



BIOMARCADORES DEL METABOLISMO DEL HIERRO Y DESARROLLO PSICOMOTOR EN NIÑOS DE 6 A 59 MESES DE EDAD

BIOMARKERS OF IRON METABOLISM AND PSYCHOMOTOR DEVELOPMENT IN CHILDREN FROM 6 TO 59 MONTHS OLD

Wilber Paredes Ugarte¹

¹Universidad Nacional del Altiplano, Av. floral N° 1153, Puno, Perú, ugartewp@gmail.com

RESUMEN

La investigación valora los biomarcadores del metabolismo de hierro; hepcidina, ferritina, transferrina, receptor de transferrina, eritropoyetina, interleuquina-6, Interleuquina-8 y hemoglobina y relacionar los niveles de hemoglobina con el desarrollo psicomotor en niños de 6 a 59 meses de edad en la región Puno 2019, el estudio fue de tipo descriptivo, correlacional y analítico, con una población de 40162, muestra proporcional de 381 niños y muestra normalizada de 299 niños, en los resultados se encuentran hemoglobina por debajo de los parámetros esperados en 70,4 % y los biomarcadores del metabolismo de hierro; hepcidina, eritropoyetina, ferritina, interleuquina-6, interleuquina-8 y transferrina se encuentran en valores normales, además estos biomarcadores no tienen relación significativa con la hemoglobina que indica absorción de hierro en condiciones normales. En la evaluación del desarrollo psicomotor con el Test de EEDP en niños de 6 a 24 meses la mayoría se encuentran en normal y por áreas de desarrollo; coordinación, social, lenguaje y motor en promedio 69,75 % se encuentran en normal. En niños de 24 a 59 meses se evaluó con el Test de TEPSI identificando en 71,43 % normal y por áreas de desarrollo; coordinación, motor y social en promedio 88,54 % se encuentran en normal que indica a mayor edad el desarrollo psicomotor mejora. Se estableció que no existe correlación (sig. > 0,05) de biomarcadores del metabolismo de hierro con los niveles de hemoglobina y existe dependencia significativa en los valores de hemoglobina con el desarrollo psicomotor (sig. < 0,05) a mayores niveles de hemoglobina mejora el desarrollo psicomotor del niño.

Palabras clave: Anemia, desarrollo psicomotor, biomarcadores del metabolismo de hierro.

ABSTRACT

Research assesses biomarkers of iron metabolism; hepcidin, ferritin, transferrin, transferrin receptor, erythropoietin, interleukin-6, interleukin-8 and hemoglobin and to relate hemoglobin levels with psychomotor development in children from 6 to 59 months of age in the Puno region 2019, the study was descriptive, correlational and analytical type, with a population of 40162, proportional sample of 381 children and normalized sample of 299 children, in the results hemoglobin is below the expected parameters in 70.4 % and the biomarkers of iron metabolism; Hepcidin, erythropoietin, ferritin, interleukin-6, interleukin-8 and transferrin are in normal values, in addition these biomarkers do not have a significant relationship with hemoglobin, therefore, iron absorption occurs under normal conditions. In the evaluation of psychomotor development with the EEDP Test in children from 6 to 24 months, the majority are in normal and by development areas; coordination, social, language and motor in average 69.75 % are in normal. In children aged 24 to 59 months, it was evaluated with the TEPSI Test, identifying 71.43 % normal and by areas of development; Coordination, motor and social on average 88.54 % are in normal that indicates the older the psychomotor development improves. It was established that there is no correlation (sig. > 0.05) of biomarkers of iron metabolism with hemoglobin levels and there is a significant dependence on hemoglobin values with psychomotor development (sig. < 0.05) at higher hemoglobin levels improvement the child psychomotor development.

Keywords: Anemia, psychomotor development, biomarkers of iron metabolism.

*Autor para correspondencia: ugartewp@gmail.com



INTRODUCCIÓN

La deficiencia de hierro constituye la mayor causa de anemia a nivel mundial, se ha demostrado la relación negativa entre la presencia de anemia ferropriva y el desarrollo psicomotor en los niños. Tanto la deficiencia como la sobrecarga de hierro son situaciones que ponen en riesgo la salud y la vida de las personas, por lo que es importante mantener su homeostasis (Gonzales Rengifo *et al.* 2017). Debido a ello se hace necesario el conocer los mecanismos de regulación de captación, transporte y absorción del metal a nivel celular principalmente a nivel del enterocito (Sermini *et al.* 2017). La anemia es la situación en la que los glóbulos rojos de la sangre no son capaces de transportar suficiente oxígeno en las células, se estima que el 50 % de todas las anemias diagnosticadas son causadas por la deficiencia de hierro. Otras deficiencias nutricionales son las de ácido fólico y vitamina B₁₂ que causarían anemia megaloblástica (Organization World Health 2007). Ahora el desarrollo humano está en cambio permanente, donde interactúan las condiciones internas (nivel de hemoglobina) del individuo pueden afectar sobre otros indicadores como al desarrollo psicomotor (DPM) (Vericat & Orden 2012). Es importante indicar que el hierro cumple un papel fundamental en el proceso de mielinización y síntesis de neurotransmisores, de modo que su déficit en los primeros años de vida se relaciona con alteraciones neuropsicológicas, como el retraso en los hitos del desarrollo y las alteraciones en

el humor o carácter, en la sociabilidad y en el rendimiento escolar (Sanoja 2015).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la anemia como la presencia de una concentración de hemoglobina por debajo de los niveles límites de referencia para la edad, el sexo y el tiempo de embarazo (Ministerio de Salud 2014), es una enfermedad que se presenta cuando la hemoglobina en la sangre ha disminuido por debajo de un límite debido a deficiencia de hierro en el organismo, infecciones y enfermedades inflamatorias y otras causas (Ministerio de Salud 2017; Ramirez-Vélez *et al.* 2014). El desarrollo de la deficiencia de hierro y su transición hacia la anemia ferropénica es un proceso continuo, inicialmente disminuyen los depósitos de hierro, reflejado por el descenso de la ferritina sérica y los depósitos en médula ósea (Ministerio de Salud 2017); la falta de cantidades específicas de hierro en la alimentación diaria constituye más de la mitad del número total de casos de anemia; así como la inclusión tardía de hierro en la dieta (Ministerio de Salud 2017; Organización Mundial de la Salud 2001), es un problema estructural que se acentúa por las desigualdades económicas, sociales y culturales, que se manifiestan en pobreza, precariedad de las condiciones de la vivienda (en especial respecto del acceso a agua y saneamiento), desconocimiento de las familias sobre la importancia de la alimentación saludable y las prácticas de higiene, entre otros factores (Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social 2018).

La regulación del metabolismo del Fe implica la interacción de una serie de proteínas específicas que intervienen en su absorción, reutilización y distribución: DMT 1 (Divalente Metal Transporter), Ferroportina, Transferrina, Receptor de Transferrina (Rtf), proteína reguladora de hierro, hepcidina (Sala & Diaz 2017); además, el hierro cumple un papel fundamental en el proceso de mielinización y síntesis de neurotransmisores, de modo que su déficit en los primeros años de la vida se relaciona con alteraciones neuropsicológicas, como el retraso en los hitos del desarrollo y las alteraciones en el humor o el carácter, en la sociabilidad y en el rendimiento escolar, así mismo se ha comprobado que dichas alteraciones persisten tras 10 años de seguimiento (Balarajan *et al.* 2011; Rojas *et al.* 2014).

Para el año 2017 en el Perú, se estima que existen 1'350,000 niñas y niños entre 6 y 36 meses de edad, de ellos, el 43,6 % (580,000) tienen algún grado de anemia. Por otro lado, existen 600,000 gestantes de las que el 28 % presentan anemia (168,000) (Balarajan *et al.* 2011; Calvo *et al.* 2001; Sala & Diaz 2017). Por otro lado, a nivel nacional las tasas de anemia en niños de 6 a 35 meses registradas en los últimos (2014, 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019-I), es 46,8 %, 43,5 %, 43,6 %, 43,6 %, 43,5 %, y 42,2 % respectivamente. Además, existe variaciones entre la población urbana y rural, en la sierra del país para los mismos años es 55,9 %, 53,2 %, 51,8 %, 52,0 %, 50,5 % y 49,4 % (INEI 2016; INEI 2018; INEI 2019), finalmente habla de anemia cuando existe una

disminución en el organismo de la masa eritrocitaria y de la concentración de hemoglobina circulantes por debajo de los límites considerados normales para un sujeto teniendo en cuenta factores como la edad, sexo, condiciones medioambientales y estado fisiológico (Toxqui *et al.* 2010), y en la región Puno para el mismo periodo (años) a excepción del año 2019-I la anemia infantil en niños de 6 a 35 meses es 82,0 %; 76,0 %; 75,9 %; 75,9 % y 67,7 % (INEI 2019).

Esta prevalencia de anemia en niños menores de 3 y 5 años confirma su importancia como problema de salud pública y la causa de la anemia es multifactorial entre las más reconocidas tenemos la deficiencia de micronutrientes (hierro, vitamina A, Vitamina B₁₂, folatos), infecciones (parasitosis, malaria, inmunodeficiencias) y desórdenes inherentes a las células de la serie roja (Pajuelo *et al.* 2015); por consiguiente también es necesario el estudio del desarrollo psicomotor que implica los cambios en las habilidades motrices, cognitivas, emocionales y sociales del niño, desde el periodo fetal hasta la adolescencia. Por ello el déficit de hierro y la anemia se han asociado con letargo, disminución de la capacidad de trabajo, y deterioro del desarrollo neurocognitivo (Rojas *et al.* 2014).

El objetivo del estudio es determinar la relación de los biomarcadores del metabolismo del hierro; hepcidina, ferritina, receptor de transferrina, Eritropoyetina, Interleuquina-6, Interleuquina-8 con el nivel de hemoglobina y el desarrollo psicomotor de niños de 6 a 59 meses de edad en la región Puno 2019.

MÉTODOS

Ámbito o lugar de estudio

Se realizó en la región Puno que se encuentra localizada en la sierra sudeste del país, en la meseta del Collao a 13°00'66"00" y 17°17'30" de latitud sur y los 71°06'57" y 68°48'46" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. La población estuvo conformada por 40161 niños/as de 6 a 59 meses de edad, la muestra fue probabilística, con una asignación aleatoria estratificado representado por 381 niños/as con fijación proporcional por distritos y por normalización de la base de datos, la muestra es de 299 niños/as y con ello se han realizado la presentación de los resultados. De los cuales corresponde a niños de 6 a 24 meses 75 y de 24 a 59 meses 224 niños.

Descripción de métodos

Periodo de estudio o frecuencia

La toma de muestras fue en forma diaria por un periodo 3 meses.

Descripción detallada de los materiales, insumos e instrumentos utilizados en la ejecución de la investigación

Las determinaciones de biomarcadores del metabolismo de hierro fueron bioquímicas; hemoglobina mediante el método cianometahemoglobina, la hepcidina, interleuquina 6 y 8, receptor soluble de transferrina y eritropoyetina mediante inmunoensayo enzimático (ELISA), la ferritina sérica con inmunoensayo quimioluminiscencia.

Se utilizaron equipos y reactivos específicos comerciales de DRG International Inc., USA (kit EIA-5782) como SNIBE, el analizador MAGLUMI Fully-auto hemiluminescence immunoassay (CLIA), analizador Human soluble Transferrin Receptor ELISA, analizador Hpcidin 25 (bioactive) HS ELISA. Para la determinación del desarrollo psicomotor de utilizaron la Escala de Evaluación del Desarrollo Psicomotriz (EEDP) a niños de 6 a 24 meses y considera cuatro áreas de funcionamiento relativamente específicas e independientes (lenguaje, social, coordinación y motora) y el Test del Desarrollo Psicomotriz (TEPSI) y tres áreas específicas (coordinación, lenguaje, motricidad) para niños de 24 a 59 meses de edad.

Variables analizadas

Las variables independientes fueron; Hpcidina, receptor de transferrina, eritropoyetina, ferritina, inteleuquina 6 y 8, hemoglobina y la variable dependiente el desarrollo psicomotor.

Prueba estadística aplicada

Los datos de estudio fueron procesados y analizados con el Programa Estadístico "SPSS" (Statistical Package for Social Sciences) versión 21.0. El análisis estadístico de los resultados se expresa en desviación estándar (DE), análisis estadístico descriptivo e inferencial con análisis de correlación y chi-cuadrada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor de hemoglobina mínimo es de 5,3 g/dl y Máximo 14,80 g/dl teniendo una media de

10,41 g/dl, se evidencia que el 65,5 % de los niños presentan niveles de hemoglobina menores a 11g/dl y sólo el 34,4 % con valores normales (Tabla 1).

Tabla 1. Nivel de hemoglobina de niños de 6 a 59 meses Región Puno 2019.

Nivel de Hemoglobina		Nº	%	
Anemia Severa		7	2,3	
Anemia Moderada		91	30,4	
Anemia Leve		98	32,8	
Normal		103	34,4	
Total		299	100,0	
Indicador	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.
Hemoglobina	5,30	14,80	10,4110	1,47843

De acuerdo al ENDES 2018 INEI (2019), en el periodo de 2019-I se encontró niños con anemia en sierra urbana 49,9 % y sierra rural 49 % y en la región Puno; los resultados de ENDES 2018 INEI (2018) los niños con anemia es 67,7 % estos datos son similares a los resultados encontrados en la investigación con 65,5 % de niños que presentan anemia. En el estudio de Paranco (2015) en el año 2015 los niños después de la suplementación con sulfato ferroso logran el nivel normal de hemoglobina el 63 % y con anemia moderada 20 % y leve 17 %, se observa claramente que la intervención nutricional ha mejorado los niveles de hemoglobina. Además, en el estudio de Urquidi *et al.* (2008) la prevalencia de anemia en niños de 6 a 24 meses fue de 86.6% registrándose dentro de ello 8% de anemia severa estos datos son mayores a los encontrados en el presente estudio y difieren por 10 puntos por encima del presente estudio;

el estudio de Fernández *et al.* (2013) a nivel del mar, se encontró en 11,7 % de niños el nivel de hemoglobina por debajo de los parámetros establecidos sin ajuste, esto sería similar al nuestro si no se realizaría el ajuste de hemoglobina.

Asu vez podemos comparar con el estudio de Mohamed y col, quienes evaluaron la prevalencia de la anemia infantil en niños de 6 a 59 meses de edad (n=557) teniendo resultados de 38,8% de anemia (23,9 % leve, 14,7 % moderada y 0,2 % grave). Estos resultados difieren de nuestros resultados considerablemente en vista de que Haití es un país con índice de desarrollo humano bastante bajo y de peor calidad de vida en comparación con la nuestra (Ayoya *et al.* 2013). Es necesario mencionar también que la causa principal de la anemia es la deficiencia de hierro aunque coexisten con otras causas como la parasitosis o desnutrición, además es

importante considerar el costo social y económico ya que la anemia produce disminución de la capacidad física y de la productividad (Alcazar & Lorena 2012), finalmente indicar que la anemia es un problema generalizado de salud pública con consecuencias de desarrollo físico, social y económico para las personas y sigue siendo controvertido dado que diferentes poblaciones sugieren su propio valor de corte de acuerdo a sus características (Shamah *et al.* 2016).

No existe correlación entre los biomarcadores de hierro (transferrina, receptor de transferrina, hepcidina, eritropoyetina, interleuquina 6 e

interleuquina 8) con los valores de hemoglobina en niños de 6 a 59 meses de edad, y las pruebas de correlación y chi-cuadrado se pueden apreciar en el anexo 4. En vista de que los valores de significancia son mayores a 0,05 lo que quiere decir que no existe dependencia de variables por tanto los valores encontrados en los biomarcadores del metabolismo de hierro se encuentran dentro de los parámetros o rangos de normalidad que no interfieren en la utilización del hierro con ello se puede indicar que cada uno de estos biomarcadores vienen cumpliendo sus funciones de manera eficiente y tampoco existe procesos inflamatorios que interfieran la absorción del hierro (Tabla 2).

Tabla 2. Biomarcadores del metabolismo del hierro y correlación con hemoglobina.

Biomarcadores	Deficiente		Normal		Exceso		Total		Correlación/ Hemoglobina	Sig.
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%		
Hepcidina	1	0.30	290	97.00	8	2.70	299	100.00	0.046	0.428
Eritropoyetina	5	1.67	285	95.32	9	3.01	294	100.00	-0.046	0.433
Ferritina	43	14.38	256	85.62	0	0.00	299	100.00	0.036	0.546
Interleuquina 6	2	0.67	188	62.88	109	36.45	299	100.00	0.046	0.426
Interleuquina 8	0	0.00	284	94.98	15	5.02	299	100.00	-0.004	0.941
Transferrina	13	4.35	264	88.29	22	7.36	299	100.00	-0.052	0.374
Hemoglobina									1	-

Los biomarcadores de hierro se encuentran en valores normales, cabe destacar que la hepcidina hormona que participa de manera directa en la regulación sistémica de la homeostasis del hierro. En el estudio de Fernández *et al.* (2013) en niños entre 4 y 14 años se encontró en ferritina en 25,8 % por debajo de los puntos de cohorte, estos valores difieren de los resultados obtenidos en el

estudio del estudio que sólo tenemos el 14,38 % lo que indica que la escasez de hierro no se distribuye de manera homogénea a lo largo de la población, siendo los grupos vulnerables las mujeres en edad reproductiva (en especial las embarazadas), los niños y los adolescentes.

Los biomarcadores de hierro se desarrollaron para definir el tamaño de las reservas y la adecuación del suministro de hierro que son

requeridos para satisfacer las necesidades funcionales del organismo, además son la medida de hierro suficiente para la producción de eritrocitos y resultan ser muy importantes para la determinación de las causas de la anemia, es decir, proporcionan una información adicional sobre los factores que afectan la salud. Es necesario también seleccionar los biomarcadores apropiados de acuerdo a condiciones fisiológicas, edad, estado de salud del individuo (Lynch 2011). En el estudio de Roque y Gatti (Roque *et al.* 2005) encontraron que el receptor de transferrina es más sensible a los valores de hemoglobina y le sigue la relación de ferritina con hemoglobina, a la vez, concluyeron que el uso combinado de receptor de transferrina con parámetros

convencionales permite una rápida evaluación del estado de hierro. Por otro lado (Guzmán 2010) concluyen que si se cuantifica únicamente ferritina sérica para evaluar perfil de hierro se estaría diagnosticando mal. Al evaluar estos resultados proporcionan el argumento suficiente que para valorar las concentraciones de hierro en el organismo se deben de utilizar por lo menos dos indicadores y con ello se puede tener un diagnóstico adecuado.

El desarrollo psicomotor de niños tuvo una calificación normal de 71,43 % de un total de 42 niños, seguidamente el 25,89 % tuvo una calificación de riesgo y finalmente el 2,68 % tuvo una calificación con retraso (Tabla 3).

Tabla 3. Desarrollo Psicomotor de niños Puno 2019.

Clasificación	EEDP		TEPSI	
	Nº	Nº	%	%
Desarrollo con retraso	12	16,00	6	2,68
Desarrollo con riesgo	21	28,00	58	25,89
Desarrollo normal	42	56,00	160	71,43
Total	75	100,00	224	100,00

Según estudio de Narvaez (2016) muestra en la provincia de Melgar desarrollo infantil en 57 % normal, 21,4 % con riesgo y 21,4 % con retraso, estos resultados son similares en vista que en la evaluación se ha utilizado el mismo instrumento EEDP y las familias también son de la región Puno. El estudio de Olivera (2019), encontró el desarrollo psicomotor normal en su gran mayoría de niñas y niños, de acuerdo con las áreas evaluadas, lenguaje

presenta niveles de riesgo y retraso en la mitad de sus niños, de igual manera en el trabajo se más del 50% con desarrollo normal y que por más que existan diferencias de área geográfico los valores encontrados son similares. La identificación oportuna de casos que se encuentren en riesgo o posibles alteraciones que se estén suscitando en el desarrollo psicomotor su intervención temprana debe ser más frecuente y que responda al Norma

Técnica del Ministerio de Salud, lo que permitirá corregir y mejorar las debilidades encontradas.

El promedio en EEDP y TPESI es de 70 % y 88,54 % que presentan desarrollo normal. En

el área motor tienen el mayor porcentaje de desarrollo normal y el más bajo es en el desarrollo social, esto se debe al gran progreso en la coordinación muscular y en su capacidad de pensamiento, lenguaje y memoria (Tabla 4).

Tabla 4. Desarrollo Psicomotor por áreas de desarrollo de niños de 6 a 24 meses evaluados con EEDP, Región Puno 2019.

Clasificación	EEDP								TEPSI					
	Coordinación		Social		Lenguaje		Motor		Coordinación		Motor		Social	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Desarrollo con retraso	11	14,67	14	18,67	11	14,67	6	8,00	5	2,23	4	1,79	7	3,13
Desarrollo con riesgo	17	22,67	15	20,00	9	12,00	7	9,33	19	8,48	17	7,59	25	11,16
Desarrollo normal	47	62,67	46	61,33	55	73,33	62	82,67	200	89,29	203	90,63	192	85,71
Total	75	100,0	75	100,0	75	100,0	75	100,0	224	100,0	224	100,0	224	100,0

El estudio de Olivera (2019) menciona que un notable grupo de niños y niñas de 4 años con desarrollo psicomotor normal en las áreas de coordinación y motricidad, y un pequeño número de niños y niñas en riesgo y retraso. En el área de lenguaje, el porcentaje de niños y niñas de 4 años con nivel de desarrollo psicomotor en riesgo y retraso es igual al porcentaje de niños y niñas con desarrollo psicomotor normal. Los resultados obtenidos son similares en las áreas de coordinación y motricidad y difieren en las áreas de lenguaje y social. En el estudio de Cáceres (2018), los resultados muestran en el desarrollo psicomotor que los niños antes de la intervención el 73 % obtuvieron el diagnóstico de trastorno del desarrollo, después de la intervención sólo el 20 % presenta trastorno en

el desarrollo, el 60 % de niños lograron el desarrollo normal y el 20 % presentaron adelanto en el desarrollo, estos resultados son similares al encontrado en la presente investigación más aún se puede observar que una intervención oportuna mejora estas debilidades de alteración psicomotor.

En el estudio de Muñante & Salome (2016) en preescolares de institución privada del Cercado de Lima, se encontró que el 80% presentan desarrollo normal, 15 % en riesgo y 5 % con retraso. En el caso de niños con retraso son similares a las nuestras no se observa diferencias significativas con los resultados encontrados. El desarrollo psicomotor es un proceso evolutivo, multidimensional e integral, mediante el cual el individuo va dominando progresivamente habilidades y respuestas cada

vez más complejas. Es el resultado de diversos factores, al no tener un desarrollo óptimo presenta problemas en el crecimiento que se van a ver afectados en el área motora, también en el aspecto psicológico, intelectual y social.

Un niño con un bajo desarrollo psicomotor probablemente tenga menores oportunidades de poder enfrentarse a un medio que le ofrece diversas barreras y que lo mantiene constantemente en tensión, desde el inicio de vida de este niño va a necesitar de estrategias las cuales la va adquiriendo en el transcurso de la vida que van acorde a su nivel madurativo; presentar un retraso del desarrollo psicomotor significa que este niño no va a poder alcanzar

sus actividades y etapas acordes para su edad retrasando así su nivel de crecimiento y desenvolvimiento a nivel social. Por lo tanto, brindar al niño oportunidades para que tenga un crecimiento y desarrollo adecuado debe ser una de las prioridades de la familia, los gobiernos, las organizaciones y comunidad en general (Muñante & Salome 2016).

De acuerdo a la prueba estadística de Chi cuadrado se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, demostrando que los niveles de hemoglobina influyen sobre el desarrollo psicomotor de los niños de 6 a 24 meses de edad (Tabla 5).

Tabla 5. Nivel de hemoglobina con Desarrollo psicomotor, Región Puno 2019.

Nivel de Hemoglobina	EDDP						TEPSI									
	Desarrollo con Retraso		Desarrollo con Riesgo		Desarrollo Normal		Total		Desarrollo con Retraso		Desarrollo con Riesgo		Desarrollo Normal		Total	
	N	%	N°	%	N	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Anemia severa	4	5,33	1	1,33	0	0,00	5	6,67	1	0,45	1	0,45	0	0,00	2	0,89
Anemia moderada	8	10,67	12	16,00	8	10,67	28	37,33	4	1,79	28	12,0	31	13,84	63	28,13
Anemia leve	0	0,00	5	6,67	18	24,00	23	30,67	0	0,00	18	8,04	57	25,45	75	33,48
Normal	0	0,00	3	4,00	16	21,33	19	25,33	1	0,45	11	4,91	72	32,14	84	37,50
Total	12	16,00	21	28,00	42	56,00	75	100,0	6	2,68	58	25,89	160	71,43	224	100,0
Chi-cuadrado de Pearson	87,132 ^a		Sig.				,000		Chi-cuadrado de Pearson		104,102 ^a		Sig.		,000	

En el estudio de Tal Shafir *et al.* (2006) evaluó el desarrollo motor en 185 costarricenses que variaron el estado de hierro de 12 a 23 meses utilizaron el Test psicomotor de Bayley y la aptitud motriz Bruninks-Oseretsky, donde demostraron que los niños con anemia severa tenían puntajes más bajos del desarrollo psicomotor. También el estudio de Sanoja (2015) se evaluaron a 30 niños anémicos

valorados con el Test de Denver para determinar el desarrollo psicomotor. Se encontró que 63,3 % de estos niños obtuvo calificación anormal en el Test de Denver, reflejado en la mayoría de los casos en el área de lenguaje 63,3 %; la actividad motora fina fue anormal en 43,3 % de los niños y normal en el resto de los niños estudiados, con lo cual se evidencia el efecto negativo del déficit de

hierro en el área cognitiva de los niños preescolares. Estos resultados confirman que la anemia tiene efectos negativos sobre el desarrollo psicomotor de los niños. Finalmente según Carrero *et al.* (2007) encontraron resultados de las diversas investigaciones en este campo concluyen que la anemia ferropénica está relacionada de manera directa con el rendimiento de los niños en la etapa escolar dado que el déficit de hierro ocasiona una disminución significativa en el desarrollo y desempeño cognitivo del cerebro.

Los resultados de la investigación resulta de gran importancia al realizar el monitoreo del crecimiento y desarrollo de los niños con el fin de mejorar su desarrollo psicomotor a través de la detección precoz de riesgos, alteraciones o trastorno de estos procesos, para su atención oportuna, así como promover prácticas adecuadas de cuidado y crianza a nivel familiar, el desarrollo de las habilidades para el aprendizaje en los niños a edad temprana es propicia, ya que se inician procesos irrecuperables en el futuro, es así que ante cualquier alteración que pudiera existir, como en el caso de estudiantes que poseen poco vocabulario, desconocen objetos de su entorno cuando lo ven, no pueden desplazar objetos de un lugar hacia otro, entre otros aspectos, comprometería sus futuros aprendizajes y su adecuado desarrollo, por ello es necesario identificar e intervenir tempranamente en aquellos niños que evidencien problemas. La anemia aguda se ha asociado con un mayor riesgo de muerte materna e infantil, hay consecuencias de anemia por deficiencia de

hierro en el desarrollo físico y cognitivo de los niños.

CONCLUSIONES

Los valores de hemoglobina se encuentran por debajo de los parámetros esperados en 70,4% y los biomarcadores del metabolismo de hierro; hepcidina, eritropoyetina, ferritina, interleuquina-6, interleuquina-8 y transferrina se encuentran en valores normales por tanto facilitan una adecuada absorción de hierro; los biomarcadores del metabolismo del hierro hepcidina, eritropoyetina, ferritina, interleuquina 6, interleuquina 8 y transferrina no tienen relación significativa teniendo significancia desde 0,349 hasta 0,941 con los niveles de hemoglobina en los niños de 6 a 59 meses de la región Puno y el desarrollo psicomotor con el Test de EEDP para niños de 6 a 24 meses se encontró que la mayoría están en normal y por áreas de desarrollo; coordinación, social, lenguaje y motor en promedio 69,75 % se encuentran en normal, finalmente los niños de 24 a 59 meses se evaluó con el Test de TEPSI identificando en 71,43 % normal y por áreas de desarrollo; coordinación, motor y social en promedio el 88,54 % se encuentran en normal que indica a mayor edad el desarrollo psicomotor mejora. Existe dependencia significativa en los valores de hemoglobina con el desarrollo psicomotor (sig. <0,05) que indica a mayores niveles de hemoglobina mejora el desarrollo psicomotor del niño.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, Vicerrectorado de Investigación por el financiamiento mediante el proyecto Anemia, y la Dra. Benita Maritza Choque Quispe, Dra. Martha Nancy Tapia Infantes, Dr. José Dante Gutiérrez Alberoni y Dr. Jorge Luis Mercado

Portal. Por sus aportes, sugerencias y correcciones que contribuyeron a la redacción del manuscrito.

CONFLICTO DE INTERÉS

El autor de iniciales (WPU), no tiene conflictos de ninguna índole.

REFERENCIAS

- Alcazar, & Lorena. 2012. *Impacto Económico de la Anemia en el Perú*. http://www.grade.org.pe/upload/publicaciones/archivo/download/pubs/LIBROGRADE_ANEMI_A.pdf (GRADE (ed.); Primera)
- Ayoya, M. A., Ngnie-Teta, I., Séraphin, M. N., Mamadoulaibou, A., Boldon, E., Saint-Fleur, J. E., Koo, L., & Bernard, S. 2013. Prevalence and risk factors of anemia among children 6-59 months old in Haiti. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23555053/>. *Anemia*, 2013, 10–12. <https://doi.org/10.1155/2013/502968>
- Balarajan, Y., Ramakrishnan, U., Özaltin, E., Shankar, A. H., & Subramanian, S. V. 2011. Anaemia in low-income and middle-income countries. *The Lancet*, 378(9809), 2123–2135. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)62304-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)62304-5)
- Cáceres, M. 2018. Intervención de enfermería en estimulación temprana en el desarrollo psicomotor de niños de 24 a 30 meses del establecimiento de salud Taquile I-2 Puno 2016. *Tesis UNA*, 1–110. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6348/C%c3%a1ceres_Mayta_Milagros_Yulissa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Calvo, D. E. B., Longo, L. E. N., Aguirre, L. P., & Britos, L. S. 2001. Niños Y Embarazadas En La Argentina. *Infanto*, 1–31.
- Carrero, C. M., Oróstegui, M. A., Escorcía, L. R., & Arrieta, D. B. 2007. *Anemia infantil : desarrollo cognitivo*. <https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/2432?show=full>
- Fernández, A., Troncoso, L., & Nolberto, V. 2013. Estado de nutrición en hierro en una población de 4 a 14 años, urbano marginal, de Lima. *Anales de La Facultad de Medicina*, 68(2), 136. <https://doi.org/10.15381/anales.v68i2.1223>
- Gonzales Rengifo, G., Fano, D., & C., V.-V. 2017. Necesidades de Investigación para el diagnóstico de anemia en poblaciones de altura. <https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2017.v34n4/699-708/es>. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 34(4), 699–708. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2017.344.3208>

- Guzmán ME, Q. P. 2010. Receptores solubles de transferrina como mejor indicador bioquímico para definir deficiencia de hierro. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 44(3), 311–316. <https://www.redalyc.org/pdf/535/53518945002.pdf>
- INEI. 2016. *Perú, Indicadores De Resultados De Los Programas Estratégicos, 2009-2015*. 2009–2015. https://proyectos.inei.gob.pe/endes/images/PPR_2015.pdf
- INEI. 2018. Encuesta demográfica y salud familiar - ENDES 2018. In *INEI ENDES*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- INEI. 2019. Perú: Indicadores de Resultados de los Programas Presupuestales, Primer Semestre 2019 (Encuesta Demográfica y de Salud Familiar - Resultados preliminares añ 50% de la muestra). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*, 1–154. https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2019/ppr/Indicadores_de_Resultados_de_los_Programas_Presupuestales_ENDES_Primer_Semestre_2019.pdf
- Lynch, S. 2011. *Case studies: iron 1–4*. 94. <https://doi.org/10.3945/ajcn.110.005959>. Iron
- Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. (2018). Plan Multisectorial de Lucha contra la Anemia. *Octubre*, 34. <http://www.midis.gob.pe/dmdocuments/plan-multisectorial-de-lucha-contra-la-anemia-v3.pdf>
- Ministerio de Salud. 2014. *Lineamientos de Nutrición Materno Infantil del Perú*. http://bvs.minsa.gob.pe/local/INS/158_linnut.pdf
- Ministerio de Salud. 2017. Norma Técnica De Salud Para El Control de Crecimiento y Desarrollo de la Niña y Niño Menor de Cinco Años. In *Resolucion Ministerial* (Vol. 137, pp. 3–133). <http://www.redsaludcce.gob.pe/Modernidad/archivos/dais/ppan/normast/CRED.pdf>
- Muñante, S., & Salome, M. 2016. *Escuela De Sanidad Naval Estado Nutricional Y Desarrollo Psicomotor En Preescolares*. 58. <http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/379/Estado+nutricional+y+desarrollo+psicomotor+en+preescolares.pdf;jsessionid=68CE6CB36E4059EA67509D4CFB50559F?sequence=1>
- Narvaez, R. 2016. *Comparación De La Escala De Evaluación Del Desarrollo Psicomotor Y Test Peruano, Aplicado En Niños De 6 Meses De Edad En El Hospital San Juan De Dios De Ayaviri - Puno*. 2016. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3261/Narvaez_Sarcco_Rosa_Luz.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Olivera Díaz, K. L. 2019. Factores familiares relacionados al desarrollo psicomotor en niñas y niños de 4 años de una institución educativa, 2018. *Tesis UNMSM*, 97. http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/10323#.XSqU_8hzewA.mendeley
- Organización Mundial de la Salud, O. 2001. Uso Clínico de la Sangre; en medicina general, Obstetricia, Pediatría y Neonatología. *Organización Mundial de La Salud*, 381. http://www.who.int/bloodsafety/clinical_use/en/Manual_S.pdf
- Organization, W. H. 2007. Assessing the iron status of populations. *World Health Organization*, 655–

666. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75368/1/9789241596107_eng.pdf?ua=1
- Pajuelo, J., Miranda, M., & Zamora, R. 2015. Prevalencia de deficiencia de vitamina A y anemia en niños menores de cinco años de Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 32(2), 245–251. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2015.322.1614>
- Paranco, C. 2015. *Tesis Efecto de las prácticas de la suplementación del sulfato ferroso y consumo de hierro dietético en los niveles de hemoglobina en niños con anemia de 6 a 36 meses del Puesto de Salud Villa Socca – Acora. Puno – PERÚ.* <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2457>
- Ramírez-Vélez, R., Martínez-Torres, J., & Meneses-Echavez, J. 2014. Prevalencia y factores sociodemográficos asociados a la deficiencia de ferritina en niños de Colombia. 31(2), 8–11. http://www.msbs.gov.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/infMedic/docs/vol33_1eritropoyetina.pdf%0Ahttps://www.msssi.gov.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/infMedic/docs/vol33_1eritropoyetina.pdf
- Rojas, M., Rodríguez, E., & Benítez, N. 2014. Incidencia de factores de riesgo asociados a la anemia ferropénica en niños menores de cinco años. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta*, 40(1). <http://revzoilomarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/110>
- Roque, M., Gatti, C., & Aggio, M. 2005. Estudios para evaluar el hierro corporal. *Ars Pharmaceutica*, 46(2), 181–191. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/ars/article/view/5074>
- Sala, M., & Diaz, L. 2017. *Nuevos marcadores bioquímicos para el estudio de pacientes con anemia.* 1, 126–136.
- Sanoja C, M. M. 2015. Desarrollo Psicomotor en Preescolares con Anemia Ferropénica. *Informe Medico*, 17(1), 9–14. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_im/article/view/9165/8989
- Sermini, C. G., Acevedo, M. J., & Arredondo, M. 2017. Biomarkers of metabolism and iron nutrition. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 34(4), 690–698. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2017.344.3182>
- Shamah, T., Villalpando, S., & De la Cruz, V. 2016. Anemia. *International Encyclopedia of Public Health*, 1, 103–112. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803678-5.00018-7>
- Tal Shafir, R., Angulo-Barroso, A., Calatroni, Elias Jimenez, B., & Lozoff. 2006. Effects of iron deficiency in infancy on patterns of motor development over time. *Human Movement Science*, 25(6), 821–838. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2006.06.006>
- Toxqui, L., De Piero, A., Courtois, V., Bastida, S., Sánchez-Muniz, F. J., & Vaquero, M. P. 2010. Deficiencia y sobrecarga de hierro; implicaciones en el estado oxidativo y la salud cardiovascular. *Nutricion Hospitalaria*, 25(3), 350–365. <https://doi.org/10.3305/nh.2010.25.3.4583>
- Urquidi B., C., Vera A., C., Trujillo B., N., & Mejía S., H. 2008. Prevalencia de anemia en niños de 6 a 24 meses de edad de tres centros de salud de la ciudad de La Paz. *Revista Chilena de Pediatría*, 79(3), 327–331. <https://doi.org/10.4067/s0370-41062008000300013>

Vericat, A., & Orden, A. B. 2012. *El Desarrollo Psicomotor y sus alteraciones: entre lo normal y lo patológico*. 2977–2984. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232013001000022&script=sci_abstract&tlng=es