, Rosas V, Quezada A, Galindo C, Rodríguez F, et al. Cambios en el estado de la anemia en una población infantil mexicana: Un estudio longitudinal. *Revista de Nutrición Hospitalaria*. 2022; XL(1).

ANEXOS

Anexo 1: Insertos de las técnicas de hierro hemoglobina

Hb Tiras reactivas de hemoglobina (sangre total). Inserto de la técnica de hemoglobina

UTILIZACIÓN PREVISTA	
Las tiras reactivas de hemoglobina Hb (sangre entera) son tiras de plástico firme sobre las que se fija un reactivo seco multicapa y están destinadas a ser leídas en el medidor de hemoglobina Hb Mission®. Las tiras reactivas funcionan lisando los eritrocitos y convirtiendo la hemoglobina liberada en metahemoglobina. Esta prueba es para la determinación cuantitativa de hemoglobina (Hb) y hematocrito calculado (Hct) en sangre total capilar y venosa. Las tiras reactivas son sólo para uso profesional.	
SUMARIO	
La hemoglobina es el principal componente de los glóbulos rojos, cuya función principal es transportar oxígeno. La determinación de la concentración de hemoglobina en sangre total es útil en el diagnóstico clínico de enfermedades como la anemia y la policitemia. El rango de medición del sistema de análisis de hemoglobina Mission® Hb es de 4,5 - 25,6 g/dl.	
PRINCIPIOS Y VALORES DE REFERENCIA	
Los eritrocitos de la muestra se lisan para liberar hemoglobina. La hemoglobina se convierte en metahemoglobina. La intensidad del color producido por esta reacción es proporcional a la concentración de hemoglobina. Los valores de referencia se indican en la siguiente tabla:	
Hombres	13.0 – 17.0 g/dl (130 – 170 g/L, 8.1 –10.5 mmol/L)
Mujeres	12.0 – 15.0 g/dl (120 – 150 g/L, 7.4 –9.3 mmol/L)
Infantes	11.0 – 14.0 g/dl (110 – 140 g/L, 6.8 –8.7 mmol/L)
Los intervalos de referencia pueden variar de un laboratorio a otro. Cada laboratorio debe establecer su propia gama de referencia según sea necesario.	
REACTIVOS Y CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO	
En función del peso en seco en el momento de la impregnación, las concentraciones indicadas pueden variar dentro de las tolerancias de fabricación.	
Reactivo	Composición
Dexicolato sódico	3% p/p
Nitrito de sodio	1,5% p/p
Ingredientes no reactivos	95,5% p/p
Las características de rendimiento de estas tiras reactivas de hemoglobina Hb se han determinado en pruebas de laboratorio y clínicas. Esta prueba ha sido desarrollada para ser específica para los parámetros a medir con la excepción de las interferencias enumeradas.	
PRECAUCIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Para uso exclusivo en diagnóstico in vitro.• La tira debe permanecer en el bote cerrado hasta su uso.• No utilizar después de la fecha de caducidad.• No tocar la zona de reactivo de la tira.• Deseche cualquier tira descolorida o dañada.• Todas las muestras deben considerarse potencialmente peligrosas y manipularse de la misma manera que un agente infeccioso.• La tira usada debe desecharse de acuerdo con la normativa local después de realizar la prueba.• Compruebe el chip de codificación antes de realizar una prueba. Asegúrese de utilizar el chip de codificación que se incluye con el bote de tiras. Inserte el chip de codificación en la ranura correspondiente. La ranura para el chip de codificación se encuentra en el lado derecho del medidor.	
CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD	
Conservar tal como se presenta en el envase cerrado, a temperatura ambiente o refrigerado (2-30°C). Mantener alejado de la luz solar directa. Las tiras son estables hasta la fecha de caducidad impresa en la etiqueta. Extraer sólo las tiras necesarias para su uso inmediato. Vuelva a colocar el tapón inmediatamente y de forma hermética. NO CONGELAR. No utilizar después de la fecha de caducidad. Nota: Una vez abierto el bote, las tiras restantes son estables hasta 3 meses. La estabilidad puede reducirse en condiciones de humedad elevada.	
RECOGIDA Y PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	

Las muestras aceptables incluyen sangre capilar o venosa fresca, siguiendo la directriz H4A4 del NCCLS para la recogida de muestras de sangre capilar.

Las muestras de sangre capilar o venosa fresca deben recogerse y analizarse inmediatamente.

Pueden utilizarse muestras con anticoagulantes EDTA o heparina. Las muestras conservadas deben mantenerse en un recipiente cerrado y utilizarse en las 8 horas siguientes a su recogida. Mezcle adecuadamente las muestras almacenadas antes de realizar la prueba.

Para obtener resultados precisos, debe utilizarse un tubo de transferencia capilar o una pipeta para recoger muestras capilares.

MATERIALES

Materiales suministrados: Tiras reactivas, chip de codificación, prospecto

Materiales necesarios, pero no suministrados: Dispositivo de punción, Lanceta estéril, Medidor de Hb, Gasa para el lugar de punción, Guantes de látex, Hisopo con alcohol, Tubos de transferencia capilar

INSTRUCCIONES DE USO

Deje que la tira, la muestra y/o los controles alcancen la temperatura ambiente (15-30°C) antes de realizar la prueba. Consulte el Manual del usuario del sistema de análisis de hemoglobina Hb. para obtener instrucciones detalladas.

1.- Inserte el chip de codificación en el medidor y codifíquelo correctamente. Consulte la sección Codificación del medidor del Manual del usuario para obtener más información. Compare el número de código del chip de codificación con el número de código impreso en la etiqueta del bote de tiras reactivas y asegúrese de que los dos números son idénticos para evitar resultados inexactos.

2.- Saque la tira del bote cerrado y utilícela lo antes posible. Cierre bien el bote inmediatamente después de extraer el número necesario de tira(s).

3.- Espere a que en el medidor parpadee el símbolo de la tira. Introduzca la tira completamente en el canal de tiras en la misma dirección que las flechas impresas en la tira reactiva hasta que deje de verse el borde blanco por encima de la línea negra de la tira reactiva.

4.- Limpie la primera gota de sangre. Recoja 10 µL de la segunda gota de sangre capilar utilizando un tubo de transferencia capilar o una pipeta. Consulte el Manual del usuario para más detalles. Sostenga el tubo ligeramente hacia abajo y toque con la punta del Tubo de Transferencia Capilar la gota de sangre. La acción capilar llevará automáticamente la muestra hasta la línea de llenado y se detendrá.

Nota: Asegúrese de que la sangre cubre el orificio de ventilación del tubo o será difícil exprimir la sangre. No apriete el tubo de transferencia capilar mientras recoge la muestra.

5.- Mientras en el medidor parpadea el símbolo de la gota de sangre, alinee la punta del tubo de transferencia capilar con la zona de aplicación de muestras de la tira para aplicar la sangre (10 µL). Aparecerán 3 líneas discontinuas en el medidor para indicar que la prueba está en curso.

6.- Lea los resultados en la pantalla transcurridos 15 segundos. Consulte la sección Pruebas del Manual del usuario para conocer los procedimientos de prueba detallados.

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El Medidor de Hemoglobina Hb mide automáticamente la concentración de hemoglobina. En caso de resultados inesperados o dudosos, se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Confirmar que las tiras se han utilizado dentro de la fecha de caducidad impresa en la etiqueta del bote.
- Compare los resultados de controles con niveles conocidos y repita la prueba utilizando una tira nueva.
- Si el problema persiste, deje de utilizar las tiras inmediatamente y póngase en contacto con su distribuidor local.

CARACTERÍSTICAS DE RENDIMIENTO

Linealidad:

Se extrajeron diez ensayos replicados de tres lotes de tiras y se probaron en el Medidor de Hemoglobina (y), utilizando diez niveles de concentración de muestras de sangre venosa preservada con heparina. Se utilizaron varios Medidores de Hemoglobina Hb para realizar pruebas en cada concentración (n=5). Las mismas muestras también se analizaron con un analizador líder del mercado (x). Los resultados de linealidad se presentan a continuación:

Lote en franja	Ecuación de linealidad	r
Tira Lote 1	$y = 0,9814x + 0,2168$	0,9990
Tira Lote 2	$y = 1,0094x + 0,0071$	0,9990
Tira Lote 3	$y = 0,9937x + 0,3093$	0,9991

Reproducibilidad y precisión:

Se probaron 100 ensayos replicados utilizando el Medidor de Hemoglobina Hb. Se utilizaron muestras de sangre venosa fresca preservada con heparina en tres niveles de concentración con tres lotes de tiras, lo que produjo las siguientes estimaciones de precisión dentro de la serie y precisión total. El análisis estadístico de la precisión dentro

de la serie utilizando especímenes de sangre total proporciona la media, las desviaciones estándar (DE) y los coeficientes de variación (CV%) que se indican a continuación:

Nivel de prueba	Nivel I (n=100)			Nivel II (n=100)			Nivel III (n=100)		
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Promedio (g/dl)	9,6	9,9	9,7	13,6	14,0	13,8	17,5	17,9	17,8
DE (g/dl) o %CV	0,21	0,21	0,24	1,40%	1,80%	1,30%	1,30%	1,50%	1,40%

La precisión total es la siguiente:

Nivel de prueba	Nivel I (n=300)	Nivel II (n=300)	Nivel III (n=300)
Promedio (g/dl)	9,7	13,8	17,7
DE (g/dl) o %CV	0,26	2,0%	1,7%

Precisión:

El medidor de hemoglobina Hb (y) y las tiras fueron utilizados por un técnico para analizar muestras de sangre venosa preservada con heparina de 159 participantes. Las mismas muestras se analizaron con un analizador de hemoglobina líder del mercado (x). Las mismas pruebas se realizaron con muestras de sangre capilar de 51 participantes. A continuación, se comparan los resultados:

Espécimen	Inclinación	Intercepción	R	N
Sangre venosa	0,9582	0,5673	0,992	159
Capilar	1,0006	0,026	0,993	51

CONTROL DE CALIDAD

Para obtener los mejores resultados, el rendimiento de las tiras reactivas debe confirmarse analizando muestras/controles conocidos cada vez que se realice una nueva prueba o cada vez que se abra un nuevo bote por primera vez. Cada laboratorio debe establecer sus propios objetivos en cuanto a estándares adecuados de rendimiento. Póngase en contacto con su distribuidor local para obtener información sobre controles específicos para este producto.

LIMITACIONES

Las siguientes sustancias no interfieren en los resultados de las pruebas:

Sustancia	Cantidad	Sustancia	Cantidad
Paracetamol	200 mg/dl	Colesterol	5 g/l
Ácido ascórbico	60 mg/dl	Tetraciclina	15 mg/dl
Creatinina	50 md/l	Urea	2.574 g/l
Ibuprofeno	500 mg/dl	Ácido úrico	235 mg/l
Dopamina	0,9 mg/l	Methyldopa	15 mg/l

Concentraciones elevadas de triglicéridos y ácido salicílico pueden dar lugar a mediciones bajas de Hb. Las concentraciones elevadas de bilirrubina pueden dar lugar a mediciones elevadas de Hb. Se recomienda el uso de anticoagulantes, como la heparina y el EDTA, con sangre total venosa. No utilice anticoagulantes como el yodoacetato, el citrato de sodio o los que contengan flúor. No utilice plasma ni suero con el sistema de análisis de hemoglobina Hb.

BIBLIOGRAFÍA

1. Henry, J. B. Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods. 15-290, 2001.

Anexo 2: Inserto de Hemoglobina



HEMOGLOBIN

Hemoglobina
Drabkin. Colorimétrico

Determinación cuantitativa de hemoglobina IVD

Conservar a 2-8°C

PRINCIPIO DEL MÉTODO

La hemoglobina es oxidada por la acción del ferricianuro a metahemoglobina y mediante el cianuro se convierte en cianmetahemoglobina. La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de hemoglobina presente en la muestra ensayada^{1,2}.

SIGNIFICADO CLÍNICO

La hemoglobina es una proteína que contiene hierro, otorga el color rojo a la sangre. Se encuentra en los glóbulos rojos y es la encargada del transporte de oxígeno por la sangre desde los pulmones a los tejidos. Cuando el nivel de hemoglobina aparece por debajo de los niveles normales indica anemia que puede obedecer a diferentes causas: anemia primaria, cáncer, embarazo, enfermedades renales o hemorragias.

Si el nivel de hemoglobina es alto puede deberse a cardiopatías, deshidratación o estancia en lugares de gran altitud^{1,5,6}. El diagnóstico clínico debe realizarse teniendo en cuenta todos los datos clínicos y de laboratorio.

REACTIVOS

HEMOGLOBIN 50x	Ferricianuro de potasio	0,60 mmol/L
	Cianuro de potasio	77 mmol/L
	Dihidrogeno fosfato de potasio	2 mmol/L

Opcional

HEMOGLOBIN CAL Ref.1001232	Patrón de Hemoglobina Origen animal	15 g/dL
--------------------------------------	--	---------

PRECAUCIONES

R: H301+H311+H331-Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación. H412-Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos. Seguir los consejos de prudencia indicados en la FDS y etiqueta del producto.

PREPARACIÓN

Reactivo de trabajo (RT):
- Para 5 mL 4,9 mL agua destilada + 2 gotas de Reactivo
- Para 250 mL 245 mL agua destilada + 1 frasco (5 mL) de Reactivo
Mezclar bien.
Estabilidad: 2 meses en nevera a 2-8°C, protegido de la luz.

CONSERVACIÓN Y ESTABILIDAD

Todos los componentes del kit son estables, hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta del vial, cuando se mantienen los viales bien cerrados a 2-8°C, protegidos de la luz y se evita la contaminación durante su uso.

No usar reactivos fuera de la fecha indicada.

Indicadores de deterioro de los reactivos:

- Presencia de partículas y turbidez.
- Absorbancia (A) del Blanco a 540 nm $\geq 0,012$.

MATERIAL ADICIONAL

- Espectrofotómetro o analizador para lecturas a 540 nm.
- Cubetas de 1,0 cm de paso de luz.
- Equipamiento habitual de laboratorio.

MUESTRAS

Sangre capilar o venosa¹.
Usar anticoagulantes como EDTA, heparina u oxalato.
Estabilidad de la muestra: 1 semana a 2-8°C.

PROCEDIMIENTO

- Condiciones del ensayo:
Longitud de onda: 540 nm
Cubeta: 1 cm paso de luz
Temperatura 15-25°C
- Ajustar el espectrofotómetro a cero frente a agua destilada.
- Pipetear:

A) MÉTODO MACRO

	Blanco	Patrón	Muestra
RT (mL)	5,0	5,0	5,0
Calibrador (µL)	--	20	--
Muestra (µL)	--	--	20

B) MÉTODO MICRO

	Blanco	Patrón	Muestra
RT (mL)	2,5	2,5	2,5
Calibrador (µL)	--	10	--
Muestra (µL)	--	--	10

- Mezclar e incubar 3 minutos a temperatura ambiente (15-25°C).
- Leer la absorbancia (A) del calibrador y la muestra, frente al Blanco de reactivo.

CÁLCULOS

- Con factor²:

(A) Muestra x 36,77 = g/dL de hemoglobina en la muestra

- Con Patrón:

(A) Muestra - (A) Blanco x 15 (Conc. Patrón) = g/dL de hemoglobina en la muestra
(A) Patrón - (A) Blanco

CONTROL DE CALIDAD

Cada laboratorio debe disponer su propio Control de Calidad y establecer correcciones en el caso de que los controles no cumplan con las tolerancias.

VALORES DE REFERENCIA¹

Hombres 14 - 18 g/dL \cong 8,7 - 11,2 mmol/L
Mujeres 12 - 16 g/dL \cong 7,5 - 9,9 mmol/L

Estos valores son orientativos. Es recomendable que cada laboratorio establezca sus propios valores de referencia.

CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO

Rango de medida: Desde el *límite de detección* de 0,108 g/dL hasta el *límite de linealidad* de 20 g/dL.

Si la concentración de la muestra es superior al límite de linealidad, diluir 1/2 con NaCl 9 g/L y multiplicar el resultado final por 2.

Precisión:

	Intraserie (n= 20)		Interserie (n= 20)	
	Media (g/dL)	SD	Media (g/dL)	SD
Media (g/dL)	8,00	15,2	7,81	15,1
SD	0,29	0,33	0,19	0,26
CV (%)	3,59	2,19	2,51	1,74

Sensibilidad analítica: 1 g/dL = 0,027 A.

Exactitud: Los reactivos de SPINREACT no muestran diferencias sistemáticas significativas cuando se comparan con otros reactivos comerciales.

Las características del método pueden variar según el analizador utilizado.

INTERFERENCIAS

Se han descrito varias drogas y otras sustancias que interfieren en la determinación de la hemoglobina^{3,4}.

BIBLIOGRAFÍA

- Franco R S. Hemoglobin. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis, Toronto, Princeton 1984; 1294-1296 and 418.
- Van Kampen E J et al. Standardization of hemoglobinometry Clin. Chim 1961;6: 438-544.
- Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACCC Press, 1995.
- Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed. AACCC 2001.
- Burtis A. et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed. AACCC 1999.
- Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed. AACCC 1995.

PRESENTACIÓN

Ref: 1001230 Cont. R: 4 x 5 mL
Ref: 1001230S Cont. R: 4 x 5 mL, CAL: 1 x 1 mL

BSIS20-E 24/11/20



SPINREACT, S.A./S.A.U Ctra.Santa Coloma, 7 E-17176 SANT ESTEVE DE BAS (GI) SPAIN
Tel. +34 972 69 08 00 Fax +34 972 69 00 99. e-mail: spinreact@spinreact.com

Anexo 3: Inserto de capacidad de fijación de hierro

CAPACIDAD DE FIJACIÓN DE HIERRO

Instrucciones de Uso

Ref.: 41

Finalidad . Sistema para determinación de la Capacidad de Fijación de Hierro (CLFH) en suero.

[Solamente para uso diagnóstico in vitro.]

Principio . Un estándar de hierro con concentración conocida (500 µg/dL) es incubado con la muestra de suero en un tampón de pH 8,3. Ocurre así la saturación de los sitios disponibles para el hierro en la proteína transportadora (transferrina). El exceso de hierro no ligado es entonces medido a través de la formación de un complejo magenta brillante después del agregado de Ferrozine[®], permitiendo la determinación de la Capacidad de Fijación de Hierro.

Características del sistema . Capacidad de Fijación de Hierro de Labtest proporciona un sistema seguro de ensayo homogéneo directo que, a través de la dosificación del exceso de hierro adicionado a una muestra, permite la medida del hierro no fijado. Este resultado permite calcular la Capacidad Latente de Fijación de Hierro (CLFH) que, junto con el valor del hierro sérico, hace posible la obtención de la Capacidad Total de Fijación de Hierro (CTFH), un dato muy importante en el diagnóstico de innumerables patologías hematológicas.

El método es preciso con una excelente robustez en los ensayos del día a día y demuestra que no sufre interferencia de valores poco elevados de la bilirrubina y de los triglicéridos.

Los estudios de la dilución de la matriz y los experimentos de comparación con un método propuesto como tentativo para método de referencia indican que el sistema de medición presenta especificidad y exactitud adecuadas para el ensayo del analito.

El sistema utiliza metodología manual fácilmente aplicable en analizadores semiautomáticos capaces de pipetear dos reactivos y medir una reacción de punto final entre 540 y 580 nm.

Metodología . Goodwin modificado.

Reactivos

1. [R1] - Tampón - Almacenar entre 15 - 25 °C.
Contiene tampón 500 mmol/L, pH 8,3 y fenoxietanol 7,2 mmol/L.

2. [CAL] - Estándar 500 µg/dL - Almacenar entre 15 - 25 °C.
Después del manejo almacenar bien cerrado para evitar evaporación.

3. [R3] - Ferrozine - Almacenar entre 15 - 25 °C.
Contiene ferrozine[®] 28 mmol/L.

Los reactivos no abiertos, conservados en las condiciones especificadas, son estables hasta la fecha de expiración impresa en su rótulo. Durante el manejo los reactivos están sujetos a contaminaciones de naturaleza química y microbiana que pueden provocar disminución de la estabilidad.

Precauciones y cuidados especiales

El material de vidrio almacenado puede acumular residuos que conlleven a la obtención de resultados falsamente elevados.

El material usado en el procedimiento debe estar libre de contaminación con hierro para evitar la obtención de resultados incorrectos CLFH.

No utilizar los reactivos cuando se muestren turbios o con señales de contaminación.

Se deben aplicar los cuidados habituales de bioseguridad y buenas prácticas de laboratorio en la manipulación de los reactivos.

Para deshacerse de los reactivos y el material biológico sugerimos aplicar las normativas locales, regionales o nacionales de protección ambiental.

Material necesario y no suministrado

1. Fotómetro capaz de medir con exactitud la absorbancia entre 540 y 580 nm.
2. Pipetas para dispensar muestras y reactivos.
3. Baño maría o incubador para mantener temperatura constante de 37 °C.
4. Cronómetro.

Influencias preanalíticas . Los factores preanalíticos son hoy en día la causa más importante de determinaciones equivocadas de la Capacidad de Fijación de Hierro u de muchos otros analitos. La contaminación puede ocurrir en la recolección, en el transporte y en el procesamiento de la muestra.

Para control terapéutico es aconsejable tomar la muestra siempre en el mismo horario debido a las variaciones diurnas del hierro sérico.

Edad, sexo, embarazo, uso de contraceptivos orales y estrógeno alteran las concentraciones del hierro sérico y pueden modificar los valores de la capacidad de fijación de hierro.

El uso de detergente iónico para limpieza del material es otra fuente de contaminación con hierro.

Muestra

Se debe crear un Procedimiento Operacional Estándar (POE) que establezca los procedimientos para recolección, preparación y almacenamiento de las muestras.

Los errores debidos a un mal POE pueden ser mayores que los errores ocurridos durante el procedimiento analítico.

Usar suero (sin hemólisis) obtenido en ayunas. El analito es estable 4 días entre 15-25 °C y 6 días entre 2-8 °C.

Como ninguna prueba conocida puede asegurar que muestras de sangre no transmiten infecciones, todas ellas deben ser consideradas como potencialmente infectantes. Por lo tanto, al manosearlas se debe seguir las normas establecidas para biosseguridad.

Para descartar los reactivos y el material biológico deberán aplicar las normativas locales, regionales o nacionales de protección ambiental.

Interferencias

Valores de Bilirrubina de hasta 10 mg/dL y Triglicéridos hasta 750 mg/dL no producen interferencias significativas.

Valores de Bilirrubina mayores a 10 mg/dL y Triglicéridos mayores a 750 mg/dL producen resultados falsamente disminuidos.

Procedimiento

Ver Observaciones 1, 2 y 3.

El material usado en el procedimiento debe estar libre de contaminación con hierro para evitar la obtención de resultados incorrectos de CLFH.

El agua desionizada debe tener una resistividad ≥ 1 megaohm o una conductividad ≤ 1 microsiemens y concentración de silicatos $< 0,1$ mg/L.

Tomar 3 cubetas del fotómetro, lavadas como indicado para el material de vidrio y proceder como se indica a continuación:

	Blanco	Prueba	Estándar
Tampón (Nº 1)	1,5 mL	1,5 mL	----
Estándar (nº 2)	----	0,5 mL	0,5 mL
Agua destilada o desionizada	1,0 mL	----	2,0 mL
Suero (sin hemólisis)	----	0,5 mL	----

Mezclar e incubar a 37 °C durante 10 minutos y determinar la absorbancia de la Prueba a 560 nm o filtro verde (540 a 580 nm), ajustando el cero con el Blanco. Se obtiene la absorbancia A_1 de la prueba.

Ferrozine® (Nº 3)	1 gota	1 gota	1 gota
-------------------	--------	--------	--------

Mezclar e incubar a 37 °C durante 10 minutos. Determinar las absorbancias de la Prueba y del Estándar a 560 nm o filtro verde (540 a 580), ajustando el cero con el Blanco. La absorbancia de la Prueba será A_2 .

El procedimiento sugerido para la medición es adecuado para fotómetros cuyo volumen mínimo de lectura es igual o mayor que 2,5 mL. Se debe hacer una verificación de la necesidad de ajuste del volumen para el fotómetro utilizado.

Los volúmenes de muestra y reactivo pueden ser modificados proporcionalmente sin perjuicio para el desempeño de la prueba manteniéndose los cálculos inalterados.

En caso de reducción de los volúmenes es fundamental que se observe el volumen mínimo necesario para la lectura fotométrica. Volúmenes de muestra menores a 0,01 mL son críticos en aplicaciones manuales y deben ser utilizados con cuidado porque aumentan la imprecisión de la medición.

Calculos . Ver linealidad

Capacidad Latente de Fijación de Hierro: CLFH

Capacidad Total de Fijación de hierro: CTFH

Índice de saturación de la transferrina: IST

$$\text{CLFH } (\mu\text{g/dL}) = 500 - \left[\frac{(A_2 - A_1)}{\text{Absorbancia del Estándar}} \times 500 \right]$$

Ejemplo

A_1 Prueba = 0,023

A_2 Prueba = 0,384

Absorbancia del Estándar = 0,475

$$\text{CLFH } (\mu\text{g/dL}) = 500 - \left[\frac{(0,384 - 0,023)}{0,475} \times 500 \right] = 120$$

CTFH ($\mu\text{g/dL}$) = Hierro sérico + CLFH

$$\text{IST } (\%) = \frac{\text{Hierro sérico}}{\text{TIBC}} \times 100$$

Transferrina (mg/dL) = CTFH $\times 0,70$

Linealidad

El resultado de la medición es lineal desde 20 $\mu\text{g/dL}$ hasta 450 $\mu\text{g/dL}$. Para valores más altos, diluir la muestra con agua destilada o desionizada 1:3, realizar una nueva medición y multiplicar el resultado obtenido por el factor de dilución 3.

Control interno de la calidad . El laboratorio debe mantener un programa de control interno de calidad que defina con claridad los reglamentos aplicables, objetivos, procedimientos, criterios para especificaciones de la calidad y límites de tolerancia, acciones correctivas y registro de las actividades. Controles deben ser utilizados para evaluar la imprecisión e desviaciones de calibración. Se sugiere que las especificaciones para el coeficiente de variación máximo y el error total sean basados en los componentes de la variación biológica (VB)^{6,7}.

Intervalo de referencia . Estos valores deben ser utilizados únicamente a modo de orientación. Se recomienda que cada laboratorio establezca, en la población atendida, su propia banda de valores de referencia.

Capacidad de Fijación de Hierro ($\mu\text{g/dL}$)
 CLFH: Adultos: 140 a 280 $\mu\text{g/dL}$
 CTFH: Niños^{8,9}: 150 a 400 $\mu\text{g/dL}$
 Adultos: 250 a 450 $\mu\text{g/dL}$

IST: 20 a 50%
 Transferrina: 200 a 300 mg/dL

Conversión: Unidades Convencionales ($\mu\text{g/dL}$) x 0,179= Unidades SI ($\mu\text{mol/L}$).

Características del desempeño¹⁰

Exactitud . En dos muestras con concentraciones de Capacidad de Fijación de Hierro iguales a 129 y 254 $\mu\text{g/dL}$ se añadieron cantidades diferentes de una muestra con Capacidad de Fijación de Hierro igual a 453 $\mu\text{g/dL}$, obteniéndose recuperaciones de entre el 94 y el 100%. El error sistemático proporcional medio obtenido en un valor de 140 $\mu\text{g/dL}$ fue igual a 4,2 $\mu\text{g/dL}$ ó 3,0%.

Especificidad . El método propuesto fue comparado con un método del NCCLS³ utilizando 80 muestras con valores situados entre 105 y 335 $\mu\text{g/dL}$. La comparación resultó en la ecuación de regresión: $y = 0,960x - 5,866$ y un coeficiente de correlación (r) igual a 0,964. El error sistemático total (constante y proporcional) verificado en el nivel de decisión (140 $\mu\text{g/dL}$) fue igual a 11,5 $\mu\text{g/dL}$ ó 8,2%.

Como las muestras fueron seleccionadas aleatoriamente en pacientes de ambulatorio y pacientes hospitalizados, se puede inferir que el método tiene una especificidad metodológica adecuada.

Repetitividad - imprecisión intra-ensayo

	N	Media	DE	CV (%)
Muestra 1	20	278	5,62	2,0

Reproducibilidad - imprecisión total

	N	Media	DE	CV (%)
Muestra 2	20	281	8,33	2,96

Sensibilidad metodológica . Utilizándose la absorbancia del Estándar como parámetro, el límite de detección fotométrica es de 0,001 $\mu\text{g/dL}$, correspondiendo a una absorbancia igual a 0,001.

Efectos de la dilución de la matriz . Dos muestras con valores iguales a 357 y 394 $\mu\text{g/dL}$ fueron utilizadas para evaluar la respuesta del sistema en las diluciones de la matriz con solución fisiológica (NaCl 150 mmol/L). Usando factores de dilución que variaron de 1 a 8 se encontraron recuperaciones de entre el 100 y 106%.

Significado clínico . El hierro es esencial para la mayoría de los organismos vivos, pues participa de numerosos procesos vitales, desde los procesos oxidativos celulares hasta el transporte de oxígeno hacia los tejidos. La homeostasia del hierro está regulada principalmente por la absorción y no por la excreción.

El hierro es transportado en la sangre por una proteína, la transferrina, y almacenado en los tejidos unido a otra proteína llamada ferritina.

Normalmente, debido un tercio de los sitios de fijación para el hierro de la transferrina estar ocupada por el hierro, la transferrina del suero tiene una reserva de capacidad de fijación de hierro, que es la capacidad latente de fijación de hierro (CLFH). La capacidad total de fijación de hierro (CTFH) en suero es una medida de la concentración máxima de hierro que la transferrina puede transportar.

La deficiencia de hierro es consecuencia del aporte insuficiente, aumento de demanda, pérdida sanguínea o la combinación de estos factores. El suplemento inadecuado es característico de los niños alimentados exclusivamente con leche. Finalmente, el aumento de la demanda es característico del embarazo y de los niños en los primeros 5 años de vida. Menstruación abundante, hemorragias gastrointestinales, hemorroides, carcinoma de colon y parasitosis son causas comunes de la deficiencia de hierro por pérdida sanguínea en el adulto. La CTFH aparece frecuentemente elevada en la deficiencia de hierro.

Transfusiones repetidas, idiopática hemocromatosis, cirrosis, talasemia y anemia sideroblástica son las causas más comunes de aumento de hierro y la disminución de CTFH.

La tabla a continuación muestra el comportamiento del hierro sérico, la capacidad total de fijación de hierro (CTFH), índice de saturación de la transferrina (IST) y la reserva de hierro medular (RH), evaluada por la coloración específica del frotis de la médula ósea, en diversas situaciones relacionadas con la alteración del metabolismo del hierro.

Alteraciones	Hierro Sérico	CTFH	IST	RH
Deficiencia de Hierro	D	E	D	A
Infecciones Crónicas	D	D	D	E
Enfermedades malignas	D	D	D	E
Atransferrinemia	D	D	S	E
Período menstrual	D	S	D	S
Embarazo (3º trimestre)	D	E	D	S
Hemosiderosis pulmonar	D	S	D	A
Nefrosis	D	D	E	E
Kwashiorkor	D	D	S	S
Anticonceptivos orales	S/E	E	S	S
Intoxicación por hierro	E	D	E	E
Anemia hemolítica	E	S/D	E	E
Hemocromatosis	E	S/D	E	E
Deficiencia de piridoxina	E	S	E	E
Anemia sideroblástica	E	S/D	E	E
Talasemia Mayor	E	D	E	E

D = disminuido
 S = sin alteración
 E = elevado
 A = ausente

Observaciones

1. La limpieza y secado del material utilizado son factores fundamentales para la estabilidad de los reactivos y obtención de resultados correctos.

2. El laboratorio clínico tiene como objetivo fornecer resultados exactos y precisos. La utilización de agua de calidad inadecuada es una causa potencial de errores analíticos. El agua desionizada o destilada utilizada en el laboratorio debe tener la calidad adecuada para cada aplicación.

Así, para preparar reactivos y usar en las mediciones y para su uso en enjuague final de la vidrería, debe tener resistividad ≥ 1 megaohm.cm o conductividad ≤ 1 microsiemens/cm y concentración de silicatos $< 0,1$ mg/L. Cuando la columna desionizadora está con su capacidad saturada, se produce agua alcalina con liberación de varios iones, silicatos y sustancias con gran poder de oxidación o reducción que deterioran los reactivos en pocos días o incluso horas, alterando los resultados de modo imprevisible. Por lo cual es fundamental establecer un programa de control de la calidad del agua.

3. Para una revisión de las fuentes fisiopatológicas y medicamentosas de interferencia en los resultados y en la metodología, se sugiere consultar: Young DS: Effects of Drugs on Clinical Laboratory Tests, 3ª edición, Washington: AACC Press, 1990.

Referencias

1. Goodwin J, Murphy B, Guillemette M. Clin Chem 1966; 12:47.
2. Henry RJ, Cannon DC, Winkelman JW. Clinical Chemistry, Principles and Technics, 2ª edición. New York, Harper & Row, 1974.
3. Determination of Serum Iron and Total Iron-Binding Capacity. NCCLS Document H17-P, Tomo 10 N°4.
4. Stookey L. Anal Chem. 1970;42:779.
5. Tonks DB. Quality Control in Clinical Laboratories, Warner-Chilcott Laboratories, Diagnostic Reagents Division, Scarborough, Canada, 1972.
6. <http://www.westgard.com/biodatabase1.htm> (acesso em 01/11/07).

7. Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular, Base de Datos de Variación Biológica. Disponível em: <http://www.seqc.es/article/articleview/330/1/170> (acesso em 04/2006).

8. Burtis CA, Ashwood ER. Textbook of Clinical Chemistry, 2a. edição, Philadelphia: W.B. Saunders, 1986:2175-2211.

9. Soldin SJ, Brugnara C, Wong EC: Pediatric Reference Intervals, 5a. edição, Washington: AACC Press, 2005. p.132-133.

10. Labtest: Datos de archivo.

Presentación

Producto	Referencia	Contenido
Capacidad de Fijación de Hierro	41-40	R11 1 x 60 mL
		CAL 1 x 20 mL
		R13 1 x 2,5 mL

Informaciones al consumidor

[Terminos y Condiciones de Garantía]

Labtest garantiza la correcta performance del equipo hasta su fecha de vencimiento se ha sido conservado de acuerdo a las instrucciones que figuran en el rótulo.

Labtest Diagnóstica S.A.

CNPJ: 16.516.296 / 0001 - 38
Av. Paulo Ferreira da Costa, 600 - Vista Alegre - CEP 33400-000
Lagoa Santa - Minas Gerais Brasil - www.labtest.com.br

Servicio de Apoyo al Consumidor | e-mail: sac@labtest.com.br

Revisión: Agosto, 2013
Ref.: 041114

Copyright by Labtest Diagnóstica S.A.
Reproducción bajo previa autorización

Símbolos utilizados con produtos diagnósticos in vitro

Símbolos usados con productos diagnósticos in vitro . Symbols used with ivd devices

	Conteúdo suficiente para < n > testes Contenido suficiente para < n > tests Contains sufficient for < n > tests		Consultar instruções de uso Consultar instrucciones de uso Consult instructions for use	CONTROL	Controle Control Control		Tóxico Tóxico Poison
	Data limite de utilização (aaaa-mm-dd ou mm/aaaa) Estable hasta (aaaa-mm-dd o mm/aaaa) Use by (yyyy-mm-dd or mm/yyyy)	REF	Número do catálogo Número de catálogo Catalog Number	CONTROL -	Controle negativo Control negativo Negative control	R	Reagente Reactivo Reagent
CAL	Material Calibrador Material Calibrador Calibrator Material		Adições ou alterações significativas Cambios o suplementos significativos Significant additions or changes	CONTROL +	Controle positivo Control positivo Positive control		Fabricado por Elaborado por Manufactured by
CAL	Material Calibrador Material Calibrador Calibrator Material	IVD	Produto diagnóstico in vitro Dispositivo de diagnóstico in vitro In vitro diagnostic device	CONTROL	Controle Control Control	LOT	Número do lote Denominación de lote Batch code
	Limite de temperatura (conservar a) Temperatura limite (conservar a) Temperature limitation (store at)	LYOPH	Liofilizado Liofilizado Lyophilized		Risco biológico Riesgo biológico Biological risk		Período após abertura Período post-abertura Period after-opening
EC REP	Representante Autorizado na Comunidade Europeia Representante autorizado en la Comunidad Europea Authorized Representative in the European Community		Corrosivo Corrosivo Corrosive	CE	Marca CE Marcado CE CE Mark		Uso veterinário Uso veterinario Veterinary use
IN	Instalar até Instalar hasta Install before						

Ref.: 140214 |

Anexo 4: Inserto de ferritina

Documento No.: INS-FR-EN (Rev. 06)
Fecha de revisión: 22 de marzo de 2017 7



ichroma™ Ferritina

USO PREVISTO

ichroma™ Ferritina es un inmunoensayo de fluorescencia (FIA) para la determinación cuantitativa de ferritina en suero / plasma humano. Es útil como ayuda para cuantificar la ferritina humana. Sólo para uso diagnóstico in vitro.

INTRODUCCIÓN

La ferritina, una de las principales proteínas de almacenamiento de hierro, es esencial para la homeostasis del hierro y está involucrada en una amplia gama de procesos fisiológicos y patológicos. La ferritina hace que el hierro esté disponible para procesos celulares críticos mientras protege los lípidos, el ADN y las proteínas de los efectos potencialmente tóxicos del hierro. En medicina clínica, la ferritina se utiliza predominantemente como un marcador de las reservas totales de hierro en el cuerpo. En casos de deficiencia y sobrecarga de hierro, la ferritina sérica cumple una función crítica tanto en el diagnóstico como en el tratamiento. Está claro que los valores bajos de ferritina inferiores al rango de referencia suelen ser representativos de la deficiencia de hierro corporal. Un estudio reciente sugiere que la ferritina proporciona una medición más sensible, específica y confiable para determinar la deficiencia de hierro en una etapa temprana. Por otro lado, los pacientes con niveles de ferritina superiores al rango de referencia pueden ser indicativos de afecciones como sobrecarga de hierro, infecciones, inflamaciones, enfermedades del colágeno, enfermedades hepáticas, enfermedad neoplásica e insuficiencia renal crónica.

PRINCIPIO

La prueba utiliza un método de inmunodetección sándwich; la proteína recombinante del detector en el tampón se une al anticuerpo en la muestra, formando complejos de proteína-anticuerpo recombinante, y migra a la matriz de nitrocelulosa para ser capturada por el otro antígeno inmovilizado en la tira de prueba.

Cuanto más anticuerpo en la muestra, más complejo proteína-anticuerpo recombinante produce una mayor intensidad de señal de fluorescencia en la proteína recombinante del detector, que es procesada por el Instrumento para las pruebas de ichroma™ para mostrar la concentración de ferritina en la muestra.

COMPONENTES

ichroma™ ferritina consiste en 'Cartuchos', 'buffer de detección' y un 'chip de identificación'.

- El cartucho contiene una tira reactiva, la membrana que tiene ferritina antihumana en la línea de prueba, mientras que la hemocianina de lapa californiana (KLH) en la línea de control.
- Cada cartucho está sellado individualmente en una bolsa de papel de aluminio que contiene un desecante. Se empaquetan 25 cartuchos sellados en una caja que también contiene un chip de identificación.
- El tampón de detección contiene conjugado anti-ferritina-fluorescencia humana, conjugado anti-fluorescencia KLH, sacarosa, albúmina de suero bovino (BSA) como estabilizador y azida sódica en solución salina tamponada con fosfato (PBS) como conservador.
- El tampón de detección se distribuye previamente en un tubo. 25 tubos de tampón de detección se empaquetan en una caja y se empaquetan en una caja de tyfoam con refrigerante para el envío.

ADVERTENCIAS Y PRECAUCIONES

- Sólo para uso diagnóstico in vitro.
- Siga cuidadosamente las instrucciones y procedimientos descritos en este 'Instrucciones de uso'.
- Use solo muestra fresca y evitar Luz solar directa.
- Los números de lote de todos los componentes de prueba (cartucho, chip de identificación y búfer de detección) deben coincidir entre sí.
- No intercambie los componentes de la prueba entre diferentes lotes ni use los componentes de la prueba después de la fecha de vencimiento, ya que cualquiera de los dos puede generar resultados erróneos.
- No reutilizarSe debe usar un tubo de tampón de detección para procesar solo una muestra. Entonces debería un cartucho.
- El cartucho debe permanecer sellado en su bolsa original antes de su uso. No utilice el cartucho si está dañado o si ya está abierto.
- Congelado muestra debe descongelarse solo una vez. Para enviar, muestras deben embalarse de acuerdo con la normativa. Muestra con severa hemolítico e hiperlipidemia no se puede usar y se debe recordar.
- Justo antes de usar, permita el cartucho, tampón de detección y muestra estar a temperatura ambiente durante aproximadamente 30 minutos.
- ichroma™ ferritina así como el instrumento para ichroma™ debe usarse lejos de vibraciones y / o campos magnéticos. Durante el uso normal, se puede notar que yoinstrumento para ichroma™ pruebas puede producir vibraciones menores.
- Los tubos de amortiguación de detección usados, las puntas de pipeta y los cartuchos deben manipularse con cuidado y desecharse mediante un método apropiado de acuerdo con las regulaciones locales relevantes.
- Una exposición a grandes cantidades de azida sódica puede causar ciertos problemas de salud como convulsiones, presión arterial baja y frecuencia cardíaca, pérdida del conocimiento, lesión pulmonar e insuficiencia respiratoria.
- ichroma™ ferritina proporcionará resultados precisos y confiables sujetos a las siguientes condiciones.
 - ichroma™ Ferritina debe usarse solo junto con iinstrumento ichroma™.
 - Se debe evitar cualquier anticoagulante que no sea EDTA.

ALMACENAMIENTO Y ESTABILIDAD

- El cartucho es estable durante 20 meses (mientras está sellado en una bolsa de papel de aluminio) si se almacena a 4-30 ° C.
- El tampón de detección dispensado previamente en un tubo es estable durante 20 meses si se almacena a 2-8 ° C.
- Después de abrir la bolsa del cartucho, la prueba debe realizarse de inmediato.

LIMITACIÓN DEL SISTEMA DE PRUEBA

- La prueba puede producir resultados falsos positivos debido a las reacciones cruzadas y / o la adhesión no específica de ciertos componentes de muestra a los anticuerpos de captura / detector.
- La prueba puede arrojar resultados falsos negativos. La falta de respuesta del antígeno a los anticuerpos es más común cuando el epítipo está enmascarado por algunos componentes desconocidos, para no ser detectado o capturado por los anticuerpos. La inestabilidad o degradación del antígeno con el tiempo / o la temperatura puede causar el falso negativo ya que hace que el antígeno sea irreconocible por los anticuerpos.
- Otros factores pueden interferir con la prueba y causar resultados erróneos, como errores técnicos / de procedimiento, degradación de los componentes / reactivos de la prueba o presencia de sustancias interferentes en las muestras de prueba.
- Cualquier diagnóstico clínico basado en el resultado de la prueba debe estar respaldado por un juicio exhaustivo del médico en cuestión, incluidos los síntomas clínicos y otros resultados relevantes de la prueba.

MATERIALES SUMINISTRADOS

REF CFPC-32

Componentes de la ferritina ichroma™

- Caja del cartucho:
 - Cartuchos 25
 - Chip de identificación 1
 - Instrucciones de uso 1
- Caja que contiene tubos de tampón de detección
 - Tubos tampón de detección 25

MATERIALES REQUERIDOS PERO SUMINISTRADOS BAJO DEMANDA

Los siguientes artículos se pueden comprar por separado de ichroma™ Ferritin.

Póngase en contacto con nuestra división de ventas para obtener más información.

- Instrumento para pruebas de ichroma™
 - Lector ichroma™ REF FR203
 - ichroma™ II REF FPRR021
 - ichroma™ D REF 13303
- Impresora ichroma™ REF FPRR007
- Control de ferritina de Boditech REF CFPO-99

RECOGIDA Y PROCESAMIENTO DE MUESTRAS

El tipo de muestra para ichroma™ Ferritin es suero / plasma humano.

- Se recomienda analizar la muestra dentro de las 24 horas posteriores a la recolección.
- El suero o el plasma deben separarse del coágulo mediante centrifugación dentro de las 3 horas posteriores a la recolección de sangre completa. Si se requiere un almacenamiento más prolongado, por ejemplo, si la prueba no se pudo realizar dentro de las 24 horas, el suero o el plasma deben congelarse inmediatamente a continuación: 20 ° C. El almacenamiento congelado de la muestra hasta 3 meses no afecta la calidad de los resultados.
- Una vez que la muestra se congeló, debe usarse una sola vez para la prueba, ya que la congelación y descongelación repetidas pueden dar lugar a cambios en los valores de la prueba.

CONFIGURACIÓN DE PRUEBA

- Verifique el contenido de ichroma™ ferritina: cartucho sellado, tubos de tampón de detección y chip de identificación.
- Asegúrese de que el número de lote del cartucho coincida con el del chip de identificación y el búfer de detección.
- Mantenga el cartucho sellado (si está almacenado en el refrigerador) y el tubo del tampón de detección a temperatura ambiente durante al menos 30 minutos justo antes de la prueba. Coloque el cartucho sobre una superficie limpia, libre de polvo y plana.
- Encienda el instrumento para las pruebas de ichroma™.
- Inserte el chip ID en el puerto del chip ID del instrumento para las pruebas de ichroma™.
- Presione el botón 'Seleccionar / Iniciar' del instrumento para las pruebas de ichroma™.
(Consulte el 'Manual de operación del instrumento para pruebas ichroma™ para obtener información completa e instrucciones de funcionamiento).

PRECAUCIÓN

- Para minimizar los resultados de prueba erróneos, sugerimos que la temperatura ambiente del cartucho sea de 25 ° C durante el tiempo de reacción después de cargar la mezcla de muestra en el cartucho.
- Para mantener la temperatura ambiente a 25 ° C, puede usar

varios dispositivos, como una cámara o una incubadora, etc.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

- 1) Transfiera 30 µL de muestra (humanas serum / plasma / control) utilizando una pipeta de transferencia a un tubo que contiene el tampón de detección.
- 2) Cierre la tapa del tubo de tampón de detección y mezcle bien la muestra agitándola unas 10 veces.
- 3) Pipete 75 µL de la mezcla de muestra y cárguela en un pozo de muestra en el cartucho.
- 4) Inserte el cartucho de prueba cargado con la muestra en la ranura de la cámara i o una incubadora (25 ° C)
- 5) Deje el cartucho cargado con la muestra. en la cámara i o en una incubadora durante 10 minutos.
⚠ Escanee el cartucho cargado con la muestra inmediatamente cuando termine el tiempo de incubación. Si no, causará resultados de prueba inexactos.
- 6) Para escanear el cartucho cargado con la muestra, insértelo en el soporte del cartucho del instrumento para ichroma™ pruebas. Asegure la orientación adecuada del cartucho antes de empujarlo completamente dentro del soporte del cartucho. Se ha marcado una flecha en el cartucho especialmente para este propósito.
- 7) Presione el botón 'Seleccionar / Iniciar' del instrumento para ichroma™ pruebas para comenzar el proceso de escaneo.
- 8) Instrumento para ichroma™ pruebas comenzará a escanear el cartucho cargado con la muestra inmediatamente.
- 9) Lea el resultado de la prueba en la pantalla del instrumento para ichroma™ pruebas.

INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO DE LA PRUEBA

- El instrumento para pruebas de ichroma™ calcula el resultado de la prueba automáticamente y muestra la concentración de ferritina de la muestra de prueba en términos de ng / ml.
- El corte (rango de referencia)
 - Mujeres: 20-250 ng / ml.
 - Hombres: 30-350 ng / ml
- Rango de trabajo: 10-1,000 ng / mL.

CONTROL DE CALIDAD

- Las pruebas de control de calidad son parte de la buena práctica de prueba para confirmar los resultados esperados y la validez del ensayo y deben realizarse a intervalos regulares.
- Las pruebas de control deben realizarse inmediatamente después de abrir un nuevo lote de prueba para garantizar que el rendimiento de la prueba no se altere.
- Las pruebas de control de calidad también se deben realizar siempre que haya alguna pregunta sobre la validez de los resultados de la prueba.
- Los materiales de control no se proporcionan con ichroma™ ferritina. Para obtener más información sobre cómo obtener los materiales de control, comuníquese con la División de Ventas de Boditech Med Inc. para obtener ayuda.
(Consulte las instrucciones para el uso del material de control).

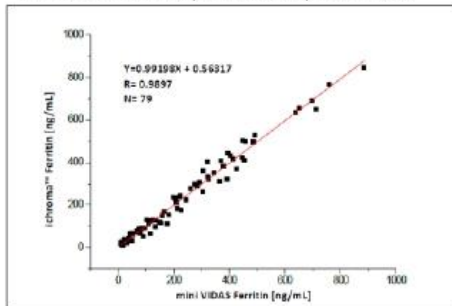
CARACTERÍSTICAS DE PRESENTACIÓN

- **Sensibilidad analítica:** ichroma™ Ferritin se evaluó en el límite de detección. Se evaluaron tres lotes diferentes de cartuchos con 10 veces de cada lote. La detección mínima se calculó por el promedio de las muestras (0 en el valor) + 3SD. Se determinó que el límite de ichroma™ ferritina era de 4,51 ng / ml.
- **Especificidad:** Algunas biomoléculas, como los anticuerpos heterófilos, consisten en anticuerpos naturales y anticuerpos autoinmunes que exhiben una unión débil y poliespecificidad, la bilirrubina, la hemoglobina, los triglicéridos y el colesterol pueden interferir con la medición.
- **Precisión:** La precisión intraensayo fue calculada por un

evaluador, que probó diferentes concentraciones de control estándar veinte veces cada una con tres lotes diferentes de ichroma™ Ferritina. La precisión entre ensayos fue confirmada por 3 evaluadores diferentes con 3 lotes diferentes, probando diez veces cada concentración diferente.

Ferritina (ng / ml)	Intra-ensayo			Inter-ensayo		
	Media	Dakota del Sur	CV (%)	Media	Dakota del Sur	CV (%)
15	14,89	0,97	6.54	15,16	0,94	6.22
150	149,11	4.08	2,73	149,73	1,80	1.20
450	451,32	7,95	1.76	451,53	7.11	1,58

- **Linealidad:** La alta concentración se diluyó con la baja concentración a los siguientes porcentajes finales; 100%, 50%, 25%, 12.5%, 6.25%, 3.125%, 1.56%, 0.78%. La muestra se analizó por triplicado en una ejecución analítica a cada nivel de ferritina. El coeficiente de regresión lineal fue R² = 0.986. La linealidad de ichroma™ Ferritin fue de 7.8-1,000 ng / mL.
- **Comparabilidad:** Concentraciones de ferritina de 79 clínicas las muestras se cuantificaron independientemente con ichroma™ Ferritin y mini VIDAS (BioMerieux Inc. Francia) según los procedimientos de prueba prescritos. Se compararon los resultados de las pruebas y se investigó su comparabilidad con regresión lineal y coeficiente de correlación (R). La regresión lineal y el coeficiente de correlación entre las dos pruebas fueron $Y = 0.99198X + 0.56317$ y $R = 0.9897$ respectivamente.



Referencias

1. Bates HM. Cómo detectar la deficiencia de hierro antes de que se desarrolle la anemia. *Pathfinder de laboratorio* Enero de 1980: 17-22.
2. Mary Ann Knovich Jonathan A. Storey, Lan G. Coffman y Suzy V. Torti, Frank M. Torti. Ferritina para el clínico. *Blood Rev.* 2009 mayo; 23 (3): 95-104.
3. Piperno A. Clasificación y diagnóstico de sobrecarga de hierro. *Hematologica.* 1998; 83: 447-55.
4. Yutaka Kohgo, Katsuya Ikuta, Takaaki Ohtake, Yoshihiro Torimoto, Junji Kato. Metabolismo corporal del hierro y fisiopatología de la sobrecarga de hierro. *Int J Hematol* (2008) 88: 7-15
5. Lipschitz DA, Cook JD, Finch CA. Una evaluación clínica de la ferritina sérica como índice de las reservas de hierro. *N Engl J Med* 1974; 290: 1213-6.
6. Forman DT, Parker SL. La medición e interpretación de la ferritina sérica. *Ann Clin Lab Sci* 1980; 10: 345-50.
7. Cocinero JD, Skikne BS, Lynch SR. Ferritina sérica en la evaluación de la anemia. En: Albertin A, editor. *Radioinmunoensayo de hormonas, proteínas y enzimas.* Amsterdam: Excerpta Medica, 1980: 239-48.

Nota: Consulte la tabla a continuación para identificar varios símbolos.

	Sufficient for <n> tests
	Read instruction for use
	Use by Date
	Batch code
	Catalog number
	Caution
	Manufacturer
	Authorized representative of the European Community
	In vitro diagnostic medical device
	Temperature limit
	Do not reuse
	This product fulfills the requirements of the Directive 98/79/EC on in vitro diagnostic medical devices

Para asistencia técnica; por favor contactar:
Servicios técnicos de Boditech Med Inc.
 Tel: +82 33 243-1400
 Email: ventas@boditech.co.kr

Boditech Med Incorporated
 43, Geodudanji 1-gil, Dongnae-myeon,
 Chuncheon-si, Gang-won-do, 24398
 República de Corea
 Tel: + (82) -33-243-1400
 Fax: + (82) -33-243-9373
 www.boditech.co.kr





Obelisa
 Bd. Général Wahis 53,
 1030 Bruselas, BÉLGICA
 Tel: + (32) -2-732-59-54
 Fax: + (32) -2-732-60-03
 Correo electrónico: mail@obelisa.net






ichroma™ Ferritina


Configuración de Prueba

Componentes

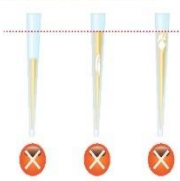
- Chip de identificación 
- Buffer de detección 
- Cartucho Prueba 
- iCHROMA-II 

- 1 Ponga el interruptor en "ON" 
- 2 Inserte el chip de identificación 
- 3 Oprima 'Multi-test' 

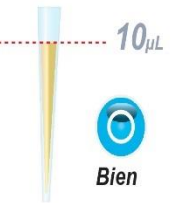
Procedimiento de Prueba



- 1 Extraiga la muestra


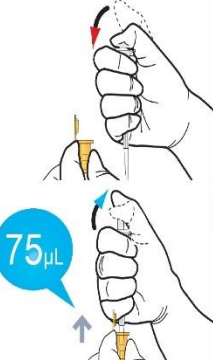





Extraer 10 µL de plasma/sangre entera o control con una pipeta



Muy poco o con burbuja en el medio o cerca del tope



Bien
- 2 Añada al buffer de detección

- 3 Agite el buffer de mezcla de muestra


10 veces
- 4 Extraiga la mezcla muestra

- 5 Cargue la mezcla muestra

- 6 Espere 10 minutos 
- 7 Inserte el cartucho en el ichroma™ II

- 8 Presione "Select"

- 9 Lea los resultados


Resultado

Reviz.01_140328_D-Dimer

Fuente: <https://farestaie.com.ar/cd-interpretacion/te/bc/217.htm>

Anexo 5: Inserto de hierro sérico



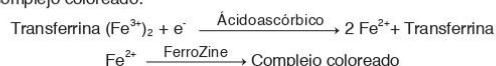
Determinación cuantitativa de hierro

IVD

Conservar a 2-8°C

PRINCIPIO DEL METODO

El hierro se disocia del complejo sérico hierro-transferrina en medio ácido débil. El hierro libre se reduce a ión ferroso mediante el ácido ascórbico. Los iones ferrosos en presencia de FerroZine forma un complejo coloreado:



La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de hierro en la muestra ensayada^{1,2}.

SIGNIFICADO CLINICO

El hierro es el constituyente de un gran número de enzimas. La mioglobina, proteína muscular, contiene hierro, así como el hígado. El hierro es necesario para la producción de hemoglobina, molécula que transporta el oxígeno en el interior de los glóbulos rojos. Su déficit causa anemia ferropénica. Se encuentran niveles elevados de hierro en la hemocromatosis, cirrosis, hepatitis aguda y en concentraciones altas de transferrina. La variación día a día es común en poblaciones sanas^{1,2}. El diagnóstico clínico debe realizarse teniendo en cuenta todos los datos clínicos y de laboratorio.

REACTIVOS

R 1	Tampón	Acetato pH 4,9	100 mmol/L
R 2	Reductor	Ácido ascórbico	99,7%
R 3	Color	FerroZine	40 mmol/L
IRON CAL	Patrón primario acuoso de Hierro		100 µg/dL

PREPARACION

Reactivo de trabajo (RT):

- Ref: 1001247. Disolver (→) el contenido de un tubo de R 2 Reductor en un frasco de R 1 Tampón.

Tapar y mezclar suavemente hasta disolver su contenido.

Estabilidad: 3 meses a 2-8°C o 1 mes a temperatura ambiente (15-25°C).

CONSERVACION Y ESTABILIDAD

Todos los componentes del kit son estables, hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta, cuando se mantienen los frascos bien cerrados a 2-8°C, protegidos de la luz y se evita su contaminación. No usar reactivos fuera de la fecha indicada.

Indicadores de deterioro de los reactivos:

- Presencia de partículas y turbidez.
- Absorbancia (A) del blanco a 562 nm ≥ 0,020.

MATERIAL ADICIONAL

- Espectrofotómetro o analizador para lecturas a 562 nm.
- Cubetas de 1,0 cm de paso de luz.
- Equipamiento habitual de laboratorio^(Nota 2).

MUESTRAS

Suero o plasma heparinizado.

Libre de hemólisis. Separado lo antes posible de los hematies.

Estabilidad de la muestra: El hierro es estable de 7 días a 2-8°C¹.

PROCEDIMIENTO

- Condiciones del ensayo:
Longitud de onda: 562 nm (530-590)
Cubeta: 1 cm paso de luz
Temperatura: 37°C / 15-25°C
- Ajustar el espectrofotómetro a cero frente a agua destilada.
- Pipetear en una cubeta^(Nota 4):

	Blanco Reactivo	Patrón	Blanco Muestra	Muestra
RT (mL)	1,0	1,0	1,0	1,0
R3 (gotas)	1	1	--	1
Agua destilada (µL)	200	--	--	--
Patrón ^(Nota 1, 3) (µL)	--	200	--	--
Muestra (µL)	--	--	200	200

- Mezclar e incubar 5 min a 37°C o 10 min a temperatura ambiente.

- Leer las absorbancias (A) del Patrón y la muestra frente al Blanco de reactivo. El color es estable como mínimo 30 minutos.

CALCULOS

$$\frac{((A) \text{ Muestra} - (A) \text{ Blanco Muestra}) - (A) \text{ Blanco Reactivo}}{(A) \text{ Patrón} - (A) \text{ Blanco Reactivo}} \times 100 \text{ (Conc. Patrón)} = \mu\text{g/dL de hierro}$$

Factor de conversión: µg/dL x 0,179 = µmol/L.

CONTROL DE CALIDAD

Es conveniente analizar junto con las muestras sueros control valorados:

SPINROL H Normal y Patológico (Ref. 1002120 y 1002210).

Si los valores hallados se encuentran fuera del rango de tolerancia, revisar el instrumento, los reactivos y el Patrón.

Cada laboratorio debe disponer su propio Control de Calidad y establecer correcciones en el caso de que los controles no cumplan con las tolerancias.

VALORES DE REFERENCIA^(Nota 5)

Hombres	65-175 µg/dL	≅	11,6-31,3 µmol/L ^(Nota 5)
Mujeres	40-150 µg/dL	≅	7,16-26,85 µmol/L ^(Nota 5)

Estos valores son orientativos. Es recomendable que cada laboratorio establezca sus propios valores de referencia.

CARACTERISTICAS DEL METODO

Rango de medida: Desde el *límite de detección* de 0,850 µg/dL hasta el *límite de linealidad* de 1000 µg/dL.

Si la concentración de la muestra es superior al límite de linealidad, diluir 1/2 con CINA 9 g/L y multiplicar el resultado final por 2.

Precisión:

	Intraserie (n=20)		Interserie (n=20)	
Media (µg/dL)	113	250	111	249
SD	0,89	0,72	3,51	6,29
CV (%)	0,79	0,29	3,17	2,52

Sensibilidad analítica: 1 µg/dL = 0,00104.

Exactitud: Los reactivos SPINREACT no muestran diferencias sistemáticas significativas cuando se comparan con otros reactivos comerciales.

Los resultados obtenidos con 50 muestras fueron los siguientes:

Coefficiente de correlación (r²): 0,9934

Ecuación de la recta de regresión: y = 1,0243x - 3,877.

Las características del método pueden variar según el analizador utilizado.

INTERFERENCIAS

Desechar las muestras hemolizadas, ya que los hematies contienen hierro y pueden dar falsos resultados positivos^{1,2}.

Se han descrito varias drogas y otras sustancias que interfieren en la determinación del hierro^{3,4}.

NOTAS

- IRON CAL: Debido a la naturaleza del producto, es aconsejable tratarlo con sumo cuidado ya que se puede contaminar con facilidad.
- Se recomienda utilizar material de plástico de un solo uso. Si se usa material de vidrio sumergirlo durante 6 h en CIH diluido (20%, v/v), enjuagar varias veces con agua destilada y secar antes de su uso.
- La calibración con el Patrón acuoso puede dar lugar a errores sistemáticos en métodos automáticos. En este caso, se recomienda utilizar calibradores séricos.
- Usar puntas de pipeta desechables limpias para su dispensación.
- Los valores de referencia son altamente dependientes del método utilizado.
- SPINREACT dispone de instrucciones detalladas para la aplicación de este reactivo en distintos analizadores.**

BIBLIOGRAFIA

- Ferrotta G. Iron and iron-binding capacity. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1063-1065.
- Itano M M D. Cap Serum Iron Survey 1978 (70): 516-522.
- Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACCC Press, 1995.
- Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACCC 2001.
- Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACCC 1999.
- Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACCC 1995.

PRESENTACION

Ref: 1001247 Cont. R1: 4 x 50 mL, R2: 4 x 500 mg, R3: 2 x 10 mL, CAL: 1 x 10 mL

Anexo 6: Inserto de transferrina



CE

TRF

TRF (Transferrina) Turbidimetría

Determinación cuantitativa de Transferrina (TRF)

IVD

Conservar a 2 - 8°C.

USO RECOMENDADO

Ensayo turbidimétrico para la cuantificación de transferrina en suero o plasma humano.

PRINCIPIO DEL METODO

Los anticuerpos anti-TRF forman compuestos insolubles cuando se combinan con la TRF de la muestra del paciente, ocasionando un cambio de absorbancia proporcional a la concentración de TRF en la muestra, y que puede ser cuantificada por comparación con un calibrador de TRF de concentración conocida.

SIGNIFICADO CLINICO

La transferrina es una proteína plasmática, compuesta por una sola cadena polipeptídica con un 6% de carbohidratos aproximadamente. Se sintetiza en el hígado y transfiere hierro a través del suero.

La medida de la TRF en plasma es útil para el diagnóstico diferencial de la anemia y para monitorizar su tratamiento. El nivel de TRF aumenta en la anemia hipocrómica (deficiencia de hierro). Si la anemia es debida a un fallo de la incorporación del hierro en los hematíes, el nivel de TRF es normal o bajo, pero la proteína está ligeramente saturada de hierro. En estados de sobrecarga de hierro, la concentración de TRF es normal pero la saturación excede al 55% pudiendo llegar al 90%. El control de TRF se utiliza también para diagnosticar el estatus nutricional. En una atransferrinemia congénita, los bajos niveles de TRF se acompañan de una sobrecarga de hierro y de una anemia hipocrómica severa. El embarazo y el tratamiento con estrógenos pueden aumentar el nivel de TRF.

REACTIVOS

Diluyente (R1)	Tampón tris 20 mmol/L, PEG 8000, pH, 8,3. Azida sódica 0,95 g/L.
Anticuerpo (R2)	Suero de cabra, anti-transferrina humana, pH 7,5. Azida sódica 0,95 g/L.
Opcional:	Ref: 1102003 PROT CAL.

CALIBRACION

El ensayo está calibrado frente al Material de Referencia ERM-DA470k/IFCC. Debe utilizarse el Calibrador PROT CAL para la Calibración. El reactivo (tanto monoreactivo como bireactivo) se debe recalibrar cada mes, cuando los controles están fuera de especificaciones, y cuando el lote de reactivo o la configuración del instrumento cambia.

PREPARACION

Reactivos: Listos para el uso.

Curva de Calibración: Preparar las siguientes diluciones del Calibrador PROT CAL en NaCl 9 g/L como diluyente. Para obtener las concentraciones de cada dilución de TRF, multiplicar la concentración de TRF del calibrador por el factor correspondiente indicado en la tabla:

Dilución calibrador	1	2	3	4	5	6
Calibrador (µL)	-	6,25	12,5	25	50	100
NaCl 9 g/L (µL)	100	93,75	87,5	75	50	-
Factor	0	0,0625	0,125	0,25	0,5	1,0

CONSERVACION Y ESTABILIDAD

Todos los componentes del kit son estables hasta la fecha de caducidad cuando se mantienen los viales bien cerrados a 2-8°C, y se evita la contaminación durante su uso. No utilizar reactivos que hayan sobrepasado la fecha de caducidad.

Indicadores de deterioro: Presencia de partículas y turbidez.

No congelar, la congelación del Anticuerpo o Diluyente puede afectar la funcionalidad de los mismos.

MATERIAL ADICIONAL

- Baño de agua a 37°C.
- Espectrofotómetro o fotómetro con cubeta termostabilizable a 37°C para lecturas a 340 nm (320-360 nm).

MUESTRAS

Suero o plasma fresco, recogido con heparina o EDTA como anticoagulantes. Estable 7 días a 2-8°C o 3 meses a -20°C. Las muestras con restos de fibra deben centrifugarse. No utilizar muestras altamente hemolizadas o lipémicas.

PROCEDIMIENTO

1. Calentar los reactivos y el fotómetro (portacubetas) a 37°C.
2. Condiciones del ensayo:
Longitud de onda: 340 nm
Temperatura: 37°C
Paso de luz de la cubeta: 1 cm

3. Ajustar el espectrofotómetro a cero frente a agua destilada.

4. Pipetear en una cubeta:

Reactivo R1 (µL)	800
Muestra o Calibrador (µL)	10

5. Mezclar y leer la absorbancia (A₁) después de la adición de la muestra.

6. Inmediatamente después, pipetear en la cubeta:

Reactivo R2 (µL)	200
------------------	-----

7. Mezclar y leer la absorbancia (A₂) exactamente después de 2 minutos de añadir el reactivo R2.

Spinreact dispone de adaptaciones detalladas a la mayoría de analizadores automáticos del mercado. Solicite la información a su distribuidor.

CALCULOS

Calcular la diferencia de absorbancias (A₂ - A₁) obtenidas para los distintos calibradores, y construir la curva de calibración de los valores obtenidos frente a las concentraciones de TRF de cada dilución del Calibrador. La concentración de TRF en la muestra se calcula por interpolación de su diferencia (A₂ - A₁) en la curva de calibración.

CONTROL DE CALIDAD

Se recomienda utilizar sueros control para controlar los ensayos tanto en procedimiento manual como en automático. Spinreact dispone del PROT CONTROL Ref: 1102004.

Cada laboratorio debería establecer su propio Control de Calidad y establecer correcciones en el caso de que los controles no cumplan con las tolerancias exigidas.

VALORES DE REFERENCIA²

Entre 200 - 360 mg/dL. Es recomendable que cada laboratorio establezca sus propios valores de referencia.

CARACTERISTICAS DEL METODO

Rango de medida: hasta el valor del calibrador (aprox. 800 mg/dL) en las condiciones descritas del ensayo. Las muestras con valores superiores deben diluirse 1/5 con NaCl 9 g/L y ensayarse de nuevo. El intervalo de medida depende de la relación muestra/reactivo. Disminuyendo el volumen de muestra, se aumenta el límite superior del intervalo de medida, aunque se reduce la sensibilidad.

Límite de detección: el valor es de 0 mg/dL.

Sensibilidad: Δ 3,0 mA / mg/dL (94 mg/dL).

Efecto prozona: No se observa hasta valores de 2000 mg/dL.

Precisión: El reactivo ha sido probado durante 20 días con tres niveles diferentes de suero en un estudio basado en las normas EP5 (NCCLS).

EP5	CV (%)		
	77.02 mg/dl	206.99 mg/dl	377 mg/dl
Total	5.4%	2.5%	5.4%
Within Run	1%	0.8%	1.2%
Between Run	1.7%	1.3%	2.1%
Between Day	5%	2%	4.9%

Exactitud: El comportamiento de este método (y) fue comparado con el método Image de Beckman. 100 muestras de concentraciones de TRF entre 50 y 700 mg/dL fueron analizadas con ambos métodos. El coeficiente de regresión (r) fue de 0,95 y la ecuación de la recta de regresión $y = 1,046x + 3,843$.

Las características del método pueden variar según el analizador utilizado.

INTERFERENCIAS

Bilirrubina (20 mg/dL), hemoglobina (20 g/L), lípidos (9 g/L) y factores reumatoídes (300 UI/mL), no interfieren. Otras sustancias pueden interferir ^{5,6}.

NOTAS

1. El diagnóstico clínico no debe realizarse únicamente con los resultados de un único ensayo, sino que debe considerarse al mismo tiempo los datos clínicos del paciente.

BIBLIOGRAFIA

1. Clinical Guide to Laboratory Tests, Edited by NW Tietz W B Saunders Co., Philadelphia, 483, 1983.
2. Dati F et al. Eur J Clin Chem Clin Biochem 1996; 34:517-520.
3. Pesce AJ and Kaplan, LA. Methods in Clinical Chemistry. The CV Mosby Company, St. Louis MO, 1987.
4. Kreutzer HJH. J Clin Chem Clin Biochem 1976; 14: 401-406
5. Young DS. Effects of drugs on clinical laboratory tests, 4th ed. AACC Pres, 1995.
6. Friedman and Young. Effects of disease on clinical laboratory tests, 3th ed. AACC Pres, 1997.

PRESENTACION

Ref.: 1102134	Cont.	R1. Diluyente: 1 x 40 mL R2. Anticuerpo: 1 x 10 mL
---------------	-------	---

ITIS35-E 08/10/19



SPINREACT,S.A./S.A.U. Ctra.Santa Coloma, 7 E-17176 SANT ESTEVE DE BAS (GI) SPAIN
Tel. +34 972 69 08 00 Fax +34 972 69 00 99 e-mail: spinreact@spinreact.com

Anexo 7: Base de datos de resultados de laboratorio según la edad (meses)

Nº	Edad	Hb (g/dl)	Hematocrito (%)	TIBC (µg/dl)	UIBC (µg/dl)	TSR (%)	SFe (µg/dl)	SF (µg/l)
1	36-48	8,4	37	465	431	5,6	23,4	7,6
2	61-84	7,8	39	495	440	4,4	20,5	6,8
3	61-84	7,6	38	493	443	4,7	20,8	6,6
4	36-48	8,6	36	462	432	5,2	23,1	7,3
5	49-60	7,8	38	474	447	4,4	23,5	7,6
6	85-108	8,9	40	409	383	6,6	26,8	8,0
7	61-84	7,8	39	496	447	4,8	20,6	6,5
8	49-60	7,2	39	472	445	4,3	23,1	7,9
9	36-48	8,8	37	464	435	5,4	23,6	7,8
10	>109	10,1	41	438	408	6,8	36,0	9,2
11	49-60	7,6	39	478	448	4,7	23,6	7,6
12	85-108	8,4	39	406	382	6,8	26,4	8,5
13	61-84	7,9	38	497	448	4,6	20,2	6,1
14	49-60	7,8	37	476	445	4,8	23,5	7,4
15	36-48	8,4	36	463	437	5,6	23,8	7,7
16	49-60	7,7	38	474	446	4,6	23,8	7,6
17	61-84	7,2	39	492	441	4,2	20,7	6,8
18	49-60	7,2	37	479	447	4,8	23,7	7,9
19	85-108	8,5	38	407	384	6,7	26,6	8,8
20	61-84	7,7	38	494	444	4,8	20,9	6,3
21	85-108	8,3	40	408	388	6,9	26,7	8,9
22	36-48	8,3	37	465	436	5,7	23,5	7,6
23	49-60	7,6	38	478	445	4,7	23,3	7,7
24	85-108	8,4	39	404	385	6,2	26,1	8,3
25	49-60	7,8	36	477	448	4,9	23,7	7,1
26	49-60	7,6	36	470	442	4,7	23,5	7,6
27	61-84	7,2	39	491	449	4,6	20,3	6,8
28	61-84	7,8	38	494	448	4,5	20,7	6,6
29	49-60	7,9	38	475	446	4,8	23,8	7,4
30	85-108	8,8	40	408	382	6,7	26,8	8,4
31	49-60	7,6	37	472	447	4,4	23,2	7,3
32	85-108	8,3	39	401	388	6,2	26,5	8,5
33	36-48	8,7	38	466	436	5,6	23,8	7,6
34	85-108	8,4	40	402	381	6,4	26,3	8,2
35	61-84	7,3	39	494	447	4,8	20,1	6,9
36	49-60	7,3	38	478	449	4,6	23,6	7,8
37	85-108	8,5	40	406	385	6,6	26,9	8,7
38	61-84	7,8	38	496	448	4,2	20,2	6,4
39	85-108	8,8	39	408	381	6,2	26,4	8,3
40	49-60	7,8	36	474	446	4,8	23,5	7,6
41	85-108	8,5	40	406	388	6,9	26,3	8,4
42	61-84	7,2	37	494	445	4,7	20,9	6,7
43	36-48	8,6	36	466	437	5,6	23,8	7,2
44	61-84	7,8	38	498	449	4,6	20,4	6,8
45	49-60	7,5	36	471	441	4,9	23,2	7,8
46	85-108	8,6	39	405	386	6,4	26,2	8,6
47	36-48	8,5	37	469	438	5,1	23,7	7,6
48	36-48	8,4	38	468	432	5,8	23,3	7,9
49	49-60	7,8	36	476	446	4,7	23,6	7,7
50	85-108	8,3	40	403	386	6,7	26,7	8,8

Anexo 8: Algoritmo de anemia ferropénica

