



Anemia y el desarrollo de la psicomotricidad en la primera infancia

Anemia and the development of psychomotor skills in early childhood

Anemia e desenvolvimento psicomotor na primeira infância

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistavive.v6i18.259>

Yony Millart Fura Vizcarra¹ 

yfura@epg.unap.edu.pe

Percy Samuel Yabar Mianda¹ 

p.yabar@unap.edu.pe

Nardy Guillen Sosa¹ 

nguillensosa@gmail.com

Edgar Octavio Roque Huanca¹ 

eroque@unap.edu.pe

Esther Lidia Jinez García¹ 

estherli0719@gmail.com

Benito Pepe Calsina Calsina² 

benito.calsina@upsc.edu.pe

¹Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú

²Universidad Privada San Carlos SAC. Puno, Perú

Artículo recibido 2 de agosto 2023 / Aceptado 24 de agosto 2023 / Publicado 25 de septiembre 2023

RESUMEN

Los bajos niveles de hemoglobina se definen como una concentración baja de hemoglobina en la sangre. La actividad metabólica cerebral está vinculada con el desarrollo psicomotor. El desarrollo psicomotor durante la infancia se desarrolla a partir de los reflejos innatos, se organizan en esquemas de conducta, se internalizan durante el segundo año de vida como modelos de pensamiento. En Perú, se contabilizan el 50.99% de los niños con bajos niveles de concentración de hemoglobina en menores de 3 años. **Objetivo.** Identificar la relación entre la anemia y el desarrollo de la psicomotricidad en la primera infancia. **Materiales y Métodos.** Para evaluar los niveles de hemoglobina se empleó el método de la azidametahemoglobina, con un hemoglobinómetro, y para evaluar el desarrollo psicomotor se empleó la escala del desarrollo psicomotor. En el estudio participaron 32 niños de 6 a 24 meses de edad. **Resultados.** El 40,6% presenta niveles de hemoglobina entre 14,2 - 17,2 g/dl, el 31,3% presenta niveles de hemoglobina entre 13,2 - 14,1 g/dl seguido del 25,0% que presenta niveles de hemoglobina entre 10,2 - 13,1 g/dl y el 3,1% presenta niveles de hemoglobina <10,2 g/dl; respecto al desarrollo psicomotor expresados en coeficiente de desarrollo se evidencia que el 59,4% de niños muestran un desarrollo normal seguido del 31,3% de niños que presenta un desarrollo en riesgo y 9,4% en retraso. **Conclusiones.** El coeficiente de desarrollo del niño(a) se encontró que la mayoría tiene un desarrollo psicomotor normal seguido de riesgo y de retraso, a pesar que mayoría tiene un coeficiente de desarrollo normal

Palabras clave: Hem (Hemoglobina); Hemoglobinómetro; Hierro; Infante; Desarrollo Infantil

ABSTRACT

Low hemoglobin levels are defined as a low hemoglobin concentration in the blood. Brain metabolic activity is linked to psychomotor development. Psychomotor development during infancy develops from innate reflexes, which are organized in behavioral schemes and internalized during the second year of life as thought models. In Peru, 50.99% of children under 3 years of age have low hemoglobin concentration levels. **Objective.** To identify the relationship between anemia and psychomotor development in early childhood. **Materials and Methods.** To evaluate hemoglobin levels, the azidametahemoglobin method was used, with a hemoglobinometer, and to evaluate psychomotor development the psychomotor development scale was used. Thirty-two children aged 6 to 24 months participated in the study. **Results.** 40.6% presented hemoglobin levels between 14.2 - 17.2 g/dl, 31.3% presented hemoglobin levels between 13.2 - 14.1 g/dl followed by 25.0% presenting hemoglobin levels between 10.2 - 13.1 g/dl and 3.1% presented hemoglobin levels <10.2 g/dl; with respect to psychomotor development expressed in development coefficient, 59.4% of children show normal development followed by 31.3% of children with development at risk and 9.4% with delayed development. **Conclusions.** The development coefficient of the child showed that most of the children have a normal psychomotor development followed by at risk and retardation, although most of them have a normal development coefficient.

Key words: Heme; Hemoglobinometer; Iron; Child, Preschool; Child Development

RESUMO

Níveis baixos de hemoglobina são definidos como uma baixa concentração de hemoglobina no sangue. A atividade metabólica do cérebro está ligada ao desenvolvimento psicomotor. O desenvolvimento psicomotor durante a infância se desenvolve a partir de reflexos inatos, que são organizados em padrões de comportamento e internalizados durante o segundo ano de vida como padrões de pensamento. No Peru, 50,99% das crianças com menos de 3 anos de idade têm baixas concentrações de hemoglobina. **Objetivo.** Identificar a relação entre a anemia e o desenvolvimento psicomotor na primeira infância. **Materiais e métodos.** Para avaliar os níveis de hemoglobina, foi usado o método da azidameta-hemoglobina, com um hemoglobinômetro portátil HemoCue® Hb 201+ e, para avaliar o desenvolvimento psicomotor, foi usada a escala de desenvolvimento psicomotor. Trinta e duas crianças com idade entre 6 e 24 meses participaram do estudo. **Resultados.** 40,6% tinham níveis de hemoglobina entre 14,2 - 17,2 g/dl, 31,3% tinham níveis de hemoglobina entre 13,2 - 14,1 g/dl, seguidos por 25,0% com níveis de hemoglobina entre 10,2 - 13,1 g/dl e 3,1% com níveis de hemoglobina <10,2 g/dl; com relação ao desenvolvimento psicomotor expresso em coeficiente de desenvolvimento, é evidente que 59,4% das crianças apresentam um desenvolvimento normal, seguido por 31,3% de crianças que apresentam um desenvolvimento em risco e 9,4% em atraso. **Conclusões.** O coeficiente de desenvolvimento infantil mostrou que a maioria das crianças tem um desenvolvimento psicomotor normal, seguido por risco e atraso, embora a maioria delas tenha um coeficiente de desenvolvimento normal.

Palavras-chave: Hème; Hemoglobinômetro Ferro; Pré-Escolar; Desenvolvimento Infantil

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud [OMS] ha calificado, la baja concentración de hemoglobina en los niños como un problema vinculado de salud pública más importante del mundo, que afecta a cerca del 9% de niños de la primera infancia (1,2). La baja concentración de hemoglobina en la sangre tiene mínima implicancia en el transporte de oxígeno hacia los tejidos y así también no favorece el transporte de dióxido de carbono y protones hacia los pulmones (3). En este proceso, es necesaria el transporte de oxígeno a través de la hemoglobina que el hematíe contiene en su interior (4). Así mismo la hemoglobina está compuesta por cuatro cadenas de polipéptidos llamadas globinas, cada una de las cuales contiene una molécula o grupo hemo [constituido por un átomo de hierro y un anillo de protoporfirina] (5,6). El oxígeno se ancla en la hemoglobina unido al átomo de hierro del grupo hemo (3,7-9).

Para Jaramillo (10) el tejido cerebral es altamente dinámico en términos de actividad eléctrica y demanda de energía. De esta manera, el cerebro es el órgano que consume más energía y usa grandes cantidades de energía metabólica para el proceso de la información, basado únicamente en la participación de dos sustratos: la glucosa y el oxígeno (11-13). La actividad metabólica cerebral está vinculada con el desarrollo psicomotor.

El desarrollo psicomotor es el proceso mediante el cual el niño adquiere habilidades

y conductas cada vez más complejas, las que le permite una mayor adaptación al medio para dominar su cuerpo, en el cual, intervienen dos procesos, Neuromuscular: adquisición del tono, de determinadas posturas y de motricidad coordinadas y Psicológicos: aparición por etapas de manifestaciones intelectuales y afectivos (7). La investigación de Piaget sobre el desarrollo psicomotor designa la adquisición de habilidades que se observa en el niño de forma continua, por lo tanto, es la manifestación externa de la maduración del SNC, a consecuencia por la proliferación de las dendritas y la mielinización de los axones, son los responsables fisiológicos de los procesos observados (4,14,15). Un desarrollo normal depende de un SNC intacto del bebé en interacción e interrelación con el medio, especialmente con el medio sociocultural (16).

El desarrollo psicomotor durante la infancia se desarrolla a partir de los reflejos innatos, se organizan en esquemas de conducta, se internalizan durante el segundo año de vida como modelos de pensamiento y se desarrollan durante la infancia y la adolescencia en complejas estructuras intelectuales que caracterizan la vida adulta (17). Piaget considera el desarrollo cognitivo en infante de 0 a 2 años, etapa sensorio motora, la conducta del niño es esencialmente motora, no hay representación interna de los acontecimientos externos, ni piensa mediante conceptos (17,18). Para Piaget la actividad motriz es el punto de partida del desarrollo cognitivo, siendo los dos primeros años de la vida de

desarrollo cognitivo sensorio motriz (19). Va a ser a través de sus posibilidades motrices como el niño manipula los objetos y explora el espacio desarrollando cognitivamente en forma práctica, que va unida a la vivencia afectiva que supone su relación con el entorno (20–22). Posteriormente la acción se ira interiorizando y el niño se va haciendo más reflexivo, pero va a continuar necesitando la relación con los otros para autoafirmarse y acceder progresivamente al desarrollo cognitivo, siendo los dos primeros años de vida cognitiva sensorio motriz (22,23).

En Perú, la cifra es crítica, 4 de cada 10 (43.6%) niños la padecen. La región más afectada es la sierra, donde el 51.8% de niños menores de 3 años tiene anemia y le sigue muy de cerca la selva (51.7%). La costa presenta 36.7%. En tanto, Puno lidera las provincias con los registros más altos (75.9%), luego están Loreto (60.7%), Pasco (60.3%), Huancavelica (58.1%) y Ucayali (57.1%), por mencionar algunos (2). El CENAN señala que, los bajos niveles de hemoglobina se definen como una concentración baja de hemoglobina en la sangre. Existen varios tipos, pero la que generalmente predomina en el país es por deficiencia de hierro (18,24-26). En este caso la deficiencia de hierro su falta hará que en el niño se detenga su actividad cognitiva, va a dejar de aprender, de tener actividad física, va a ser un niño que no va a jugar (27).

En la región de Puno, de acuerdo a los datos emitido por la Encuesta Demografica y de Salud Familiar (ENDES) la región Puno sigue

liderando los casos con baja concentración de hemoglobina en el país. Los niños menores de tres años en el 2018 padecían de esta enfermedad en un 67.7%, mientras que en el 2017 la cifra alcanzaba el 75.9%, pese a esa reducción, Puno sigue en el primer lugar a nivel nacional (28,29), sin embargo, no se conoce sobre la situación real del desarrollo psicomotor de estos niños (8).

En el Puesto de Salud Ichu, para el año 2015, el 74,90% de los niños presentaban bajos niveles de concentración de hemoglobina en menores de 3 años; en el año 2016, el 71,0% de los niños presentaba bajos niveles de concentración de hemoglobina en menores de 3 años; siendo recurrente en 2017, el 50.99% niños presenta bajos niveles de concentración de hemoglobina en menores de 3 años, a pesar que para el 2017 había bajo el índice, la tasa sigue siendo alarmante ya se estaría hablando de un poco más de la mitad de esa población infantil menor de tres años con la hemoglobina baja. Esta situación lo que se convierte en un problema severo de salud pública, aunado a ello, el presente estudio tiene como objetivo identificar la relación entre la anemia y el desarrollo de la psicomotricidad en la primera infancia en la etapa de 6 a 24 meses

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó con 32 niños de 6 a 24 meses de edad que asistieron al puesto de Salud de Ichu categoría: I-2 para sus controles

de crecimiento y desarrollo, el puesto de salud pertenece a la jurisdicción de la DISA Puno (en la región de Puno Perú), ubicada con las siguientes coordenadas geográficas: -15.878789720866827, -69.94261232438912. Se asumió un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo-correlacional, con diseño de investigación no experimental, transeccional (30).

Para recoger datos se utilizó las técnicas de observación y evaluación, cuyos instrumentos fueron: Registro de hemoglobina, es un instrumento propuesto por el Ministerio de Salud de Perú, el procedimiento consistió en realizar un dosaje de hemoglobina en niñas y niños por el método de la azidametahemoglobina, para ello se usó un hemoglobinómetro portátil, que consiste en realizar la punción en la yema del dedo del niño con la lanceta retráctil teniendo en cuenta que las dos primeras gotas tuvieron que ser desechadas, la cantidad de sangre para analizar el nivel de hemoglobina fue una gota, la misma que fue traspasada a una micro cubeta (introduciendo la punta de la microcubeta al medio de la gota sanguínea sin hacer contacto con la piel del niño), los resultados obtenidos se anotaron en el Formato de Registro de Nivel de Hemoglobina (sin factor de ajuste y con factor de ajuste por altura) seguidamente se ubican los resultados según la escala: Normal (14.2 -17.2 g/dl.); Leve (13.2 -14.1 g/dl); Moderada (10.2 – 13.1 g/dl) y Severa (< 10.2 g/dl) (4,14,31,32). Para evaluar el desarrollo psicomotor se utilizó la Escala de Evaluación del Desarrollo Psicomotor (EEDP), propuesto y

validado por el ministerio de salud de Perú, esta escala mide el desarrollo psicomotor de la niña y el niño de 0 a 2 años cuyas puntuaciones son: Normal (≥ 85); Riesgo (70-84) y Retraso (≤ 69).

Los criterios de inclusión fueron niños de 6 a 24 meses de edad que asisten a la posta (Ichu categoría: I-2) regularmente a sus controles de crecimiento y desarrollo en compañía de sus padres; niños de 6 a 24 meses de edad cuyas madres autorizan mediante un consentimiento informado su participación en el estudio y niños de 6 a 24 meses de edad y se excluyeron a niños de 6 a 24 meses con problema de salud.

Se utilizó la prueba estadística de Rho de Spearman, a fin de evaluar el grado relación. Se empleó esta prueba no paramétrica ya que los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad (prueba Kolmogorov – Smirnov; $p > 0.05$). Para los cálculos empleados en esta investigación se empleó el programa estadístico SPSS V23.

RESULTADOS

En la Tabla 1, se observa que el 40,6% presenta niveles de hemoglobina entre 14,2-17.2 g/dl, el 31,3% presenta niveles de hemoglobina entre 13.2 -14.1 g/dl seguido de 25,0% presenta niveles de hemoglobina entre 10,2 -13.1 g/dl y el 3.1% presenta niveles de hemoglobina < 10.2 g/dl (severa); respecto al desarrollo psicomotor expresados en coeficiente de desarrollo el 59.4% es normal seguido de 31.3% en riesgo y 9.4% en retraso; para conocer en forma específica el

desarrollo psicomotor por áreas; en coordinación el 53.1% es normales y el 46.9% están catalogados como inferiores para su edad; en social el 68.8% es normal y el 31.3% son inferiores para su edad; en lenguaje el 68.8% es normal y el 31.3% son inferiores para su edad; en el área motora normal

con 71.9% y 28.1% inferior a su edad; respecto al desarrollo cognitivo en etapa sensoriomotora en niños(as) se observó que alcanzan estadios correspondiente a su edad, a medida que aumenta la edad de los niños(as) con anemia o sin anemia

Tabla 1. Niveles de concentración de hemoglobina en niños(as) de 6 a 24 meses de edad.

Valores de concentración de Hb	Frecuencia (N°)	Porcentaje (%)
Normal (14.2 -17.2 g/dl.)	13	40,6
Leve (13.2 -14.1 g/dl)	10	31,3
Moderada (10.2 – 13.1 g/dl)	8	25,0
Severa (< 10.2 g/dl)	1	3,1
Total	32	100,0

En la Tabla 2, se evidencia, el 59.4% obtienen un coeficiente de desarrollo normal, seguido de 31.3% en riesgo y 9.4% retraso. A pesar que la mayoría tiene un desarrollo psicomotor normal eso no nos asegura que se cumpla con todas las

áreas que abarca el desarrollo psicomotor del niño, el proceso de crecimiento en esta edad es acelerado por lo cual requiere de estar en optimas ya que es una sucesión de etapas, en la que la etapa anterior supone la base para la siguiente.

Tabla 2. Coeficiente del desarrollo psicomotor en los niños y niñas de 6 a 24 meses de edad.

Categoría		Frecuencia F	Porcentaje %
Coeficiente de Desarrollo (C.D.)	Normal (>=85)	19	59,4
	Riesgo (70-84)	10	31,3
	Retraso (<= 69)	3	9,4
Total		32	100,0

En la Tabla 3 muestra los resultados entre el nivel de concentración de hemoglobina y coeficiente de desarrollo. A medida que el nivel de concentración de Hemoglobina es mayor y el porcentaje de Coeficiente de Desarrollo en niños también es mayor el nivel de Desarrollo Psicomotor. A mayor concentración de

Hemoglobina 40,6% tiene Coeficiente de Desarrollo Normal, y a medida que baja el nivel de concentración de Hemoglobina 15,6%, obtiene Coeficiente de Desarrollo de Riesgo, se va reduciendo hasta la situación donde el Coeficiente es Retrasado con un nivel de Concentración de Hemoglobina de 9,4%, no

es solo poco probable sino imposible alcanzar a un nivel de Concentración de Hemoglobina Normal. La distribución porcentual marginal de la variable dependiente, Desarrollo Psicomotor, da que el 59,4% de los niños(as) tienen una buena concentración de Hb y que un 40,7% no tiene una buena concentración de Hb. En consecuencia, la ausencia de asociación implicaría que estos

porcentajes globales se reproducirían entre las categorías severa, moderada, leve y normal, es decir, independientemente de la categoría retraso, riesgo y normal. Por lo tanto, se pone de manifiesto la existencia de una asociación, entre las categorías de concentración de Hemoglobina y Desarrollo Psicomotor en niños(as) de 6 a 24 meses de edad.

Tabla 3. Nivel de concentración de hemoglobina y coeficiente de desarrollo en niños(as) de 6 a 24 meses de edad.

Categoría	Nivel de concentración de Hemoglobina en g/dl				Total		
	< 10,2	10,2-13,1	13,2-14,1	14,2-17,2			
Coeficiente de Desarrollo (C.D.)	Normal (C.D. >= 85)	Recuento	0	1	5	13	19
		% del total	0,0%	3,1%	15,6%	40,6%	59,4%
Riesgo (C.D. 70- 84)		Recuento	0	5	5	0	10
		% del total	0,0%	15,6%	15,6%	0,0%	31,3%
Retraso (C.D. <= 69)		Recuento	1	2	0	0	3
		% del total	3,1%	6,3%	0,0%	0,0%	9,4%
Total		Recuento	1	8	10	13	32
		% del total	3,1%	25,0%	31,3%	40,6%	100,0%

En la Tabla 4, se observa el grado de relación entre el nivel de hemoglobina y desarrollo psicomotor en los niños de 6 a 24 meses de edad, en la cual es 0,772 correlación positiva ($P > 0,01$). Es decir, el grado de relación entre el nivel de hemoglobina y desarrollo psicomotor en los niños

de 6 a 24 meses de edad existe, pero el nivel de hemoglobina es directamente proporcional con desarrollo psicomotor. Podemos concluir que hay relación entre las variables, que las diferencias porcentuales son significativas con un nivel de confianza del 95% (con un 5% de riesgo).

Tabla 4. Nivel de concentración de hemoglobina y el desarrollo psicomotor en niños de 6 a 24 meses de edad.

Correlaciones		Nivel de Hemoglobina	Desarrollo Psicomotor	
Rho de Spearman	Nivel de Hemoglobina	Coficiente de correlación	1,000	,772**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	32	32

Correlaciones		Nivel de Hemoglobina	Desarrollo Psicomotor
Desarrollo Psicomotor	Coefficiente de correlación	,772**	1,000
	Sig. (bilateral)	,000	.
	N	32	32

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En la Figura 1, se observa el comportamiento de los datos entre las variables; más de la mitad de los datos se acercan a la línea de ajuste, que a medida se incrementa el nivel de concentración de hemoglobina y el coeficiente de desarrollo también experimenta un incremento, entonces, por cada cambio en X, Y sufre un cambio, por lo tanto, existe una correlación directamente

proporcional positiva considerable. El coeficiente de determinación es $R^2 = 0,436$ multiplicado por 100% nos da un resultado porcentual al 43,6%, en la cual, solo el 43,6% se le atribuye a la variable independiente (Nivel de Hemoglobina) en la influencia de la variable dependiente (Desarrollo Psicomotor) y el 56.4% se debe a otros factores.

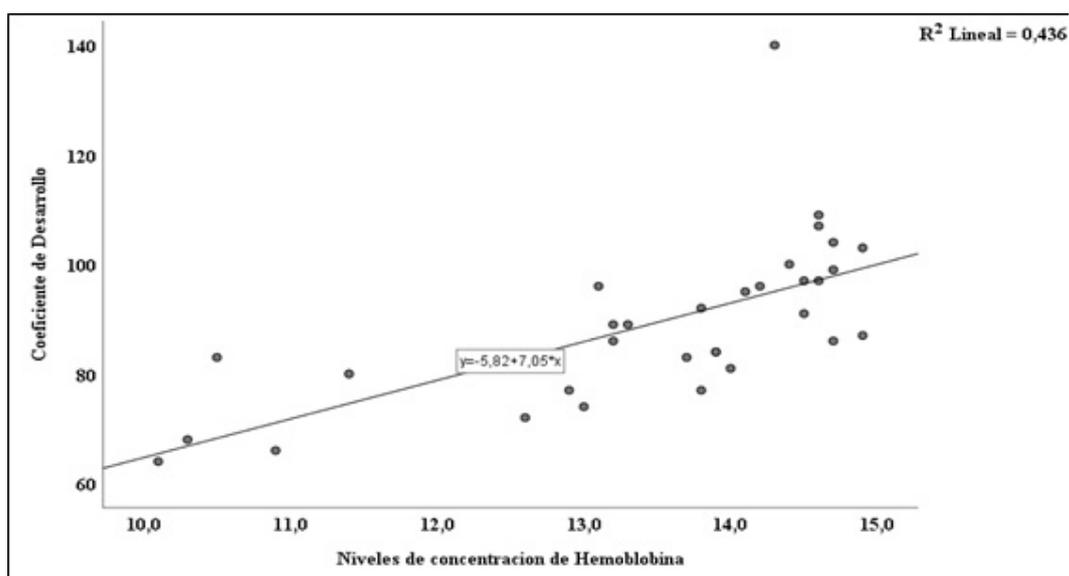


Figura 1. Dispersión de datos en modelo lineal.

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados, más de la mitad de la población de estudio tienen niveles de hemoglobina bajo. El 31,3% presenta anemia

leve, seguido 25,0% con anemia moderada y el 3.1% con anemia severa, hace una suma de 59.4% frente a 40.6% sin anemia de un total de 32 niños(as) de 6 a 24 meses de edad; por tanto, este trastorno nutricional sigue siendo un

problema grave que afecta a corto y largo plazo el crecimiento y desarrollo del niño (33-35); de los cuales un niño con anemia severa puede tener dificultad en el aprendizaje y memoria (28,29,36,37). Este resultado tiene analogía con el de nutricionista Aquino donde señala que, en el caso de la anemia por la deficiencia de hierro su falta hará que en el niño(a) se detenga su actividad cognitiva, va a dejar de aprender, de tener actividad física, va a ser un niño que no va a jugar (27). En los resultados de Benavides considera que la anemia son aquellos valores menores o igual a 11.2 g/dl de hemoglobina y los resultados en niños/niñas de 22 y 23 meses de edad, que presentaban talla baja, mostraban anemia, retraso de desarrollo (motora fina y social) y perímetro cefálico bajo (12,38).

Respecto al desarrollo psicomotor, en el presente estudio se observó, a medida que el nivel de concentración de Hemoglobina se eleva el Coeficiente de Desarrollo del niño también se eleva, por consiguiente, es directamente proporcional las variables, es decir, mayor concentración de Hemoglobina (40,6%) puede alcanzar el Coeficiente de Desarrollo Normal, y a medida que baja el nivel de concentración de Hemoglobina (15,6%), obtiene Coeficiente de Desarrollo de Riesgo, se va reduciendo hasta la situación donde el Coeficiente es retrasado con un nivel de Concentración de Hemoglobina de (9,4%). Por su parte Rivera, sustentó de la siguiente manera: los niños con anemia, el 8,6% logró resolver el test de manera adecuada,

un 12% lo hizo de forma dudosa, y el 24% erróneamente (19). Se estableció que existe una alta diferencia estadística, que demuestra que los niños que presentaron anemia tuvieron un desarrollo anormal del nivel de psicomotricidad determinado por el Test de Denver; lo que se corroboró con las diferencias significativas de los promedios que demostraron que a mayor valoración del desarrollo psicomotor el promedio de Hb, es más alto (23,39,40).

Haciendo un análisis comparativo de los resultados encontrados en el presente investigación hace que esta situación sea preocupante debido a que la anemia ferropénica ocasionando síntomas y signos clínicos inespecíficos cuando es de grado moderado o severo, por ejemplo, defectos en la inmunidad celular y la capacidad bactericida de los neutrófilos y alteración del desarrollo psicomotor, del aprendizaje y/o atención, alteraciones de las funciones de memoria y pobre respuesta a estímulos, en consecuencia, el hierro es un nutriente esencial para el óptimo desarrollo mental, motor y conductual (19,20). Está presente en todas las células del cuerpo y es fundamental para procesos fisiológicos, como ser la producción de hemoglobina y la función enzimática (18,24). Generalmente, la deficiencia de hierro (DH) se produce cuando el hierro ingerido mediante la dieta no es suficiente para cubrir las necesidades de este nutriente y, en consecuencia, el infante puede presentar fatiga sueño, disnea y palpitaciones sobre todo después de una

actividad considerable. Una característica muy importante es la disminución del apetito que influye de manera negativa en la nutrición del niño y la palidez es el signo físico que más se presenta, debido a que las necesidades de hierro son mayores durante los periodos de crecimiento rápido por ejemplo en los lactantes y niños se encuentran en un alto riesgo para desarrollar deficiencia de hierro.

Los autores Valero, Ricard, Fàbregas y Neus en su informe de fisiología cerebral, señalan 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 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 (37). En este sentido, en los niños que están en un rápido proceso de desarrollo, los oligoelementos esenciales, especialmente el hierro, deben estar presentes en una cierta concentración que permita que los procesos vitales y el crecimiento se mantengan (6,9,37). Las neuronas son extremadamente dependientes del oxígeno y la glucosa. En el cerebro no existen depósitos de glucógeno. Por ello, el tejido neural depende de un continuo aporte de sustratos (oxígeno, glucosa y otros). La glucosa y el ATP son consumidos en 3-5 minutos. De cada molécula de glucosa se obtienen teóricamente 38 moléculas de ATP siguiendo el metabolismo aerobio, el ciclo de Krebs y la cadena

respiratoria mitocondrial (37). Esta cadena requiere a su vez el continuo aporte de oxígeno. Así también sostiene Jaramillo, el tejido cerebral es altamente dinámico en términos de actividad eléctrica y demanda de energía (10). De esta manera, el cerebro es el órgano que consume más energía y usa grandes cantidades de energía metabólica para el proceso de la información, basado únicamente en la participación de dos sustratos: la glucosa y el oxígeno (6,12).

CONCLUSIONES

Entre el nivel de hemoglobina y desarrollo psicomotor es 0,772 (correlación positiva considerable), de acuerdo al coeficiente de determinación, la influencia del nivel de hemoglobina influye en un 43,6% al desarrollo psicomotor mientras el 56,4% se debe a otros factores. En el desarrollo psicomotor por áreas: en el área de coordinación la mayoría se encuentra en la categoría normal y un menor porcentaje están catalogados como inferiores para su edad; en lo referente área social, más de la mitad de los niños(as) se encuentra en la categoría normal y un menor porcentaje son inferiores para su edad; en el área de lenguaje se evidencia que más de la mitad de la población de estudio tiene un rendimiento normal, sin embargo, hay un porcentaje menor inferior a su edad; en el área motora la mayoría de la población de estudio presenta un rendimiento normal.

El coeficiente de desarrollo del niño(a) se encontró que la mayoría tiene un desarrollo psicomotor normal seguido de riesgo y de retraso, a pesar que mayoría tiene un coeficiente de desarrollo normal eso no nos asegura que se cumpla con todas las áreas que abarca el desarrollo psicomotor del niño, el proceso de crecimiento en esta edad es acelerado por lo cual requiere óptimas condiciones de nivel de concentración de hemoglobina ya que es una sucesión de etapas, en la que la etapa anterior supone la base para el siguiente. El desarrollo cognitivo basada en etapa sensoriomotora, se mostró que a medida que aumenta la edad de los niños(as) con o sin bajos niveles de concentración hemoglobina, alcanzan estadios acuerdo a su edad. La aparición de cada nuevo estadio no suprime en modo alguno las conductas de los estadios anteriores y que las nuevas conductas se superponen simplemente a las antiguas, en consecuencia, el desarrollo cognitivo del niño(a) está influenciado por factores de herencia y de ambiente.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

FINANCIAMIENTO. Los autores declaran que no recibieron financiamiento

AGRADECIMIENTO. Los autores reflejan el esfuerzo y el aporte que las personas aportaron al desarrollo del artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Olivares G, Walter K. Consequences of iron deficiency. *Revista chilena de nutrición*. 2003; 30(3):226–33. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182003000300002&lng=en&nrm=iso&tlng=en
2. PERU21. OMS: 40% de niños tienen anemia en el Peru. *Diario Peru 21*. 2018. <https://peru21.pe/vida/salud/anemia-infantil-anemia-infantil-conoce-los-sintomas-de-la-anemia-en-ninos-noticia/>
3. Harper H, Murray R, Rivera B. Harper: *Bioquímica Ilustrado*. Segunda. México: MCGraw Hill; 2013. https://bibliotecavirtualaserena.files.wordpress.com/2018/02/harper_bioquimica_ilustrada_29c2aa_ed_booksmedicos-org.pdf
4. OMS. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad VMNIS 2. 2011. <https://www.who.int/es/publications/i/item/WHO-NMH-NHD-MNM-11.1>
5. OPS/OMS. Asegurando un inicio saludable para un desarrollo futuro: El hierro durante los primeros 6 meses 2009. 2011. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=5646:2011-asegurando-un-inicio-saludable-un-desarrollo-futuro-hierro-primeros-6-meses-2009&Itemid=4089&lang=es#gsc.tab=0
6. Libro-Atlas De Anatomía Humanater 7o Edición. MercadoLibre. <https://n9.cl/jbi2mm>
7. Delgado J, Sánchez G. *Fisiopatología y patología general básicas para ciencias de la salud*. 2013; 520. <https://n9.cl/60pk8>
8. ENDES. 2019. Puno sigue liderando el índice de anemia en el país. Available from: <http://www.noticiasser.pe/puno/puno-sigue-liderando-el-indice-de-anemia-en-el-pais>
9. Delgado JP, Sánchez GG de C. *Fisiopatología y patología general básicas para ciencias de la salud*. 2013. <https://n9.cl/60pk8>
10. Jaramillo-Magaña J. Metabolismo cerebral. *Rev Mex Anest* 2013; 36(1):S183-S185. <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2013/cmas131ar.pdf>
11. La Torre F, Humberto W. *Química la ciencia básica*. Editorial Mosiera. 2016. <http://isbn.bnpgob.pe/catalogo.php?mode=detalle&nt=77275>
12. Benavides N. Efectos de la suplementación con hierro en niveles de hemoglobina, atención y memoria en escolares de nivel socioeconómico bajo en Cali. *Rev Colom Med*. 2003; 34 (2) 77-81. <http://www.bioline.org.br/request?rc03013>

13. Vásquez-Velásquez C, Aguilar-Cruces L, López-Cuba J, Paredes-Quiliche T, Guevara-Ríos E, Rubín-de-Celis-Massa V, et al. ¿La medición de hemoglobina es más costo-efectiva que el uso del hemograma automatizado? *Revista Peruana de Investigación Materno Perinatal*. 2019; 28;8(2):27–39.
14. Amador E, Montealegre L. Habilidades Motrices en Niños de 6 a 13 Años del Colegio Meira del Mar de Barranquilla. *Cien e Inno en Sal*. 2013. 1 (1): 4–10 <https://doi.org/10.17081/innosa.1.1.78>
15. Stanco G. Funcionamiento intelectual y rendimiento escolar en niños con anemia y deficiencia de hierro. *Colomb Med*. 2007; 38(1):24–33. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95342007000500005&lng=en&nrm=iso&tlng=es
16. Urquidi C, Vera C, Trujillo N, Mejía H. Prevalencia de anemia en niños de 6 a 24 meses de edad de tres centros de salud de la ciudad de La Paz. *Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría*. 2006; 45(3):153–6. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-06752006000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
17. Kumar N, Abbas A, Aster J. Robbins y Cotran, Patología estructural y funcional. Elsevier; 2021. <https://n9.cl/cvdr9>
18. Gaete V. Desarrollo psicosocial del adolescente. *Revista Chilena de Pediatría*. 2015; 86(6): 436-443. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.07.005>.
19. Rivera I, Félix Rivera M, Rivera R. Deficiencia de hierro y su relación con la función cognitiva en escolares. *Ciencia y Tecnología*. 2013; (10):69-80. <https://doi.org/10.5377/rct.v0i10.1063>
20. Vericat A, Orden A. El desarrollo psicomotor y sus alteraciones: entre lo normal y lo patológico. *Cien Saude Colet*. 2013; 18(10): 2977-2984. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013001000022>
21. Shaffer D, Kipp K. Psicología del desarrollo. Séptima ed. Tomas J, editor. Tomas J. Madrid: COPYRIGHT. 2007. <https://n9.cl/mhyf4>
22. Schonhaut B, Schönstedt G, Álvarez L, Salinas A, Armijo R. Desarrollo Psicomotor en Niños de Nivel Socioeconómico Medio-Alto. *Revista chilena de pediatría*. 2010; 81(2):123-128. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062010000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=en
23. Flores M. Efectividad del programa de estimulación temprana en el desarrollo psicomotor de niños de 0 a 3 años. 2013. <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/5613/Tesis%20Doctorado%20-Jacqueline%20Flores%20Aguilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Esposito N. Evaluación de la concentración de hemoglobina materna y su relación con resultados adversos del embarazo en el recién nacido. (Tesis Magister). Argentina: Universidad Nacional de la Plata. 2019. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/75215>
25. Bartolo Marchena M, Pajuelo Ramírez J, Obregón Cahua- ya C, Bonilla Untiveros C, Racacha Valladares E, Bravo Rebatla F. Propuesta de factor de corrección a las mediciones de hemoglobina por pisos altitudinales en menores de 6 a 59 meses de edad en el Perú. *An Fac med*. 2017;78(3): 281-286 DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v78i3.13759>
26. Oliveros H, Beltrán É. Niveles de hemoglobina preoperatorios y desenlaces en los pacientes llevados a cirugía cardiovascular, revisión sistemática y metaanálisis. *Revista Colombiana de Anestesiología*. 2012; 40(1):27–33. http://www.scielo.org.co/pdf/rca/v40n1/en_v40n1a08.pdf
27. RPP-Noticias del Perú y el Mundo La anemia afecta el desarrollo cognitivo del niño. 2014 <https://rpp.pe/lima/actualidad/la-anemia-afecta-el-desarrollo-cognitivo-del-nino-noticia-669204>
28. Nacional de Salud I. Lima 2013 Ministerio de Salud.
29. Elizabeth C, Valor S, Mirabal M. Desarrollo Psicomotor en Preescolares con Anemia Ferropénica. *Informe Médico*; 17(1):9–14. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_im/article/view/9165
30. Hernández R, Fernández C, Del Pilar L. Metodología de la investigación, 5ta Ed. 2010.
31. MINSA. Guía técnica sobre procedimientos para la determinación de la hemoglobina mediante hemoglobinómetro portátil. 2022. <https://hdl.handle.net/20.500.14196/1516>
32. Ministerios de Salud del Perú. Norma técnica-manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y puérperas. 2017. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4190.pdf>

- 33.** Figueroa Pedraza D, Neves de Araujo E, Dias G, Chaves L, Lima Z. Factores asociados a las concentraciones de hemoglobina en preescolares. *Cien Saude Colet.* 2018; 23(11):3637–3647. <https://www.scielo.br/j/csc/a/xKHQvFxPWjwK8RX3p99WHyB/?lang=es>
- 34.** Fernández-Oliva J, Mamani-Urrutia V. Niveles de hemoglobina de lactantes de 0 a 6 meses de edad hospitalizados en el Instituto Nacional de Salud del Niño, 2015. *Anales de la Facultad de Medicina.* 2019; 80(1):45-50. <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v80i1.15474>
- 35.** Trompetero González A, Mejía E, Benavides W, Serrato M, Landinéz M, Rojas J. Comportamiento de la concentración de hemoglobina, el hematocrito y la saturación de oxígeno en una población universitaria en Colombia a diferentes Alturas. *Nutr Hosp.* 2015;32(5):2309-2318. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.32.5.9711>
- 36.** Loza J, Dulanto A, Paz-Marchena A, Málaga G, Ticse R. Diferencias en la detección de anemia en la altura según la Organización Mundial de la Salud. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2012; 29(1):157-158. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342012000100028
- 37.** Freer Enrique, Castro-Arce Rocío. El oxígeno: molécula esencial y causa de envejecimiento. *Rev. costarric. cienc. méd.* 2000; 21(3-4):181-187. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-29482000000200007&lng=en
- 38.** Martínez A. Estructura y Función de la Hemoglobina. DOKUMEN. 2012. <https://dokumen.tips/documents/estructura-y-funcion-de-la-hemoglobina.html?page=1>
- 39.** Hennig V, Santa María R. Comportamiento angular de tronco de crianças com desenvolvimento típico durante sessão de hipoterapia. Brasil: Universidad Federal De Santa María 2021. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/24895/DIS_PPGRF_2021_HENNIG_VANESSA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 40.** Santelices M, Greve C, Pereira X. Relationship between preschool interaction with faculty and psychomotor development: A longitudinal Chilean study. *Universitas Psychologica.* 2015;14(1):15–30. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy13-5.ripp>

ACERCA DE LOS AUTORES

Yony Millart Fura Vizcarra. Docente de la Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Nacional del Altiplano de Puno, investigador en temas educativos vinculado a la salud, Perú.

Edgar Octavio Roque Huanca. Doctor, Universidad Nacional del Altiplano. Docente universitario. Investigador en temas de contaminación ambiental, Ganadería nutrición, producción y medio ambiente; procesos pedagógicos y didácticos. Participa en diversos proyectos de investigación, colaborador de concursos nacionales de proyectos de investigación en ciencia y tecnología (PROCYT) del CONCYTEC, Perú.

Percy Samuel Yabar Mianda. Bachiller en Educación Secundaria con mención en Ciencias Sociales. Licenciado en Ciencias de la Educación, Universidad Nacional del Altiplano, Perú. Magister en didáctica superior y gestión educativa, Universidad Privada de Tacna, Perú. Doctor en Ciencias de la Educación, Universidad Alas Peruanas, Perú.

Esther Lidia Jinez García. Maestro en Investigación y Docencia en Educación Superior. Docente universitario. Especialista en Gestión del Riesgo de Desastres, Participación en talleres nacionales de PREVAED de la Oficina de Defensa Nacional y de Gestión del Riesgo de Desastres (ODENAGED), Perú.

Nardy Guillen Sosa. Magister, Universidad Nacional del Altiplano. Docente universitario. Investigador en temas de contaminación ambiental, procesos pedagógicos y didácticos, Perú.

Benito Pepe Calsina Calsina. Bachiller en ciencias de la educación; bachiller en derecho. Licenciado en educación. Especialidad en lengua literatura y filosofía. Abogado, maestro en docencia universitaria e investigación. Doctor en educación; Doctor en Derecho; Doctor Honoris Causa. Especialista en Conciliación Extrajudicial y especializado en derecho de familia con registro nacional único de conciliadores del Ministerio de Justicia de Lima, Perú.