

Universidad F.A.S.T.A.

Facultad de Ciencias Médicas
Licenciatura en Nutrición

AUTOR: RITA COVELLI
TUTOR: LIC. SERGIO SCACCHIA
Dto. de Metodología de la Investigación
Año 2012



INGESTA DE HIERRO Y DESARROLLO NEUROMOTOR
EN EL NIÑO DE 2 AÑOS

“Hay aspectos del ser humano que no cambian,
hay cosas que nos pasan todos los días
que hacen vibrar, hacen resonar cuerdas
que son de la infancia.
Entonces, ese niño que tenemos adentro,
los niños de afuera nos lo ayudan a mantener vivo.
Y esa infancia que nunca desaparece
Y que debemos cultivar los adultos nos permite progresar,
también nos permite tener fantasías, importantes en la vida,
porque nos permiten imaginar mundos
diferentes para nosotros
mismos.
Encontrar alternativas a esas cosas que a veces
la vida nos plantea,
estimular la fantasía en los niños.
No para que todos seamos artistas,
sino para que ninguno sea esclavo”.

Dr. Horacio Lejarraga



Dedicado a mi hijo Nehuen, mi fortaleza y completud...

Mi agradecimiento a todos los que fueron parte de este trabajo, a los que estuvieron desde el comienzo del mismo y a los que se fueron sumando en el camino, a mi familia, mis padres, mi hermano, a mi compañero en esta vida Emiliano, a mi hijo Nehuen por ser mis apoyos, mis fortalezas.

Muchas gracias a los profesionales que trabajan en los Centros de Atención Primaria de la Salud de Mar del Plata IREMI, Estación Camet, especialmente a la pediatra Carolina Monzón quien me brindó su colaboración, espacio y tiempo para trabajar con las mamás y sus niños. Al Centro de Atención Primaria Las Heras y a sus profesionales que me acompañaron y ayudaron en la recolección de datos.

Al tutor Lic. Sergio Scacchia y al Dto. de Metodología e Investigación de la Universidad FASTA por su asesoramiento.



Resumen

Este es un estudio de tipo transversal, observacional y descriptivo cuyo objetivo general ha sido indagar el nivel de ingesta de hierro de la alimentación y el desarrollo neuromaturo. Se estudió una muestra de 80 niños de 24 meses de edad sanos que asistieron al control correspondiente a la edad en los CAPS Estación Camet, IREMI y Las Heras de la ciudad de Mar del Plata. Los datos de este trabajo han sido recolectados por encuesta dirigida a las madres referentes a factores alimentarios, laborales, socioeconómicos y educacionales, mientras que los niños fueron evaluados mediante la resolución de pautas establecidas en la PRUNAPE. Los resultados indican que no se presentan dificultades en la realización del test, la mayoría de los pequeños lograron alcanzar todas aquellas pautas correspondientes a la edad. Aquella con mayores fallas encontradas "palabra frase" dentro del área del lenguaje fue analizada en forma aislada. Ninguno de los niños encuestados se encontró por debajo de las EAR para ingesta de hierro. Los datos también indican que la mayor proporción de hierro obtenido mediante la ingesta corresponde a hierro hémico dando importancia por lo tanto a aquellos factores favorecedores de su absorción como es el ácido ascórbico. Existe una diferencia significativa en la cantidad aportada a través de la dieta en lo que respecta a Vitamina C entre los niños que pasan la prueba global y los que no lo logran. Alrededor de un 30% de los niños no logran cubrir los requerimientos medios estimados para la población. De la pauta evaluada en forma individual "palabra frase" se obtuvo como resultado una diferencia significativa entre los grupos de niños que lograron resolverla con respecto a aquellos que no lograron superarla en lo que respecta a hierro biodisponible, hierro total y Vitamina C debiéndose rechazar la hipótesis nula H_0 , y aceptar la hipótesis alternativa H_a según la prueba t para dos muestras independientes con un intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 95%.

De esta manera se expone la relación entre el factor alimentario con el desarrollo y la importancia de incorporar nutrientes en cantidad, calidad y biodisponibilidad necesarios para promover el crecimiento de los niños de manera adecuada y permitir un presente y futuro en el que sea posible el logro máximo de sus potencialidades tanto físicas como mentales.

Palabras clave: INGESTA DE HIERRO- PAUTAS MADURATIVAS - VITAMINA C – BIODISPONIBILIDAD

Abstract

This is a transversal, descriptive and observational study whose general objective has been to investigate the level of intake of iron from food and neuromaturation development. We studied a sample of 80 children from 24 months old healthy who attended the control corresponding to the age in the CAPS station Camet, IREMI and Las Heras of the Sea city of the Plata. The data of this work have been collected by survey of mothers concerning factors, food, labour, socio-economic and educational, while the children were evaluated through the guidelines laid down in the PRUNAPE resolution. The results indicate that there are no difficulties in the realization of the test, most of the children managed to reach all those corresponding to the age guidelines. One with higher fault found "word phrase" within the language area was analyzed in isolation. None of the surveyed children was below the EAR for iron intake. Data also indicate that the largest proportion of iron obtained by intake is non-heme therefore emphasis on facilitating your absorption factors such as Ascorbic acid. There is a significant difference in the amount provided in the diet in regards to vitamin C among children who pass the overall test and those who do not succeed. About 30% of the children they fail to meet requirements estimated for the population media. Evaluated-shaped pattern individual "word phrase" was obtained as a result a significant difference between the groups of children who managed to resolve with respect to those who did not manage to overcome it with regard to bioavailable iron, iron total and Vitamin C should be rejecting the null hypothesis H_0 , and accept the alternative hypothesis has according to the t-test for two independent samples with a confidence interval for the difference between the averages 95%. The relationship between the food factor with the development and the importance of incorporating nutrients needed to promote the growth of children in an appropriate manner and allow a present and future possible the maximum achievement of both physical and mental potentialities quantity, quality, and bioavailability is exposed in this way.

Palabras clave: INGESTA DE HIERRO- PAUTAS MADURATIVAS - VITAMINA C - BIODISPONIBILIDAD

INDICE

Introducción.....	8
Capítulo 1 El hierro como elemento esencial.....	14
Capítulo 2 Desarrollo neuromadurativo en el niño de dos años.....	37
Capítulo 3 Ingesta de hierro y desarrollo neuromotor en el niño de dos años.....	46
Diseño Metodológico.....	57
Análisis de datos.....	70
Conclusión.....	100
Bibliografía.....	102
Anexo.....	106



Introducción

El desarrollo del niño es el resultado de la interacción entre características biológicas como la maduración del sistema nervioso central (SNC), y experiencias con el medio ambiente, en donde el afecto tiene un rol preponderante. Cuando existen factores adversos en cualquiera de estas áreas, el ritmo normal puede alterarse¹.

Está bien establecido que los lactantes con anemia por deficiencia de hierro no tienen un desempeño tan exitoso en pruebas de desarrollo neuromotor como sus contrapartes no anémicos. Los lactantes anémicos presentan consistentemente un patrón de retraso en el aprendizaje del lenguaje, la coordinación del balance corporal y las habilidades motoras. El desarrollo cognoscitivo está ligado al desarrollo psicomotor, las habilidades motoras posibilitan la percepción profunda y el cambio socioemocional los cuales son afectados por ésta deficiencia².

La Organización Mundial de la Salud recomienda lactancia materna exclusiva durante los seis primeros meses de vida, luego de este periodo, la leche humana no cubre ciertas necesidades, entre ellas la de algunos micronutrientes como el hierro, paralelamente, el crecimiento acelerado y el aumento del volumen plasmático en esta etapa dan como resultado un aumento en los requerimientos, además de un limitado aporte de este nutrimento en los alimentos³, nacer con bajas reservas o tener pérdidas fecales incrementadas. La conjunción de estos factores explica la alta prevalencia de deficiencia de hierro que se observa a estas edades⁴.

Esta carencia nutricional continúa siendo la más frecuente, con una especial vulnerabilidad en menores de dos años con efectos sobre la conducta y el coeficiente intelectual.

Evaluaciones realizadas por el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), aseguran que uno de cada dos niños menores de dos años padece anemia en nuestro país.⁵

En la provincia de Buenos Aires la prevalencia de anemia (hemoglobina <11g/dL) es del 48,3%, entre los 6 y 24 meses de edad, mientras que la proporción de niños con ingesta por debajo de las recomendaciones dietéticas alcanza al 75,1% en el año 2000⁶.

La cantidad de hierro en el organismo refleja un balance entre las demandas fisiológicas y la cantidad ingerida. Hay determinados períodos de la vida en los que este balance es negativo y el organismo debe recurrir a los depósitos de este elemento para poder mantener una eritropoyesis adecuada. Por lo tanto, durante dichas etapas, una dieta con insuficiente cantidad o baja biodisponibilidad del mismo agrava el riesgo de desarrollar una anemia ferropénica⁷.

1 Schapira. "Comentarios y aportes sobre desarrollo e inteligencia sensorio motriz en lactantes". Actualización bibliográfica. *Revista del Hospital Materno Infantil Ramón Sarda*. Pág.1

2 Programa de Acción: Infancia y adolescencia. "Bases Técnicas para la Suplementación de Vitaminas y Minerales en la Infancia y Adolescencia". Pág. 11.

3 Programa de Acción: Infancia y adolescencia. "Bases Técnicas para la Suplementación de Vitaminas y Minerales en la Infancia y Adolescencia". Pág. 11

4 Elvira Calvo. "Deficiencia de hierro en la infancia" *Boletín Cesni Volumen 1*. Junio1987

5 http://www.unicef.org/spanish/publications/files/La_infancia_y_los_objetivos_de_desarrollo_del_milenio.pdf

6 Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. Pág. 9

7 SAP. Anemia ferropénica. Normas de diagnóstico y tratamiento. *Arch.argent.pediatr* 2001;99(2)162

Es necesario recordar que las consecuencias inmediatas no solo involucran al sistema inmunitario aumentando la vulnerabilidad de la persona frente, por ejemplo, a las infecciones; sino también existen secuelas a nivel desarrollo motor e intelectual desde los primeros años de vida y afectando luego, el desempeño escolar y la capacidad física y rendimiento a nivel laboral en la vida adulta.

La aptitud de que una persona posea mayor poder de resolución, con la capacidad de enfrentar las adversidades que la vida le presente, contribuyendo a reducir las disparidades sociales y económicas dentro de la sociedad, dependen de que el potencial de la misma sea desarrollado al máximo de sus posibilidades.

El desarrollo de estos procesos mentales y motores coincide con el periodo de la vida en que el déficit de hierro es más frecuente (6-24 meses de edad). Por ello, el déficit de éste en el lactante puede tener consecuencias más serias y menos reversibles que cuando ocurre en épocas más tardías de la vida⁸.

“La evaluación del desarrollo de los niños permite fortalecer una visión integrada de la salud infantil”⁹.

“Un diagnóstico precoz, ciertamente dará más oportunidades a un niño con retraso ya que posibilita el acceso a la atención adecuada a tiempo, lo que conlleva a una mejor calidad de vida del menor”¹⁰.

Las adquisiciones de habilidades por parte de los niños se produce de forma ordenada y previsible, las valoraciones funcionales del desarrollo psicomotriz son formas indirectas de analizar el SNC.

Su evaluación puede realizarse a través de distintas pruebas sustentadas en varios ítems que derivan de test psicológicos y de desarrollo¹¹, que miden variaciones en la motricidad, en el lenguaje, en la interacción personal-social, en lo cognitivo, entre otros.

“Otro aspecto se refiere al área en la que la alteración se manifiesta. Las alteraciones del desarrollo motor son más fácilmente identificables que las alteraciones del lenguaje y las cognitivas. Estas últimas tienen mayor correlación con el estado del futuro desarrollo que las alteraciones en la evolución del comportamiento motor. Aunque las deficiencias graves puedan ser reconocidas aún en la primera infancia, los problemas en el lenguaje, la hiperactividad y los trastornos emocionales no son comúnmente diagnosticados antes de los tres o cuatro años de edad. Asimismo, los

8 M^a J. Lozano De Latorre “Déficit de hierro en los dos primeros años de vida y alteraciones de la conducta y del aprendizaje Unidad de Lactantes”. Hospital Universitario M. de Valdecilla. Universidad de Cantabria Santander.

9 Manual para la vigilancia del desarrollo infantil en el contexto de AIEPI. Pág. 10.

9 Ibid.

11 Comentarios y aportes sobre desarrollo e inteligencia sensorio motriz en lactantes. Schapira. Actualización bibliográfica. Revista del Hospital Materno Infantil Ramón Sarda. Pag1.

*problemas de aprendizaje raramente son identificados antes del ingreso del niño a la escuela.*¹²

A pesar de existir un consenso entre los profesionales sobre la importancia del seguimiento del desarrollo del niño, la forma de hacerlo está aún bajo controversia. Existen varias propuestas y modelos para el seguimiento del desarrollo.¹³

Screening de desarrollo es el proceso de control metodológico del desarrollo en niños aparentemente normales que cuenta con el objetivo de identificar a aquellos con alto riesgo de sufrir alteraciones de desarrollo y que para la misma utiliza pruebas o escalas, exámenes y otros procedimientos.¹⁴

Cuando el objetivo es identificar a los niños con mayor o menor riesgo de tener problemas de desarrollo, las pruebas de screening permiten obtener información mediante distintas escalas que se han estandarizado¹⁵, algunos ejemplos del mismo son el test de Denver, Bayley II, CAT/CLAMS, Hoon A. et al, Gesell, instrumentos originarios de EEUU utilizados frecuentemente; la prueba Nacional de Pesquisa (PRUNAPE), instrumento de origen local, desarrollado en el país para evaluar el desarrollo psicomotor de niños menores de seis años. Estos consisten en la realización de una serie de pruebas que el niño debe cumplir, dependen de la edad, algunas son por medio de interrogatorio a la madre y otras pautas deben ser cumplidas por el niño en presencia del evaluador.¹⁶

En un niño a los 2 años se pueden observar comportamientos característicos en cada área¹⁷: personal-social: come solo, control de esfínteres diurnos, se quita la ropa; motriz fina: pinza superior, construye torre de tres cubos; del lenguaje: mama y papa específicos, frases completas, señala dos figuras; motor gruesa: pateo una pelota.¹⁸

Los padres cumplen un papel de suma importancia en el contexto de la vigilancia del desarrollo. En general, existe consenso en la literatura de que los padres son buenos observadores y detectores certeros de las deficiencias observadas en sus hijos, mostrando una alta sensibilidad y especificidad; y su opinión tiene un buen valor predictivo en la detección de problemas de desarrollo.¹⁹

11 Palfrey JS, Singer JD, Walker DK, Butler JA. Early identification of children's special needs: a study in five metropolitan communities. *J Pediatr* 1987;111:651-9

12 Baird G, Hall DMB. Developmental pediatrics in primary care: what should we teach? *Br Med J*(1985;291:583-85).

13 Hutchison T, Nicoll A. Developmental screening and surveillance. *Br Hosp Med*.1988;39:22- 9.

14 *Manual para la vigilancia del desarrollo infantil en el contexto de AIEPI*. pag14.

15 Lejarraga H.P, y col. Prueba Nacional de Pesquisa <http://www.garrahan.gov.ar/prunape/padres.html>

16 *Manual para la vigilancia del desarrollo infantil en el contexto de AIEPI*. Pág 35.

17 Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. Implementación. Pág 27.

18 Glascoe FP. Evidence-based approach to developmental and behavioral surveillance using parents' concerns. *Child Care Health Dev* 2000;26(2):137-49.

19 *Manual para la vigilancia del desarrollo infantil en el contexto de AIEPI*. Pág. 13

20 Es una afección neurológica poco común que ocurre en algunos recién nacidos con ictericia severa. El kernicterus es causado por niveles muy altos de bilirrubina, un pigmento amarillo que se crea en el cuerpo durante el reciclaje normal de los glóbulos rojos viejos. Los niveles altos de bilirrubina en el cuerpo pueden hacer que la piel luzca de color amarillo, lo cual se denomina ictericia. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/007309.htm>

21 *Manual para la vigilancia del desarrollo infantil en el contexto de AIEPI*. Pág. 24

El propósito de este trabajo es investigar la relación entre el desarrollo de los niños; sin un retraso aparente del mismo provocado por riesgos biológicos entendiendo al mismo como eventos pre, peri y postnatales, que resultan en daños biológicos y que pueden aumentar la probabilidad de daño en el desarrollo como la prematurez, la hipoxia cerebral grave, el kernícterus²⁰, la meningitis, la encefalitis, etc. o riesgos establecidos o ejemplo los errores innatos del metabolismo, las malformaciones congénitas, el síndrome de Down y otros síndromes genéticos²¹; de dos años y la ingesta de hierro, hierro hemínico y fe biodisponible, estimada a través de una encuesta como instrumento para la recolección de datos, de tipo frecuencia de consumo de alimentos del niño, dada la complejidad de la absorción de hierro, y que las personas tenemos una dieta mixta, la FAO/OMS (1985) divide a las comidas mas habituales en tres categorías, según su porcentaje de absorción en Alta (15%), dieta variada con gran aporte de carnes y vitamina C, factor que favorece la absorción de hierro no heme, Intermedia (10%) a base de cereales, legumbres, raíces y/o tubérculos, con aporte bajo de carnes, y Baja (5%) con un aporte insignificante o nulo de carnes y vitamina C, dieta a base de cereales, legumbres, raíces y/o tubérculos.

El interrogatorio se realizara a la madre, para luego traducir la misma a unidades de mencionado nutriente, teniendo en cuenta el uso de suplementos y modalidad de lactancia, ya que el hierro contenido en la leche materna tiene mayor biodisponibilidad que el de la leche bovina y la incorporación de esta, además, antes del año puede aumentar la perdida de hierro a nivel intestinal. Otra variable a tenerse en cuenta es la introducción de alimentos:

“Los principales problemas de alimentación en los niños argentinos, así como en otros países del mundo se inician a partir del segundo semestre de vida. Es en esta etapa donde se comienza con la incorporación de alimentos semisólidos y sólidos complementarios de la lactancia materna. Simultáneamente, es en esta etapa cuando los niños duplican su peso de nacimiento y comienzan a desarrollar capacidades más complejas. Mientras que las necesidades de macro y micronutrientes aumentan, muchas veces suelen recibir alimentos pobres en calorías o muy diluidos (caldos o jugos) y con bajo contenido de hierro”²².

La fundamentación en la elección de este método radica en que el mismo es no invasivo y de bajo costo, a diferencia de los instrumentos de tipo bioquímico.

Existen otros factores no dietéticos condicionantes, entre otras variables, el grado de educación nutricional de los cuidadores, pilar fundamental en la prevención primaria o el nivel socioeconómico al que pertenecen, ya que, con la crisis económica vigente el poder

22. Manual para la vigilancia del desarrollo infantil en el contexto de AIEPI. Pág. 24

adquisitivo disminuye empobreciendo la variedad en la compra de alimentos, optando por los menos costosos generalmente pobres en este mineral.

Es de suma importancia hacer un nuevo análisis de la situación y de los diversos factores que pueden ser modificados, permitiendo el pleno desarrollo de todo el potencial humano, reformular prácticas alimentarias, prevenir carencias nutricionales y mejorar la calidad de vida presente y futura.

De lo expresado anteriormente, surge entonces, el planteo del siguiente problema de investigación:

¿Cual es el nivel de ingesta de hierro y el desarrollo neuromadurativo de los niños de 24 meses que asisten al control en los Centros de Atención Primaria de la Salud?

Por tal razón el objetivo general del trabajo planteado es:

- Indagar el nivel de ingesta de hierro de la alimentación y el desarrollo neuromadurativo en los niños de dos años.

Del cual se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Estimar la ingesta de hierro, hierro hemínico y nivel de biodisponibilidad en lactantes de dos años y su adecuación a las recomendaciones medias estimadas.
- Pesquisar el cumplimiento de pautas de desarrollo neuromadurativo en niños de dos años: área motor fino, área motor grueso, lenguaje, socio-adaptativa.
- Determinar el estado nutricional de los niños de dos años a través de indicadores antropométricos como el peso y la talla e IMC.
- Indagar acerca de otros factores nutricionales relacionados con la deficiencia de hierro como el tipo de lactancia materna ofrecida, duración de la misma y momento de introducción de la alimentación complementaria.
- Evaluar el cumplimiento de la toma de suplemento de hierro y vitaminas.
- Identificar los factores ambientales no nutricionales relacionados con el desarrollo neuromadurativo de los lactantes como el entorno socioeconómico.
- Relacionar características maternas como la edad, el nivel de educación y ocupación con ingesta de hierro brindada por la dieta y estado nutricional del niño.



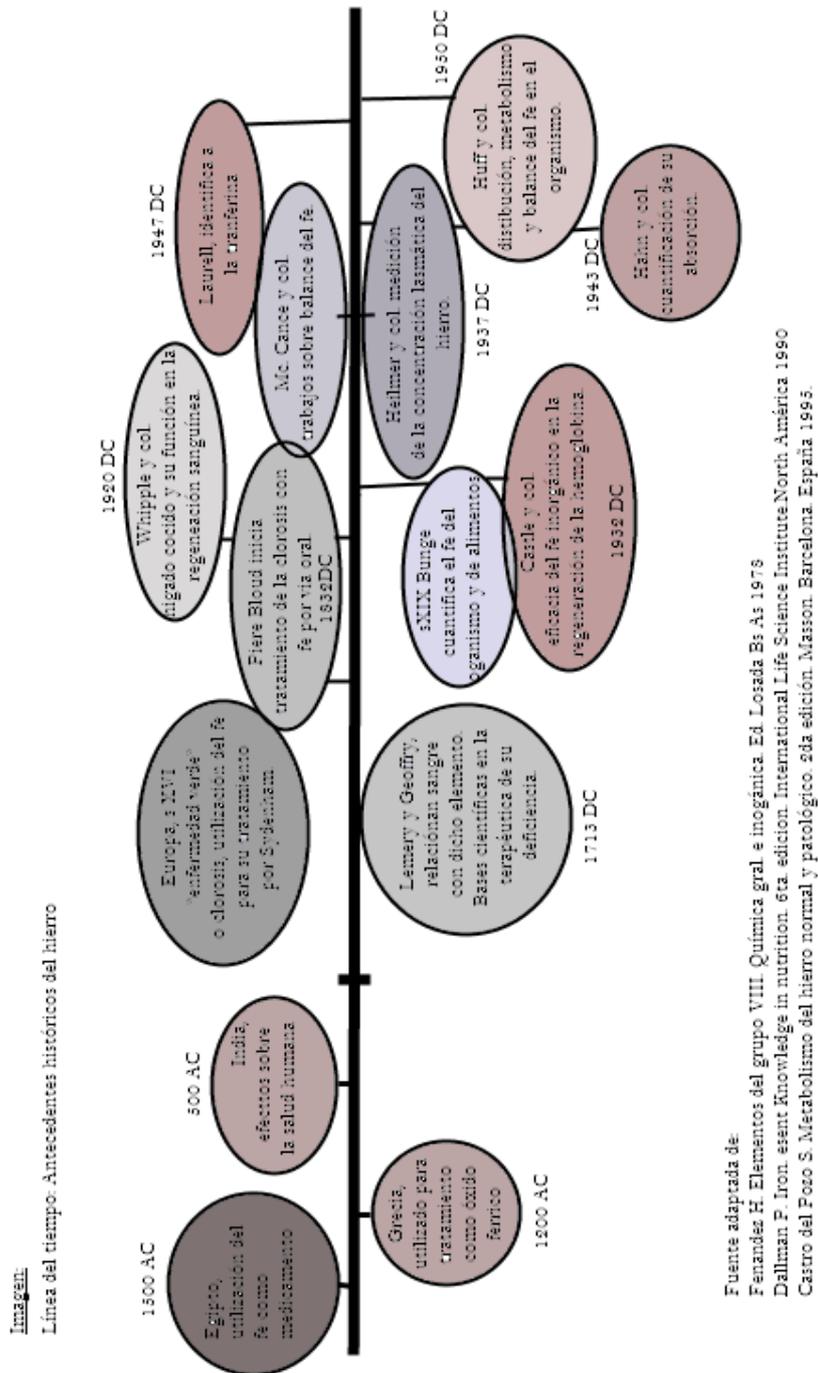
CAPÍTULO 1



El hierro como elemento esencial

Con respecto a los antecedentes históricos, es el metal más abundante en el universo, y el cuarto elemento en frecuencia en la corteza terrestre y se lo encuentra naturalmente en el suelo, formando parte de diversos minerales, en el agua y en muchos alimentos.

Imagen N° 1: Línea del tiempo, antecedentes históricos del hierro



La coexistencia de este elemento con el hombre desde el comienzo de la historia de la humanidad, ha llevado a darle distintos usos, que van desde la forja del hierro, que significó

un hito hasta su utilización como medicamento, ya que formó parte de las recetas médicas más antiguas, como en el papiro de Eber en Egipto, 1500 años A.C., donde el óxido férrico era utilizado como unguento para el tratamiento de la calvicie, o en Grecia, 1200 años A.C., donde era mezclado con vino como tratamiento de la impotencia masculina. También Susruta, médico indio contemporáneo de Buda, 500 años A.C., menciona los efectos beneficiosos de distintos preparados sobre la salud humana.

En la Edad Media y Renacimiento, se utiliza para el tratamiento de ciertas enfermedades, pero sin mucho conocimiento de causa. Recién en el siglo XVI se relacionó la deficiencia de hierro con una enfermedad llamada "enfermedad verde" o clorosis²³. La primera persona en utilizarlo como medicamento específico en el tratamiento de la clorosis fue Sydenham, quien a su vez eliminó las sangrías y purgas que se utilizaban comúnmente en esa época.

En 1713, Lemery y Geoffry demostraron por primera vez que el hierro se encontraba presente en las cenizas de la sangre, relacionando directamente a este tejido con dicho metal, estableciendo de esta manera las bases científicas en la terapéutica de su deficiencia. En 1832 el médico francés Pierre Blaud inició el tratamiento de la clorosis mediante la administración por vía oral, utilizando una píldora compuesta por sulfato ferroso y carbonato de potasio, la cual fue denominada "píldora de Blaud". Posteriormente durante muchos años y hasta el último decenio del siglo XIX se siguió tratando la clorosis según los principios de Sydenham y Blaud. Sin embargo, Bunge, uno de los primeros científicos en cuantificar este elemento del organismo y de muchos alimentos, menospreció la píldora de Blaud la cual se venía usando en forma masiva en esa época, ya que al analizar las heces de las personas que consumían dichas píldoras encontró hierro en las mismas, interpretando por lo tanto que el hierro de las píldoras no se absorbía. Además, como consecuencia de las teorías vitalistas imperantes en esa época, Bunge creía que ninguna forma inorgánica podía ser precursor de la sangre. Si bien la teoría de Bunge fue atacada por numerosos científicos antes que acabara el siglo, en 1920 volvió a tener vigencia cuando Whipple y colaboradores demostraron que el hígado cocido era más eficaz que el carbonato ferroso en la regeneración de la sangre. Sin embargo en 1932, Castle, W.B.²⁴ y colaboradores demostraron la eficacia del hierro inorgánico en la regeneración de la hemoglobina, cuando el mismo era administrado por vía parenteral a pacientes con anemia hipocrómica. En 1937, McCance, R. y Widdowson, E.²⁵, comenzaron a realizar los primeros

23 Variedad de anemia caracterizada por la disminución moderada del número de hematíes, en contraste con el descenso considerable de su contenido en hemoglobina; clínicamente se manifiesta por una coloración amarillo-verdosa de los tegumentos y por trastornos de diversos aparatos (palpitaciones, vértigos, trastornos gástricos, amenorrea). Se observa particularmente en el sexo femenino y en el momento de la pubertad y se acompaña, con frecuencia, de trastornos distróficos múltiples. Dr. Manuel García García. http://www.portalesmedicos.com/diccionario_medico/index.php/Clorosis

24 William Bosworth Castle, (Cambridge, 1897-Boston, 1990) Médico estadounidense. Respecto de la anemia perniciosa, estableció la hipótesis de que en la maduración de los hematíes intervenían tres factores: el intrínseco, el extrínseco (vitamina B12) y el antianémico.

25 Roberto McCance (1898-1993) era el profesor de la medicina experimental, universidad de Cambridge. Llevado en Ulster, lo educaban en St. Escuela de las abejas, antes de servicio del tiempo de guerra en Servicio aéreo naval real, pilotando un avión de la observación de un buque de guerra. Después de la guerra él comenzó una carrera científica.

Con el colega H. Shipp, él publicó La química de los alimentos de la carne y de sus pérdidas en cocinar en 1933. Él co-fue autor del texto y del libro de consulta largo-estándares, La composición química de alimentos en 1940 con Elsie Widdowson, su compañero de trabajo de la ciencia. Su trabajo se conocía como la

trabajos sobre su balance, los que sugerían una absorción y eliminación limitadas de este metal. El mismo año, Heilmeyer y Plotner midieron las concentraciones plasmáticas de hierro y postularon su mecanismo de transporte. Estos estudios fueron completados por Laurell en 1947, quien denominó transferrina a la proteína plasmática de transporte, nomenclatura utilizada en la actualidad. Recién en 1943, con el advenimiento de las técnicas nucleares aplicadas al estudio del metabolismo humano, Hahn, Otto²⁶ y colaboradores, mediante la utilización de isótopos radioactivos, pudieron cuantificar su absorción y demostraron la capacidad reguladora que posee la mucosa intestinal en la absorción de este metal, y en 1950, Huff, Darrell²⁷ y colaboradores, completan estos estudios determinando la distribución, el metabolismo y el balance del hierro en el organismo humano, conceptos que siguen vigentes en la actualidad.

Este elemento esencial, interviene en numerosos procesos tanto bioquímicos como fisiológicos vitales para nuestro organismo.

base para el pensamiento alimenticio occidental moderno, con las ediciones en la impresión a partir de 1940 a 2002. McCance y Widdowson hicieron una parte principal en esfuerzos el racionar del tiempo de guerra y de la nutrición del gobierno de los años 40.

Otto Hahn, (Fráncfort, Alemania 8 de marzo de 1879- † 28 de julio de 1968) fue un químico alemán que ganó el Premio Nobel de Química en 1944.

Nació en Fráncfort del Meno y estudió química en Marburg y en Munich. Tras recibir su doctorado en filosofía en 1901, trabajó en la universidad de Marburg; en 1904 pasó a Londres y al año siguiente a Montreal, para finalmente establecerse en Berlín en 1906. Recibió el Premio Nobel de Química en 1944 por sus trabajos pioneros en el campo de la radiactividad.

Darrell Huff (15 de julio de 1913 - 27 de junio de 2001) fue un escritor Estadounidense, mejor conocido como el autor del libro *How to Lie with Statistics* (Como mentir con estadísticas (1954), el libro de estadísticas más vendido de todos los tiempos.

Huff nació en Gowrie, Iowa, y fue a la Universidad de Iowa, (recibiendo los grados de BA en 1938, y MA en 1939). Antes de dedicarse de tiempo completo a la escritura en 1946, Huff sirvió como editor en las revistas "Better Homes and Gardens" y "Liberty" magazine. Huff estuvo casado durante 64 años con Frances Marie Nelson.

Como escritor independiente, Huff produjo centenares de artículos del tipo "Como hacer para" y escribió al menos dieciséis libros, la mayoría acerca de arreglos domésticos. Uno de sus mayores proyectos de una construcción reconocida en Carmel, California donde vivió hasta su muerte.

Fernández H. Elementos de grupo VIII. Química general e inorgánica. Ed. Losada. Buenos Aires. Argentina. 1978.

Dallman P. *Iron. Present knowledge in nutrition*. Sixth edition. International Life Sciences Institute. ILSI. North America. 1990⁸.

Castro del Pozo S. *Metabolismo del hierro normal y patológico*. Segunda edición. Masson. Barcelona. España. 1995.

Lo podemos hallar formando parte esencial de moléculas que se encargan del transporte y almacenamiento de oxígeno, como la hemoglobina y mioglobina, como transportador de electrones en los citocromos, proteínas hierro-azufre. Está presente en numerosas enzimas involucradas en el mantenimiento de la integridad celular, tales como las catalasas, peroxidasas y oxigenasas²⁸.

El metabolismo del hierro está controlado por un potente sistema regulador por su elevado potencial redox, junto a su facilidad para promover la formación de compuestos tóxicos altamente reactivos.²⁹

En un individuo normal de 70 kg, el contenido es de aproximadamente 4 a 5 g en el hombre³⁰. En individuos con un estado nutricional óptimo alrededor del 65 % se encuentra formando parte de la hemoglobina, el 15 % está contenido en las enzimas y la mioglobina, el 20 % como hierro de depósito y solo entre el 0,1 y 0,2 % se encuentra unido con la transferrina como hierro circulante.³¹

En el organismo se encuentra formando parte de 2 compartimientos: uno funcional, formado por los numerosos compuestos, entre los que se incluyen la hemoglobina, la mioglobina, la transferrina y las enzimas que requieren hierro como cofactor o como grupo prostético, ya sea en forma iónica o como grupo hemo, y el compartimiento de depósito, constituido por la ferritina y la hemosiderina, que constituyen las reservas corporales de este metal.³² La circulación del hierro entre estos 2 compartimientos, el funcional y el de depósito, se produce a través de un ciclo prácticamente cerrado y muy eficiente, que es constantemente reciclado. Del total que se moviliza diariamente, existen pérdidas muy pequeñas a través de las heces, la orina y el sudor. La reposición se realiza a través de la ingesta, a pesar de que la proporción que se absorbe de los alimentos es muy baja, entre 1 y 2 mg, aproximadamente el 10 % de la ingesta total. Se puede dar como ejemplo a la hemoglobina que contiene aproximadamente 2 g de hierro;

3,4 mg/g de hemoglobina, los glóbulos rojos o eritrocitos tienen una vida media de 120 días, son cedidos a los fagocitos del sistema retículo endotelial (SRE) a razón de 24 mg/día, de los cuales, 1 mg en los hombres y 2 mg en las mujeres son excretados diariamente³³. El SRE recibe también un remanente de hierro que proviene de la eritropoyesis ineficaz (aproximadamente 2 mg). De los 25 mg contenidos en el SRE, 2 mg se encuentran en equilibrio con el compartimiento de depósito y 23 mg son transportados totalmente por la transferrina hasta la médula ósea para la síntesis de hemoglobina, del total el 95 % es reutilizado para la síntesis de nuevos glóbulos. Para cerrar este ciclo, la médula requiere diariamente 25 mg, de los cuales 23 mg provienen del SRE y de 1 a 2 mg de la absorción

28 Andrews NC, Bridge KR. Disorders of iron metabolism and sideroblastic anemia. En: *Nathan and Oski's Hematology of infancy and childhood*. 5th ed. Philadelphia: WB Saunders, 1998:423-61.

29 Hentze MW. Iron regulatory factor - the conductor of cellular iron regulation. 27th Annual Course. *Advan Haematol* 1993:36-48.

30 Lanzkowski P. Metabolismo del hierro y anemia ferripriva. En: *Hematología pediátrica*. 3a ed. La Habana: 1985:121-93. (Edición Revolucionaria).

31 Refsun AB, Schreiner BBI. Regulation of iron balance by absorption and excretion. *Scand J Gastroenterol* 1984;19:867-74.

32 Wick M, Pinggera W, Lehmann P. Iron metabolism, diagnosis and therapy of anemias. 3th ed. *New York: Springer*, 1996.

33 Fairbanks V, Klee G. Biochemical aspects of hematology. En: *Textbook of clinical chemistry*. Tietz. Philadelphia: WB Saunders, 1986.

intestinal. Aproximadamente 7 mg se mantienen en equilibrio entre la circulación y los depósitos.³⁴

Los niños tienen la necesidad de extraer el mismo por medio de la alimentación, esta es una de las diferencias metabólicas con los adultos, los cuales adquirimos el mineral de la recirculación de hemáties destruidos, aproximadamente el 95 % es necesario para la síntesis de la hemoglobina. A diferencia, un niño entre los 4 y 12 meses de edad, utiliza el 30 % del hierro contenido en los alimentos con este fin, y la tasa de reutilización a esta edad es menos significativa.³⁵

En un individuo normal, las necesidades diarias son muy bajas en comparación con el hierro circulante, sólo se absorbe una pequeña proporción del total ingerido la cual varía de acuerdo con la cantidad y el tipo presente en los alimentos, el estado de los depósitos corporales del mineral, las necesidades existentes, la actividad eritropoyética y una serie de factores luminales e intraluminales que facilitan o interfieren con la absorción.³⁶

La absorción depende en primer lugar del tipo de compuesto presente en la dieta, en dependencia de lo cual van a existir 2 formas diferentes de absorción: la del hierro hemo y la del inorgánico, además de verse afectada por la cantidad ingerida, si bien aumenta su absorción al incrementarse su cantidad, disminuye su eficiencia de captación, quiere decir que a mayor proporción absorbida, a menor dosis.³⁷

En su forma inorgánica por acción del ácido clorhídrico del estómago pasa a su forma reducida, es decir, de estado ferrico pasa al estado ferroso, Fe^{2+} , que es la forma química soluble capaz de atravesar la membrana de la mucosa intestinal.

Algunas sustancias como el ácido ascórbico, ciertos aminoácidos y azúcares pueden formar quelatos de bajo peso molecular que facilitan la absorción intestinal de este. Son sustancias orgánicas que forman dos o más enlaces coordinados con un ion, una vez que ha ocurrido la coordinación, el complejo formado se conoce como quelato. El grupo porfirina que lo une en la hemoglobina es un ejemplo existente en sistemas biológicos.

Aunque puede absorberse a lo largo de todo el intestino, su absorción es más eficiente en el duodeno y la parte alta del yeyuno,³⁸ debido a la existencia de un receptor específico en la membrana del borde en cepillo, la mucosa intestinal tiene la facilidad de atraparlo y permitir su paso al interior de la célula. La apotransferrina del citosol favorece a aumentar su velocidad y eficiencia en la absorción.³⁹

34 Antonio Blanco. *Química biológica*. Pág. 503

35 Dallman P, Siimes M. Iron deficiency in infancy and childhood. *Report of the International Nutritional Anemia Consultative Group (INACG)*. Library of Congress, 1985.

36 Maeyer E de. Preventing and controlling iron deficiency anemia through primary health care. Geneva: 1989. World Health Organization.

37 Antonio Blanco. *Química biológica*. Pág. 504

38 Muir A, Hopfer U. Regional specificity of iron uptake by small intestinal brush-border membranes from normal and iron deficient mice. *Gastrointestinal Liver Pathol* 1985;11:6376-83.

39 Huebers A, Huebers E, Csiba E, Rummel W, Finch CA. The significance of transferrin for intestinal iron absorption. *Blood* 1983;61:283-8.

En el interior del citosol, la ceruloplasmina, endoxidasa I oxida el hierro ferroso a férrico para que sea captado por la apotransferrina que se transforma en transferrina.⁴⁰ Si excede la capacidad de transporte intracelular es depositado como ferritina, de la cual una parte puede ser posteriormente liberada a la circulación.⁴¹

Este, atraviesa la membrana celular como una metaloporfirina intacta, una vez que las proteasas endoluminales o de la membrana del enterocito hidrolizan la globina. Los productos de esta degradación son importantes para el mantenimiento del hemo en estado soluble, con lo cual garantizan su disponibilidad para la absorción.⁴² En el citosol la hemoxigenasa libera el metal de la estructura tetrapirrólica y pasa a la sangre como inorgánico⁴³, aunque una pequeña parte del hemo puede ser transferido directamente a la sangre portal.⁴⁴

Aunque la parte hemínica representa una pequeña proporción del total de la dieta, su absorción es mucho mayor, 20-30 % y está menos afectada por los componentes de ésta.⁴⁵ No obstante, al igual que la absorción del inorgánico, la absorción del hemo es favorecida por la presencia de carne en la dieta, posiblemente por la contribución de ciertos aminoácidos y péptidos liberados de la digestión a mantener solubles, y por lo tanto, disponibles para la absorción, ambas formas.⁴⁶

En la regulación de la absorción, el enterocito desempeña un papel central debido a que los niveles intra-celulares adquiridos durante su formación determinan la cantidad del mineral que entra a la célula.⁴⁷ Este ingresa a la circulación de acuerdo con las necesidades, y el resto permanece en su interior del enterocito hasta su descamación. Así, las células mucosas protegen al organismo contra la sobrecarga proveniente de los alimentos, el exceso del mineral es almacenado como ferritina, la cual es posteriormente excretada durante el recambio celular normal.⁴⁸

La absorción se realiza según los requerimientos de la persona, de este modo, condiciones como la deficiencia,⁴⁹ la anemia, la hipoxia, conllevan un aumento en la absorción y capacidad de transporte, el incremento en la absorción del hemo es de menor proporción, quizás debido a que la superficie absorptiva de la célula intestinal no lo reconoce como tal, por lo que el aumento de su absorción se deberá solamente a la pérdida de la saturación de los receptores dentro de la célula y en las membranas basolaterales.⁵⁰

Factores intraluminales como la quilia gástrica, el tiempo de tránsito acelerado y los síndromes de malabsorción pueden afectar la absorción, además de estos factores, existen

40 Maeyer E de. Preventing and controlling iron deficiency anaemia through primary health care. Geneva: 1989. World Health Organization.

41 Refsund AB, Schreiner BBI. Regulation of iron balance by absorption and excretion. *Scand J Gastroenterol* 1984

42 Uzel C, Conrad ME. Absorption of heme iron. *Semin Hematol* 1998

43 Raffin SB, Woo CH, Roost KT, Price DC, Schmid R. Intestinal absorption of haemoglobin iron. Heme cleavage by mucosal heme oxygenase. *J Clin Invest* 1974;54:1344-50.

44 Bothwell TH. Overview and mechanism of iron regulation. *Nutr Rev* 1995

45 Dallman PR. Hierro. En: *Conocimientos actuales sobre Nutrición*. 6ta ed. Washington DC: OPS, ILSI, 1991:277-88.

46 Uzel C, Conrad ME. Absorption of heme iron. *Semin Hematol* 1998

47 Worwood M. Regulación del metabolismo del hierro. *An Nestlé* 1995;53:1-11.

48 Wick M, Pinggera W, Lehmann P. Iron metabolism, diagnosis and therapy of anemias. 3th ed. New York: Springer, 1996.

49 Finch C. Regulators of iron balance in human. *Blood* 1994;84:1697-700

50 Uzel C, Conrad ME. Absorption of heme iron. *Semin Hematol* 1998;35:27-34.

sustancias que pueden favorecer o inhibir la absorción. Aquel que es proveniente de las carnes y los pescados es más fácil de absorber, hierro HEM que el de forma inorgánica de los vegetales, no HEM, los que en muchos casos, contienen concentraciones más elevadas del metal. Sin embargo, se puede aumentar la absorción del no orgánico con la adición de pequeñas porciones de carnes o pescados, fundamentalmente por su contenido de aminoácidos. Existen además otras sustancias que favorecen la absorción, como son los agentes reductores, especialmente el ácido ascórbico.⁵¹

Entre los inhibidores de la absorción tenemos la ingesta crónica de alcalinos, fosfatos, fitatos y taninos, sustancias que se encuentran por ejemplo en el te o café, que al ingerirse en la misma comida, la absorción disminuye proporcionalmente con el volumen consumido, así se ha determinado que en presencia de té la absorción de este mineral disminuye hasta el 60 % mientras que en la de café la absorción se reduce hasta el 40 %.⁵² Por su parte los fitatos⁵³, que se localizan en la fibra de arroz, trigo y el maíz, y la lignina de las paredes de las células vegetales, son inhibidores de la absorción, debido a la formación de quelatos insolubles.⁵⁴ En este sentido 5 a 10 mg de fitatos pueden reducir la absorción del hierro no hemo al 50%, lo que puede ser evitado por el consumo de pequeñas cantidades de carne y vitamina C que impiden la formación de estos quelatos, lo que provoca un aumento de la absorción aún en presencia de los inhibidores de ésta.⁵⁵ El contenido de sustancias favorecedoras e inhibidoras de la absorción va a determinar la biodisponibilidad presente en la dieta.

El conocimiento de los mecanismos que regulan la absorción permite determinar el valor nutricional de los alimentos y la forma de mejorar su biodisponibilidad y a su vez seleccionar apropiadamente los compuestos mejores y más seguros que respeten el papel regulador de la mucosa intestinal.⁵⁶

Es transportado por la transferrina, que es una glicoproteína de 80 kDa, sintetizada en el hígado. Esta proteína toma el elemento liberado por los macrófagos producto de la destrucción de los glóbulos rojos o el procedente de la mucosa intestinal, se ocupa de transportarlo y hacerlo disponible a todos los tejidos que lo requieren.

Apotransferrina es llamada a la proteína que no lo contiene, monoférrica y diférrica cuando contiene 1 y 2 átomos respectivamente. Cuando todos los sitios de transporte están ocupados se habla de esta como saturada y se corresponde con alrededor de 1,41 µg/mg de transferrina. La concentración de transferrina, en condiciones fisiológicas, excede la capacidad de unión necesaria, por lo que dos tercios de los sitios de unión están

51 Conrad ME, Umbreit JN. A concise review: iron absorption the mucin mobiliferrin integrin pathway. A competitive pathway for metal absorption. *Am J Haematol* 1993;42:67-9.

52 Brune M, Rossander L, Hallberg L. Iron absorption and phenolic compounds, importance of different phenolic structures. *Eur J Clin Nutr* 1989;43:547-58.

53 Hexafosfatos de inositol

54 Gillooly M, Bothwell TH. Factors affecting the absorption of iron from cereals. *Br J Nutr* 1984;51:37-9.

55 Hallberg L, Rossander L, Skauberg AB. Phytates and the morbidity effect of bran on iron absorption in man. *Am J Clin Nutr* 1987;45:988-96.

56 Maeyer E de. Preventing and controlling iron deficiency anaemia through primary health care. *Geneva*: 1989. World Health Organization.

desocupados.⁵⁷ En el caso de que toda la molécula esté saturada, el hierro que se absorbe no es fijado y se deposita en el hígado.

Esta tiene una vida media de 8 a 10 días, aunque el hierro que transporta tiene un ciclo más rápido, con un recambio de 60 a 90 minutos como promedio.⁵⁸

Las células eritropoyéticas captan entre el 70 y el 90 % del total del que es transportado por la transferrina el resto es captado por los tejidos para la síntesis de citocromos, mioglobina, peroxidasas y otras enzimas y proteínas que lo requieren como cofactor.⁵⁹

Todos los tejidos y células poseen un receptor específico, a través de la cual regulan la captación del mismo de acuerdo con sus necesidades. En los eritroblastos la concentración de estos receptores es máxima, 80 % del total, donde es captado por las mitocondrias para ser incluido en las moléculas de protoporfirina durante la síntesis del grupo hemo. Con la maduración del glóbulo rojo, la cantidad de receptores va disminuyendo, debido a que las necesidades para la síntesis de la hemoglobina son cada vez menores.⁶⁰

El receptor de la transferrina es una glicoproteína constituida por 2 subunidades, cada una de 90 kDa de peso molecular, unidas por un puente disulfuro y cada subunidad posee un sitio de unión para esta. Estos receptores se encuentran anclados en la membrana a través de un dominio transmembrana, que actúa como péptido señal interno, poseen además un dominio citosólico de aproximadamente 5 kDa.⁶¹ Se ha observado la presencia de moléculas de receptor circulando en el plasma sanguíneo, que son incapaces de unirla, puesto que carecen de sus porciones transmembranosa y citosólica; a estos receptores se les conoce como receptor soluble. Se ha encontrado una relación directa entre la concentración de receptor circulante y el grado de eritropoyesis, en la deficiencia del mineral hay un aumento de la concentración de receptores solubles.⁶²

El receptor es de gran importancia en el suministro a la célula, ya que la afinidad del receptor por el complejo hierro-transferrina al pH ligeramente alcalino de la sangre, depende de la carga de este elemento de la proteína. La afinidad máxima se logra cuando está en su forma diférrica.

Mediante procesos de endocitosis el complejo hierro-transferrina-receptor es internalizado en la célula. El cambio del pH ligeramente alcalino al pH ácido provoca un cambio en la estabilidad del complejo que desdobla los átomos; por su parte, se mantiene unida al receptor hasta que un nuevo cambio de pH, en sentido contrario, al nivel de la membrana, provoca la

57 Wick M, Pinggera W, Lehmann P. Iron metabolism, diagnosis and therapy of anemias. 3th ed. New York: Springer, 1996.

58 Lee GR, Herbert V. Nutritional factors in the production and function of erythrocytes. En: *Wintrobe's Clinical Hematology*. 10th ed. Baltimore: William and Wilkins, 1998:228-66.

59 Finch C, Huebers H Eng M, Miller L. Effect of transfused reticulocytes on iron exchange. *Blood* 1982;59:364-9.

60 Gimferrer E, Ubeda J, Royo MT. El Receptor de la transferrina. *Bioferrum* 1996;1:49-50.

61 Worwood M. Regulación del metabolismo del hierro. *An Nestlé* 1995;53:1-11

62 Thorstensen K, Romslo Y. The transferrin receptor its diagnostic value and its potential as therapeutic target. *Scand Clin Lab Invest* 1993;53(Suppl 215):113-20

63 Wick M, Pinggera W, Lehmann P. Iron metabolism, diagnosis and therapy of anemias. 3th ed. New York: Springer, 1996.

ruptura del complejo y la consiguiente liberación de la transferrina que queda nuevamente disponible para la captación y transporte del hierro circulante.⁶³

La liberación dentro de la célula es secuencial. La primera molécula es liberada por el pH ácido del citosol, mientras la segunda requiere ATP para su liberación.

El exceso se deposita intracelularmente como ferritina y hemosiderina, fundamentalmente en el bazo, hígado y médula ósea. Cada molécula puede contener hasta 4500 átomos de hierro, aunque normalmente tiene alrededor de 2 500, almacenados como cristales de hidróxido fosfato férrico $[(\text{FeOOH})_8 \cdot \text{FeO} \cdot \text{PO}_3\text{H}_2]$.⁶⁴

La molécula de apoferritina es un heteropolímero de 24 subunidades de 2 tipos diferentes: L y H, con un peso molecular de 20 kDa cada una, formadas por 4 cadenas helicoidales. Las variaciones en el contenido de subunidades que componen la molécula determinan la existencia de diferentes isoferritinas, las que se dividen en 2 grandes grupos: isoferritinas ácidas, ricas en cadenas H, localizadas en el corazón, los glóbulos rojos, los linfocitos y los monocitos, y las isoferritinas básicas, ricas en cadenas L, predominantes en el hígado, el bazo, la placenta y los granulocitos.⁶⁵

Las subunidades se organizan entre sí de manera tal que forman una estructura esférica que rodea a los cristales de hierro. Esta cubierta proteica posee en su entramado 6 poros de carácter hidrofílico y tamaño suficiente para permitir el paso de monosacáridos, flavinmononucleótidos, ácido ascórbico o desferroxamina. Se plantea que estos poros tienen una función catalizadora para la síntesis de los cristales y su incorporación al interior de la molécula de ferritina.⁶⁶

La función fundamental de esta es garantizar el depósito intracelular de hierro para su posterior utilización en la síntesis de las proteínas y enzimas. Este proceso implica la unión de dicho elemento dentro de los canales de la cubierta proteica, seguido por la entrada y formación de un núcleo en el centro de la molécula. Una vez formado sobre su superficie, puede ocurrir la oxidación de los restantes átomos del metal a medida que se incorporan.⁶⁷

Se han observado diferencias entre la velocidad de captación por las diferentes isoferritinas; así las isoferritinas ricas en cadenas H tienen una mayor velocidad de captación y se ha demostrado que ésta es precisamente la función de este tipo de subunidad. No obstante, las cadenas H y L cooperan en la captación del hierro, las subunidades H promueven la oxidación y las L, la formación del núcleo. Tanto el depósito como su liberación a la circulación son muy rápidos, e interviene en este último proceso el flavinmononucleótido. Es liberado en forma ferrosa y convertido en férrico por la

64 Dallman PR, Yip R, Oski FA. Iron deficiency and related nutritional anemias. En: *Nathan and Oski's Hematology of infancy and childhood*, 4th ed. Philadelphia: WB Saunders, 1993:413-50.

65 Worwood M. Regulación del metabolismo del hierro. *An Nestlé* 1995;53:1-11.

66 Rothenberger S, Müllner EW, Kühn C. The mRNA binding protein which controls ferritin and transferrin receptor expression is conserved during evolution. *Nucleic Acids Res* 1990;18:1175-9.

67 Andrews SC, Arosio P, Botke W. Structure function and evolution of functions of ferritins. *J Inorg Biochem* 1992;47:161-74.

ceruloplasmina plasmática, para que sea captado por la transferrina que lo transporta y distribuye al resto del organismo.⁶⁸

La hemosiderina está químicamente emparentada con la ferritina, de la que se diferencia por su insolubilidad en agua. Aunque ambas proteínas son inmunológicamente idénticas, la hemosiderina contiene un por ciento mayor de hierro, 30 %, y en la microscopia se observa como agregados de moléculas de ferritina con una conformación diferente de los cristales.⁶⁹

El volumen de las reservas es muy variable, pero generalmente se considera que un hombre adulto normal tiene entre 500 y 1 500 mg y una mujer entre 300 y 1 000 mg, aunque estos valores dependen grandemente del estado nutricional del individuo.⁷⁰

La vía fundamental de captación celular es la unión y subsecuente internalización de la transferrina cargada con hierro por su receptor. La cantidad que penetra a la célula por esta vía está relacionada con el número de receptores de transferrina presentes en la superficie celular. Una vez dentro, es utilizado para sus múltiples funciones o almacenado en forma de ferritina o hemosiderina. Por lo tanto, cuando las necesidades de hierro de la célula aumentan, se produce un incremento en la síntesis de receptores de transferrina y, en el caso contrario, cuando hay un exceso, ocurre un aumento de la síntesis de ferritina. Esto se logra mediante un estricto sistema de control al nivel postranscripcional.⁷¹

Tanto la expresión del receptor de transferrina como de la ferritina son reguladas en función de la disponibilidad y demanda de hierro para asegurar la homeostasia celular. En esta regulación está implicada una proteína citosólica de aproximadamente 98 kDa de peso molecular, altamente conservada a lo largo de la evolución,⁷² conocida como factor regulador, IRF o proteína de unión al elemento de respuesta, IRE-BP.⁷³ Esta proteína posee un centro 4Fe-4S que le permite cambiar entre 2 actividades diferentes en dependencia del nivel de hierro celular; así cuando los niveles son bajos, el centro se disocia y la apoproteína se une a una estructura tallo-lazo específica en el RNA mensajero, mRNA, del receptor de transferrina y de la ferritina, conocida como elemento de respuesta al hierro, IRE. Esta misma proteína se convierte en una aconitasa citosólica con un centro 4Fe-4S en células cargadas de hierro.⁷⁴

Existe un IRE localizado cerca del extremo 5' terminal, de la región 5' no traducida de los mRNA de las cadenas L y H de la ferritina. La unión del IRF a este IRE inhibe la traducción

68 Levi S, Yewdall SJ, Harrison PM. Evidence of H-and L-chains have to cooperative roles in the iron uptake mechanisms of human ferritin. *Biochem J* 1992;288:591-6.

69 Finch CA, Huebers HA, Cazzola M, Bergamaschi G, Bellotti V, Storage iron. En: Albertini A, Arosio P, Chiancone E, Drysdale J, eds. *Ferritins and iso-ferritins as biochemical markers*. Amsterdam: Elsevier, 1984:3-21.

70 Lee GR, Herbert V. Nutritional factors in the production and function of erythrocytes. En: *Wintrube's Clinical Hematology*. 10th ed. Baltimore: William and Wilkins, 1998:228-66

71 Mattia E, Rao K, Shapiro DS, Sussaman HH, Klausner RD. Biosynthetic regulation of the human transferrin receptor by deferoxamine in K563 cells. *J Biol Chem* 1984;259:2689-92.

72 Rothenberger S, Müllner EW, Kühn C. The mRNA binding protein which controls ferritin and transferrin receptor expression is conserved during evolution. *Nucleic Acids Res* 1990;18:1175-9.

73 Leibold EA, Munro HN. Cytoplasmic protein binds in vitro to a highly conserved sequence in the 5' untranslated region of ferritin heavy -and - light - subunit mRNAs. *Proc Nat Acad* 1988;85:2171-5.

74 Leibold EA, Landano A, Yu Y. Structural requirements of iron-responsive elements for binding of protein involved in both transferrin receptor and ferritin mRNA post - transcriptional regulation. *Nucl Acids Res* 1990;18:1819-20.

del mRNA de la ferritina por interferencia en el orden de unión de los factores de iniciación de la traducción.⁷⁵

Por su parte, la región 3' no traducida del mRNA del receptor de transferrina contiene 5 IREs; en este caso, la unión del IRF protege los mRNA de la degradación, con lo cual estimula la expresión del receptor.⁷⁶

Cuando los niveles intracelulares de hierro están elevados, el IRF se disocia de los IREs, con lo que aumenta la traducción del mRNA de la ferritina y se acelera la degradación del mRNA de los receptores de transferrina. Así la interacción del IRF/IRE regula la expresión de estas proteínas en direcciones opuestas por 2 mecanismos distintos, los que logran mantener el equilibrio entre la captación y almacenamiento intracelular.⁷⁷ Mecanismos similares están implicados en la regulación de otras proteínas que participan en el metabolismo de este elemento.

La capacidad de excreción del organismo es muy limitada. Las pérdidas diarias son de 0,9-1,5 mg/día unos 0,013 mg/kg/día en los hombres adultos. De éstos, 0,35 mg se pierden en la materia fecal, 0,10 mg a través de la mucosa intestinal, ferritina, 0,20 mg en la bilis, 0,08 mg por vía urinaria y 0,20 mg por descamación cutánea.⁷⁸

Las mujeres en edad fértil están expuestas a una depleción adicional a través de las pérdidas menstruales que incrementan los niveles de excreción diarios a 1,6 mg/día como mínimo.⁷⁹

Los cambios en los depósitos del organismo provocan variaciones limitadas en la excreción, que van desde 0,5 mg/día en la deficiencia de hierro a 1,5 mg/día en individuos con sobrecarga. Aunque hay pocos estudios en lactantes y niños, se plantea que en éstos las pérdidas gastrointestinales pueden ser mayores que en los adultos.⁸⁰ Algunos investigadores plantean que las pérdidas promedio son de aproximadamente 2 mg/día en los lactantes y de 5 mg/día en los niños de 6 a 11 años de edad.⁸¹ Otras causas importantes de pérdidas son las donaciones de sangre y la infestación por parásitos.⁸²

Los requerimientos en cada etapa de la vida están determinados por los cambios fisiológicos a que se enfrenta el organismo durante su desarrollo.

Al nacer, el niño sustituye el suministro seguro aportado por la placenta por otro mucho más variable y con frecuencia insuficiente, proveniente de los alimentos. Durante el primer año de la vida el niño crece rápidamente, como resultado de lo cual al cumplir el año, debe haber triplicado su peso y duplicado su hierro corporal.⁸³ En este período se estima que las necesidades son de 0,7 a 1,0 mg/kg/día, 15 mg/d.⁸⁴

75 Melefors Ö, Hentze MW. Translational regulation by mRNA/protein interactions in eukaryotic cells: Ferritin and beyond. *Bio Essays* 1993;15:85-90.

76 Case JL, Koeller DM, Ramin VC, Klausner RD, Harford JB. Iron regulation of transferrin receptor mRNA levels requires iron responsive elements and a rapid turnover determinant in the 3' untranslated region of the mRNA. *EMBO J* 1989;8:3693-9.

77 Lundström U, Siimes MA, Dallman PR. At what age does iron supplementation become necessary in low birth-weight infants? *J Pediatr* 1977;91:878-83.

78 Bothwell TH, Charlton RW, Cook JD, Finch CA. Iron metabolism in man. London: *Blackwell Scientific*, 1979.

79 Worwood M. Regulación del metabolismo del hierro. *An Nestlé* 1995;53:1-11

80 Bothwell TH, Charlton RW, Cook JD, Finch CA. Iron metabolism in man. London: *Blackwell Scientific*, 1979.

81 Dallman PR. Hierro. En: *Conocimientos actuales sobre Nutrición*. 6ta ed. Washington DC: OPS, ILSI, 1991:277-88.

82 Worwood M. Regulación del metabolismo del hierro. *An Nestlé* 1995;53:1-11.

Durante esta etapa de la vida pueden distinguirse 3 períodos característicos, en dependencia del estado nutricional. El primer período comprende las primeras 6 a 8 semanas, durante las cuales se produce una declinación progresiva de los niveles de hemoglobina, de 170 g/L al nacer a 110 g/L, como consecuencia de la disminución de la eritropoyesis producto del aumento del tenor de oxígeno en la vida extrauterina. El hierro liberado producto de la destrucción de los eritrocitos es suficiente para cubrir las necesidades durante este tiempo y el que no se utiliza se almacena para satisfacer las demandas de las siguientes etapas de desarrollo. Durante estas semanas, la cantidad absorbido a partir de los alimentos no es significativa.⁸⁵

El segundo período se caracteriza por el inicio de la eritropoyesis, a expensas fundamentalmente del almacenado como producto de la destrucción de los hematíes en la etapa anterior, que se traduce en un incremento de los niveles de hemoglobina.

El tercer período comienza alrededor del cuarto mes y se caracteriza por un incremento progresivo de la dependencia del hierro alimentario para garantizar una eritropoyesis eficiente. Esto hace que sea necesario asegurarle al lactante una dieta rica, que garantice un suministro adecuado de este metal para cubrir sus requerimientos.⁸⁶

En el caso de los niños prematuros y bajo peso al nacer, la susceptibilidad de desarrollar una deficiencia es mucho mayor, ya que sus reservas corporales son menores unidos a un crecimiento posnatal más acelerado.⁸⁷ Como consecuencia las reservas se agoten más tempranamente, por lo que se hace necesario el suministro exógeno antes de los cuatro meses de vida.

Durante la infancia, las necesidades para el crecimiento son menores, alrededor de 10 mg/día, pero continúan siendo elevadas en términos de ingesta relativa, cuando se comparan con las del adulto, por lo que no desaparece el riesgo de desarrollar una deficiencia. En este período es importante evitar los malos hábitos dietéticos que limitan la ingesta o alteran su biodisponibilidad.⁸⁸

En la adolescencia se produce nuevamente un incremento de las demandas, como consecuencia del crecimiento acelerado. Durante el desarrollo puberal un adolescente aumenta unos 10 kg de peso, que debe acompañarse de un incremento de unos 300 mg de su hierro corporal para lograr mantener constante su hemoglobina, que en este período

83 Dallman PR, Yip R, Oski FA. Iron deficiency and related nutritional anemias. En: *Nathan and Oski's Hematology of infancy and childhood*, 4th ed. Philadelphia: WB Saunders, 1993:413-50.

84 Lönnnerdal B, Dewey KG. Epidemiología de la deficiencia de hierro en lactantes y niños. *An Nestlé* 1995;53:12-9.

85 The Nutritional Foundation. Iron Deficiency in infancy and childhood. *A report of the International Nutritional Anemia Consultative Group*. New York, 1979.

86 Dallman PR, Yip R, Oski FA. Iron deficiency and related nutritional anemias. En: *Nathan and Oski's Hematology of infancy and childhood*, 4th ed. Philadelphia: WB Saunders, 1993:413-50.

87 Bothwell TH, Charlton RW, Cook JD, Finch CA. Iron metabolism in man. London: *Blackwell Scientific*, 1979

88 Refsun AB, Schreiner BBI. Regulation of iron balance by absorption and excretion. *Scand J Gastroenterol* 1984;19:867-74.

89 Lönnnerdal B, Dewey KG. Epidemiología de la deficiencia de hierro en lactantes y niños. *An Nestlé* 1995;53:12-9.

90 Bentley DP. Iron metabolism and anemia in pregnancy. *Clin Haematol* 1985;14:613-28.

aumenta a razón de 50-100 g/L/año, un adolescente varón requiere alrededor de 350 mg por año durante el pico de crecimiento de la pubertad.⁸⁹

Las necesidades en las hembras son más altas, pues aunque su velocidad de crecimiento es menor, se adicionan las pérdidas menstruales. El aumento de unos 9 kg de peso de una adolescente durante la pubertad, representa la necesidad de un aporte de unos 280 mg para el mantenimiento de la concentración de hemoglobina. Un sangramiento menstrual promedio de unos 30 mL de sangre implica la pérdida de unos 75 mg de hierro. En consecuencia, una adolescente en pleno pico de crecimiento requiere alrededor de 455 mg por año.

En las mujeres en edad fértil los requerimientos son similares a los de la adolescente, fundamentalmente debido a las pérdidas menstruales. Estos requerimientos pueden verse aumentados por el uso de dispositivos intrauterinos, que provocan aumentos imperceptibles de las pérdidas, unido en ocasiones a una dieta inadecuada; los embarazos y la lactancia pueden agravar la situación.⁹⁰

Existen diferentes parámetros que están relacionados con el metabolismo y que reflejan el estado del organismo para este elemento.

En la Tabla 1 podemos observar las variaciones que ocurren en los parámetros bioquímicos⁹¹ asociados al metabolismo del hierro durante el desarrollo progresivo de la deficiencia de hierro hasta llegar a la anemia.

91 Hemoglobina: La hemoglobina es el pigmento rojo que se encuentra en los hematíes, cuya función principal está relacionada con el transporte de oxígeno. Siendo el hierro un componente esencial de la misma su contenido variará de acuerdo con el estado para este elemento. Así, por ejemplo, una concentración baja de hemoglobina produce hipocromía, la cual es una característica relacionada con la anemia por deficiencia. El uso de la hemoglobina como un indicador del estado posee algunas limitaciones debido a que existen determinadas condiciones que afectan la misma, como en el caso de la deshidratación, procesos inflamatorios crónicos, policitemia, hábito de fumar, infección crónica, hemorragias, deficiencia de vitamina B12 y ácido fólico, malnutrición proteico-energética, embarazo y hemoglobinopatías. Al considerar los valores normales para este parámetro es necesario tener en cuenta las variaciones existentes que dependen de la edad, el sexo y la raza de la persona, ya que estos valores presentan pequeñas pero significativas variaciones en cada caso en particular.

Hematocrito: El hematocrito es determinado en sangre total mediante la utilización de capilares heparinizados, luego de ser centrifugados hasta obtener un paquete celular de volumen constante. El valor del hematocrito se expresa como porcentaje del paquete de células rojas, valor que se obtiene por comparación de la altura del paquete de células rojas con respecto a la altura total de la columna formada por células rojas y plasma. Los valores normales del hematocrito están tabulados y dependen de la edad, sexo y raza del individuo⁹¹. La utilización del hematocrito para determinar el estado del hierro posee algunas desventajas como consecuencia de la baja sensibilidad y especificidad que posee el método, ya que al igual que en el caso de la determinación de la concentración de la hemoglobina, el mismo es afectado por diferentes factores. Otra desventaja de este método es la falta de precisión, especialmente cuando se utilizan muestras obtenidas de sangre capilar. Sin embargo pese a estas limitaciones, el hematocrito tiene como ventaja el de ser un método económico, simple y rápido.

Índices eritrocitarios: Estos índices están constituidos por: el volumen corpuscular medio, VCM, la hemoglobina corpuscular media, HCM y la concentración corpuscular media de hemoglobina, CCMH. Estos parámetros sirven para determinar el tamaño, el contenido y la concentración de hemoglobina de los glóbulos rojos, pudiéndose calcular a partir de la determinación de los valores de concentración de hemoglobina, hematocrito y número de glóbulos rojos. El VCM es el volumen medio de los eritrocitos y se calcula como la relación entre el valor del hematocrito y el número de células rojas. La HCM es el contenido promedio de hemoglobina de los eritrocitos y se calcula como la relación entre el valor de la concentración de hemoglobina y el número de

En una primera etapa se produce una disminución del contenido de hierro de los depósitos orgánicos, lo que se ve reflejado en una disminución de la concentración sérica y/o plasmática de ferritina.⁹²

En una segunda etapa de la deficiencia, se produce una disminución de la concentración plasmática de hierro, inferior a los 60 μ g/dl, juntamente con un aumento en la capacidad de fijación del total y en consecuencia una disminución en el porcentaje de saturación de transferrina inferior al 15%. Al mismo tiempo, como consecuencia de un insuficiente suministro para la síntesis del hemo, se produce un aumento de la concentración de protoporfirina libre eritrocitaria superior a los 100 μ g/dl de células rojas. Sin embargo, en esta etapa aun no se observa una modificación significativa de la concentración de

células rojas. La CCMH es la concentración media de hemoglobina en un volumen determinado de glóbulos rojos y se calcula como la relación entre la concentración de hemoglobina y el valor del hematocrito. Los valores normales de estos parámetros están tabulados y varían fundamentalmente en función de la edad y el sexo del individuo. Las desviaciones de estos parámetros con respecto a sus valores normales son especialmente útiles para la caracterización de los distintos tipos morfológicos de anemias.⁹¹

Ferremia, capacidad de fijación de hierro total, (CFHT) y porcentaje de saturación de transferrina: La ferremia y la CFHT son parámetros que se relacionan con el intercambio de hierro entre el sistema reticuloendotelial y la médula ósea. La transferrina es la principal proteína relacionada con el transporte en sangre. Como consecuencia de ello, el contenido de hierro en el suero refleja el número de átomos unidos a la transferrina. Cada molécula de transferrina puede unir hasta dos átomos, razón por la cual la CFHT está relacionada con la fracción de sitios libres que posee la transferrina para el transporte de hierro; en consecuencia el porcentaje de saturación de la transferrina puede calcularse como la relación entre la ferremia y la CFHT multiplicada por 100. Estos tres parámetros son particularmente útiles para diferenciar los estados deficitarios de causas nutricionales con respecto de aquellos que son consecuencia de diferentes patologías, asociadas a procesos de infección e inflamación crónicos. Los valores normales para estos parámetros están tabulados y dependen fundamentalmente de la edad y sexo del individuo. Sin embargo es necesario tener en cuenta que diversos factores como las variaciones circadianas, el uso de contraceptivos orales, enfermedades crónicas y otros factores pueden modificar los valores de los mismos.

⁹² Ferritina sérica: La ferritina sérica se encuentra en equilibrio con su forma intracelular y es proporcional al contenido de hierro de los depósitos. Así, aproximadamente unos 8-10 mg del metal en los depósitos es equivalente a 1 μ g/l de ferritina sérica. Diferentes factores como la infección aguda o crónica, deficiencia de vitamina B12 y ácido fólico, consumo excesivo de alcohol, leucemia, enfermedades hepáticas, etc., producen un aumento significativo de este parámetro. Sin embargo, los valores bajos de ferritina sérica, menores a 12 μ g/l, están asociados a un déficit en los depósitos, no habiéndose detectado valores falsamente reducidos como consecuencia de otra causa. Los valores normales se encuentran tabulados y dependen fundamentalmente de la edad y sexo de la persona. Sin embargo, es importante destacar que existe un significativo coeficiente de variación intraindividual de aproximadamente un 15% de las concentraciones de este parámetro.

Receptor a transferrina: La concentración plasmática de este receptor varía con el estado nutricional de la persona, aumentando en la deficiencia leve de este metal. También se observa un aumento de la concentración de este receptor en ciertas patologías como en el caso de la-talasemia, anemia hemolítica autoinmune, leucemia linfocítica crónica, etc. Sin embargo, la concentración de este parámetro disminuye en el caso de hemocromatosis, anemia aplásica e insuficiencia renal crónica. A diferencia de lo que ocurre con los otros parámetros utilizados en la determinación del estado, la concentración de este receptor, no está significativamente afectada por la inflamación, infección o enfermedad hepática, por lo que la utilidad clínica de la determinación del receptor a transferrina radica en la utilización del mismo para diferenciar la anemia por deficiencia de hierro con respecto a otros tipos de anemia, principalmente en los países y regiones donde la prevalencia de infecciones es elevada. Recientemente, el uso de este parámetro bioquímico para determinar el estado durante el embarazo demostró ser el mejor estimador para detectar la deficiencia durante este período.

hemoglobina, valor que permanece comprendido dentro del rango normal según sexo y edad.

Finalmente en la tercera y última etapa, se produce la anemia por deficiencia, que se caracteriza por una franca disminución de la concentración de hemoglobina y del hematocrito, que se ve reflejado a nivel eritrocitario como hipocromía con microcitosis y una disminución en la capacidad de fijación de hierro total. Esta etapa también se caracteriza por una disminución en la concentración del hierro plasmático, inferior a los 40 μ g/dl, de ferritina, por debajo de los 10 μ g/dl y un sustancial aumento de la concentración de la protoporfirina libre eritrocitaria, por encima de los 200 μ g/dl de células rojas. También en esta etapa se produce un gran aumento de la capacidad de fijación total siendo superior a los 410 μ g/dl.⁹³

De esta forma podemos observar que la falta de una ingesta adecuada absorbible acorde con las demandas fisiológicas y/o metabólicas del organismo, puede provocar un estado inicial de deficiencia, que de no ser corregida, puede llegar a producir anemia por deficiencia de hierro.

La cantidad que contiene la leche de todos los mamíferos es relativamente baja y no aumenta utilizando suplementos en la dieta de la madre.⁹⁴ Este parece ser un mecanismo biológico que limita la cantidad de este elemento en la leche.

La leche materna contiene alrededor de 0,3 mg por litro, del cual se absorbe aproximadamente la mitad a diferencia de otros alimentos del cual la proporción absorbida es menor, si bien, la leche humana y la de vaca poseen cantidades semejantes, la biodisponibilidad de la leche de madre es mucho mayor, tal vez juega un rol importante la lactoferrina.

La leche de vaca, en cambio contiene poca cantidad de ácido ascórbico, lo cual disminuye la biodisponibilidad del mismo, es por tal motivo que cuando se adiciona el mineral a una fórmula infantil, se requiere mayor cantidad como para igualar a la de la leche materna, siendo imposible igualarla en calidad. Es por ello la importancia y el beneficio que obtiene tanto la madre como el bebé con esta práctica.

En el recién nacido el nivel medio de hemoglobina es de 190 g/l, y desciende hasta menos de 11 g/l a los dos meses, período conocido como el de anemia fisiológica del lactante⁹⁵, el hierro es almacenado para su uso posterior, siendo negativa las necesidades de hierro durante los primeros meses.

El lactante no obtiene el que necesita de la leche materna, sino de sus reservas propias. Pero este hierro es útil para retrasar el agotamiento de las mismas.

Es importante, entonces, saber hasta cuando duraran esas reservas para poder ser aportadas por la dieta, lo que se estima es alrededor de los 6 meses o 12 meses, según

93 Gibson R. Principles of nutritional assessment. Oxford University Press. New York. USA. 1990.

94 Aguilar; Ma José, *Lactancia Materna*. Pág.146.

95 Walters y Abelson (1996)

los valores con los que se estime el contenido de la leche y su biodisponibilidad.⁹⁶ En este momento, al sexto mes, es cuando se recomienda la introducción de cereales, aparte de continuar la lactancia, fortificados.⁹⁷

Los lactantes que son alimentados con formulas artificiales no requieren suplementación en los primeros seis meses, ni tampoco en la segunda mitad del primer año si siguen consumiendo formula Láctea y la correcta combinación con los alimentos sólidos. Para este grupo, a partir del 4º mes es aconsejable el uso de cereales enriquecidos y leches fortificadas con este mineral.⁹⁸

Es fundamental que las leches artificiales estén fortificadas no solo con lactato o sulfato ferroso sino también con vitamina C para aumentar la biodisponibilidad del mismo.

Se está hablando, de la relación que hay entre estos nutrientes que interactúan entre si, inhibiendo la absorción de uno con el otro, el exceso de uno impediría la absorción del otro, se aconseja dos partes de hierro por una de zinc.⁹⁹

Los niños que son alimentados con leche de vaca generalmente presentan un estado nutricional afectado por distintos mecanismos. Menor aporte de hierro, como ya se ha explicado anteriormente, la cantidad entre las leches son similares, no así su biodisponibilidad.

Factores que inhiben la absorción; como el alto aporte proteico, calcio y fósforo de la leche de vaca forman compuestos insolubles con el hierro no hem proporcionado por otros alimentos.

Hemorragia intestinal oculta; normalmente se pierden por heces pequeñas cantidades de sangre, con la leche vacuna, estas perdidas pueden verse incrementadas, siendo la albúmina el causante de las mismas¹⁰⁰.

96 Aguilar; Ma José, *Lactancia Materna*. Pág.. 146.

97 Ruth, A. *Lactancia Materna*. Una guía para la profesión médica. Pag 1098.

98 American Academy of Pediatrics, 2004. *Pediatrics Nutrition Handbook*. 5ª ed. Elk Grove,111.

99 Torresani M. E. *Cuidado Nutricional Pediátrico*. Pág.119.

100 Ibid. Pag.152-153

En 1968 la Organización Mundial de la Salud (OMS) definió la anemia nutricional como “ La condición en la cual el contenido de hemoglobina sanguínea esta por debajo de los valores considerados como normales, generalmente como resultado de la deficiencia de uno o mas nutrimentos, independientemente de la causa de tal deficiencia”.

TABLA N°1: Etapas secuenciales del desarrollo progresivo de la deficiencia de hierro

Parámetro	Normal	Etapa I Depleción de hierro	Etapa II Eritropoyesis con deficiencia de hierro	Etapa III Anemia Ferropenica
Hierro médula ósea RE	2-3 +	0-1 +	0	0
CFHT (□ g/dl)	330 □ 30	360	390	> 410
Ferritina Plasmática (□ g/l)	100 □ 60	20	10	< 10
Absorción de hierro (%)	5-10	10-15	10-20	10-20
Ferremia (□ g/dl)	115 □ 50	115	< 60	< 40
Saturación de transferrina (%)	35 □ 15	30	< 15	< 15
Protoporfirina libre eritrocitaria ¹⁰¹ (□ g/dl, CR)	30	30	100	> 200
Eritrocitos (morfología)	Normal	Normal	Normal	Microcíticos hipocrómicos

RE: retículo endotelial. CFHT: capacidad de fijación de hierro total. CR: células rojas.

Fuentes: Goldman y col (4), Herbert y col. (164).

¹⁰¹ Protoporfirina eritrocitaria: Las bases fisiológicas de la utilización de la concentración de la protoporfirina eritrocitaria para evaluar el metabolismo se basa en que la protoporfirina IX es el precursor del hemo. En condiciones normales la concentración de protoporfirina eritrocitaria en los hematíes es baja pero cuando disminuye la cantidad disponible para la síntesis de hemoglobina ésta aumenta proporcionalmente con la disminución de la disponibilidad de este metal. La determinación de protoporfirina eritrocitaria se realiza en sangre total mediante fluorimetría y se expresa en □ g/dl o □ mol/l de células rojas. Los valores normales dependen de diversos factores como la edad, sexo y raza del individuo.

Generalmente se distinguen dos grupos poblacionales con un alto porcentaje de individuos anémicos entre los que se encuentran las embarazadas y los menores de cinco años. Aunque en países en vías de desarrollo también se extiende a grupos de niños de 6 a 12 años y ancianos.¹⁰²

TABLA N°2: Aporte de hierro y ácido ascórbico en las distintas leches y fórmulas infantiles.

Leches y fórmulas	Hierro (mg/dl)	Ácido ascórbico (mg/dl)
Humana madura	0,05	5,2
De vaca	0,04	1,1
Fórmulas de inicio	0,4-1,2	5,3-8,1
Fórmulas de continuación	1-1,3	5,3-9

Fuente; Cuidado Nutricional Pediátrico, Torresani, Pág. 283

La deficiencia de hierro es más frecuente que el de ácido fólico y vitamina B12 o cianocobalamina. Según Baker y De Maeyer (1979), el principal factor de la anemia nutricional es la deficiencia de hierro con carencia de folatos, con importancia en algunos grupos de población sobre todo en embarazadas.

Cuando se compara la prevalencia de anemia de países desarrollados con las que se encuentran en vías de desarrollo, encontramos que es del 42% en estos, mientras que es de 17% en los primeros.¹⁰³

Generalmente, en los niños, una de las causas es la baja ingesta de hierro ya que la dieta que a menudo reciben es exclusiva o casi exclusiva en leche y cereales, ambos pobres en este mineral. Otro mecanismo es la de trastornos en la absorción. Los lactantes poseen, debido a su falta de desarrollo a nivel fisiológico, poca acidez gástrica, lo que dificulta la reducción del hierro al estado ferroso para ser absorbido. En el caso de aquellos niños amamantados, esta deficiencia es compensada, ya que hay aportes de factor bifidogénico y lactoferrina, que facilitan la absorción.

102 Bases técnicas para la suplementación con vitaminas y minerales en la infancia y adolescencia. Secretaría de Salud México, D.F. Primera edición, 2003. pag 6.

103 Fuente: ACC/SCN (2000) Cuarto reporte sobre la situación de nutrición del mundo.

104 MedlinePlus, Enciclopedia Médica. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000584.htm#Síntomas>

Otra causa es la desnutrición con descenso de proteínas en sangre, sobre todo si se trata de disminución o ausencia de transferrina, que puede originar ferropenia por falta de transportadores.¹⁰⁴

TABLA N°3: Causas de deficiencia de hierro:

AUMENTO DEL REQUERIMIENTO DE HIERRO	Crecimiento acelerado	Prematuros, neonatos de bajo peso, lactantes, catch-up, adolescentes
	infecciones	Menor ingestión (anorexia) Menor absorción (diarrea)
	Escasas reservas al nacer	Desviación del fe al sistema inmune Prematuros, lactantes Hijos de madres anémicas Pérdidas intraparto
CARENCIA DE APORTE	Alimentación Láctea exclusiva prolongada. Lactancia artificial no fortificada. Desnutrición pluricarenal. Escorbuto. Dieta con escaso aporte de carnes rojas.	
MALABSORCION INTESTINAL	Diarreas crónicas. Parasitosis. Alergia a la leche de vaca u otras proteínas.	
DEFICIENCIA EN EL TRANSPORTE	Atransferrinemia congénita. Hipotransferrinemia adquirida (dnt, nefropatías, hepatopatías)	
PERDIDAS ANORMALES DE HIERRO	Administración de leche de vaca entera. Reflujo gastroesofágico. Parasitosis intestinales. Sangrados intestinales y urogenitales de distinta etiología.	

Referencia bibliográfica; Cuidado Nutricional Pediátrico. María Elena Torresani. Pág. 269.

Los síntomas incluyen: palidez cutánea, anorexia, fatiga muscular, caída de cabello, irritabilidad, falta de concentración, rendimiento escolar deficiente, como así también detención de la curva de crecimiento, dificultad respiratoria, dolor en la lengua, uñas quebradizas, pica, dolor de cabeza frontal, coloración azul de la esclerótica.¹⁰⁵

Aunque el cuadro clínico no es específico y las manifestaciones se hacen evidentes con una caída de la producción de hemoglobina muy marcada.

105 Torresani M.E. Cuidado Nutricional Pediátrico. pag 269

La información con la que se cuenta es limitada. Pero a las conclusiones que se han llegado según expertos del comité FAO/OMS es que la biodisponibilidad de las dietas consumidas por los sectores socioeconómicos altos, medio alto y medio, poseen un promedio de 1.34 mg/día en normales y más de 2 mg en aquellos que padecen una deficiencia. Estos resultados difieren de unos a otros por la relación del contenido de inhibidores; fitatos, principalmente, y el contenido de estimulantes de la absorción del hierro como son las carnes y ácido ascórbico.

Las dietas pobres en este mineral corresponden generalmente a los sectores socioeconómicos más necesitados cuyas dietas se basan en cereales, leguminosas y tubérculos, con contenido alto en fitatos y pobre en carnes y ácido ascórbico, inferior a 50 gr. y 30 mg, respectivamente. En personas con deficiencia la absorción total de hierro es menor a 1 mg/día.¹⁰⁶

Si bien el contenido total de estas dietas puede ser alto en hierro, mayor a 15 mg/día, la baja absorción explica el porque en estos sectores la alta prevalencia de anemia ferropénica.

Dietas con intermedia biodisponibilidad son consideradas aquellas en las que hay una alta proporción de cereales, tubérculos y legumbres. La comida principal contiene grandes cantidades de fitatos, mayor a 400 mg, pero la ingesta de carnes y ácido ascórbico es de 50 g y 30 mg respectivamente. En aquellas personas con deficiencia la absorción de hierro no hem es del 8% en la comida principal, mientras que la absorción total es entre 1.2 mg y 1.7 mg por día. La anemia es prevalente en los sectores más vulnerables, como los niños menores de 4 años y mujeres en edad reproductiva.¹⁰⁷

Dietas con alta biodisponibilidad son aquellas que contienen generosas cantidades de carne, mayor a 100 gr. y vegetales con alto contenido en ácido ascórbico, mayor a 50 gr. Las personas con una deficiencia moderada absorben un 15% de hierro no hem, y la absorción total es de 1.8 mg/día. Es menos prevalente su deficiencia en los niños menores de 4 años y en las mujeres en edad reproductiva. Este tipo de dietas es característica de los sectores medios y altos, y en países industrializados.

Un comité de la FAO/OMS (1985) recomienda la división de las comidas habituales del mundo en tres categorías según su biodisponibilidad: Alta, Media y Baja (ver tabla N°4).

Una dieta puede transformarse en una u otra, dependiendo de los factores favorecedores de la absorción incorporados.

De elección la vía oral y como sal, el Sulfato ferroso, la dosis recomendada es de 3 mg/kg/día de Fe+ elemental en dos o tres tomas, alejadas de las comidas y si se administra con jugo de naranja y azúcar, mejora la absorción.

La respuesta esperada de una buena acción terapéutica es el aumento de reticulocitos desde el 4º día, con un pico alrededor de 7 a 10 días. Si se aprecia alguna intolerancia, fraccionar las dosis a dos tomas semanales. Los productos farmacéuticos con sulfato ferroso en gotas,

¹⁰⁶ O'Donell y col. Deficiencia de hierro. Desnutrición oculta en América Latina. Pág. 169.

¹⁰⁷ Ibid. Pág. 171.

proveen cantidades variables, por lo que conviene familiarizarse con uno o dos productos, alguno de ellos como por ejemplo Iberol sol = 5,25 mg Fe+/ml, Fer In Sol = 0,6 ml/15 mg Fe+; Ferlea sol= 25mg Fe+/ml. (1ml=20 gotas)¹⁰⁸

TABLA Nº4: Niveles de biodisponibilidad del hierro según su porcentaje de absorción

Biodisponibilidad	Características de la dieta
ALTA (15% de absorción)	Dieta variada en cantidades generosas de carnes de todo tipo y vitamina C.
MEDIA (10% de absorción)	Dieta a base de cereales, raíces y/o tubérculos con aporte bajo en carnes y Vit C.
BAJA (5% de absorción)	Dieta a base de cereales, legumbre, raíces y/o tubérculos y con aporte insignificante o nulo de carnes y Vit C.

Referencia bibliográfica; Cuidado Nutricional Pediátrica; Torresani, M.E. Pág. 282

En los desnutridos el momento óptimo del tratamiento es en el inicio de la recuperación nutricional.

Se puede prevenir la anemia ferropénica con facilidad, principalmente brindando información a la comunidad, sobre la importancia de la alimentación a pecho, el uso de fórmulas y alimentos fortificados, evitando la introducción temprana de leche de vaca entera. Debe recomendarse una alimentación variada, que contenga carnes especialmente las rojas, alimentos fortificados y facilitadores de la absorción como la vitamina c para aumentar la biodisponibilidad del mismo.

108 1. Calvo EB, Gnazzo N. Prevalence of iron deficiency in children aged 9-24 mo from a large urban area of Argentina. *Am J Clin Nutr.* 1990 Sep;52(3):534-40
 2. American Academy of Pediatrics. Committee on nutrition; Iron balance and requirements in infancy. *Pediatrics*, Jan 1969, 134-142, Vol 43, No. 1

CAPÍTULO 2

Desarrollo neuromadurativo en el niño de dos años



No es posible hablar sobre un solo concepto de desarrollo, sino que este varía según el contexto en el que uno se encuentre.

En pediatría, el desarrollo es “el aumento de la capacidad del individuo para la ejecución de funciones cada vez más complejas”. En neuropediatría se pensará en la maduración del sistema nervioso central, de la misma forma que el psicólogo considerará los aspectos cognitivos, la inteligencia, la adaptación y la interrelación con el medio ambiente. El psicoanalista, en tanto, dará más énfasis a las relaciones con los otros y a la constitución del psiquismo.¹⁰⁹

Para Mussen et al (1995) el desarrollo es definido como cambios de estructuras físicas y neurológicas, cognitivas y del comportamiento, que emergen de manera ordenada y son relativamente permanentes. Su estudio trata en detectar cómo y porqué el organismo humano crece y cambia durante la vida, en base a tres objetivos:

Los cambios que parecen ser universales y que ocurren en todos los niños, sin importar la cultura en que crezcan o las experiencias que tengan; el segundo objetivo es explicar las diferencias individuales y un tercer objetivo es comprender cómo el comportamiento de los niños es influenciado por el medio que lo rodea. Estos tres aspectos, son necesarios para entender el desarrollo de los mismos.

El modelo ecológico de desarrollo humano parte del concepto ecológico, a través del cual los diferentes ambientes, micro y macro sociales, interactúan. En donde los ambientes y entornos están representados por el Estado, la comunidad y la familia, y cada uno de ellos posee sus normas y valores; el Estado a través de formulación de políticas y marcos institucionales; la comunidad, mediante sus modelos de organización y participación; y las familias, en su papel trascendente de protección, cuidado y satisfacción de las necesidades inmediatas de la niñez.

El desarrollo infantil es un proceso que comienza desde la vida intrauterina, y que envuelve varios aspectos, desde el crecimiento físico, pasando por la maduración neurológica, de comportamiento, cognitiva, social y afectiva del niño. El resultado es un niño que puede responder a sus necesidades y a las de su medio, considerando su contexto de vida¹¹⁰.

Podemos considerar entonces, que tanto los factores biológicos, psicológicos y sociales se combinan para modular el desarrollo.

Jean Piaget, describe al desarrollo intelectual como una marcha hacia el equilibrio que comienza al nacer, como una especie de estructura que se edifica en forma continua, que progresa en forma dinámica en relación con el medio ambiente. Por lo que el niño conoce a través de la manipulación de los objetos ya que por esta interacción dan origen al conocimiento. El niño necesita experimentar, y si estas interacciones entre la persona y el medio son repetidas, se logra aprender conceptos que luego son generalizados. Esta

109 Marcondes y colaboradores (1991) definición clásica

Manual para la vigilancia del desarrollo infantil en el contexto de AIEP. Pág. 11

110 Ibid

formación de estructuras las denomina *esquemas* y son la base del desarrollo cognoscitivo y depende de tres procesos:

La asimilación, en la que el niño toma algo del medio y lo incorpora y usa de acuerdo a sus experiencias; la acomodación, en donde cambia el esquema anterior y acomoda para incorporar nuevas experiencias del medio; el equilibrio, entre estos dos procesos y que permite la conformación, consolidación y modificación de estas estructuras que en un principio son simples y se van complejizando y desarrollan el conocimiento del niño.

Se incluyen a la genética, enfermedades post parto, exposiciones in utero teratógenos, exposición a sustancias peligrosas, a la maduración. Está demostrado que la herencia es responsable de la mitad de la variación del cociente intelectual (CI), y otros rasgos como la personalidad y sociabilidad. También el desarrollo es afectado por la exposición prenatal a teratógenos como son el mercurio y el alcohol y lesiones post parto como la meningitis y la lesión encefálica traumática. Las enfermedades crónicas, cualquiera de ellas, pueden afectar el crecimiento y desarrollo directa o indirectamente. La maduración neurológica y física moviliza a los niños hacia delante y establece límites para la mayoría de las capacidades.

La maduración provoca cambios también a nivel hormonal, la diferenciación sexual, somática y neurológica comienza in utero. La testosterona influye la conducta y puede manifestarse durante toda la vida.

Una influencia biológica importante a nivel clínico es el temperamento, como respuesta característica del niño, el cual no necesariamente es estable durante toda la vida.

El entorno es de gran importancia para los niños, sobre todo en los primeros años de vida. El apego hacia los progenitores, entendido como la tendencia determinada por el niño en forma biológica a buscar la proximidad hacia estos en situaciones de estrés y que los ayuda a restablecer su sensación de bienestar. Un apego inseguro puede dar como resultado posibles dificultades de la conducta y aprendizaje. Según Erik Erikson, en el primer año de vida se establece "el impulso básico", respuesta de la madre hacia las necesidades de su hijo.¹¹¹

En todas las etapas de desarrollo de los niños es importante que sus cuidadores observen, sean partícipes y presten atención a las distintas señales verbales y no verbales para responder acorde a la situación. Las respuestas contingentes generan en el lactante una respuesta de alerta tranquila e induce a una autorregulación autónoma aquellas que responden de forma contingente a las señales no verbales son fundamento para la atención compartida y reciprocidad importantes para el posterior desarrollo del lenguaje y desarrollo social. El aprendizaje de los niños es de mejor resultado solo cuando las tareas

111 Nelson, *Tratado de Pediatría*. Cap II. Pág.24

nuevas son un poco más dificultosas que la aprendida con anterioridad, denominada “zona de desarrollo próximo”.¹¹²

Es de suma importancia para el lactante el vínculo con la madre y también con el padre. Ambos, influyen de forma directa sobre el niño, pero el padre tiene un rol no solo como cuidador sino también brindando contención a la madre. Otros integrantes tienen una clara influencia sobre el niño, abuelos, padres adoptivos y cuidadores no familiares.

Las familias son como sistemas, y cada individuo desempeña un rol dentro del mismo, siendo dinámico y afectando al resto de los integrantes.

Este sistema de familia a su vez está inmerso en sistemas cada vez más amplios llegando hasta la sociedad. Cambios en cualquiera de estos niveles, económicos, culturales, de comunicación, afectan a cada familia y también a los niños.¹¹³

Según el modelo transaccional, el estado del niño es el resultado de la interacción biológica y la social. El factor biológico, temperamento y estado salud, afectan el entorno y viceversa. Un niño que es prematuro puede o no desarrollar deficiencias a nivel nutricional y crecimiento inadecuado según en el ambiente donde se lo críe y la actitud de los padres para resolver las distintas problemáticas, un niño con factores de riesgo biológicos puede desarrollarse en forma normal si el entorno es favorable.

Los niños que crecen en la pobreza experimentan doble riesgo, uno por mayores riesgos biológicos a nivel de subnutrición y contaminación del medioambiente, por ejemplo con plomo y otra, a nivel social como es el menor acceso a la educación con consecuencias en el acceso al trabajo en el futuro e inserción a nivel social, lo que conduce a un aumento en la violencia.

A los 18 meses aproximadamente surge el pensamiento *simbólico*, una actividad que ejemplifica esto es la utilización de muñecos para imitar las personas en su vida, este juego es una “imitación” con modificaciones en el comportamiento del niño que implican distintas facetas del desarrollo.¹¹⁴

A nivel físico el crecimiento se desacelera notablemente, lo que repercute en el apetito también disminuido del niño. El aumento de la actividad física lleva a un agotamiento progresivo de los depósitos de grasa, y la lordosis lumbar hace que su estomago sea prominente.

Mientras, el encéfalo sigue creciendo y se produce la mielinización. La mayoría de los niños comienzan a caminar al año de vida, aunque alguno no lo hacen hasta los 15 meses de edad. La marcha es de base amplia, rodillas flexionadas, y brazos doblados por los codos, hay rotación de todo el torso, los pies apoyan planos con los dedos hacia adentro o hacia fuera. Con la práctica la estabilidad hace que se consuma menos energía, para luego

112 Ibid.

113 Ibid.

114 Brazelton T. Berry. *Su hijo*. Cap 12. Pág. 209.

cambiar el centro de gravedad hacia atrás y extender las piernas y los brazos oscilan a los lados del cuerpo para dar mayor equilibrio. El niño es capaz de girar e inclinarse sin caerse. A partir de los 18 a 24 meses el niño progresa y ya es posible que suba escaleras y corra. El peso y talla progresan uniformes aunque no así el perímetro cefálico.¹¹⁵

A nivel cognitivo, la exploración aumenta, ya que puede alcanzar mayor cantidad de objetos y con esto la combinación de los mismos para lograr formas distintas e interesantes, como por ejemplo el apilamiento de bloques, la inserción de los mismos en cualquier orificio. La utilización de objetos para su fin, peine para el pelo, vaso para tomar agua, etc. La imitación de los padres también es un signo de desarrollo y de importancia en su aprendizaje, como así el juego se centra en su propio cuerpo. Aproximadamente a los 18 meses finaliza la etapa sensitivo-motora. La permanencia del objeto esta firmemente establecida, pueden anticipar lo que ocurrirá con un objeto en movimiento aunque no lo estén mirando. Son más flexibles a la solución de problemas, como alcanzar algún objeto con la ayuda de otro, y tienen mayor noción de la relación causa-efecto o sentido de causalidad. En el juego, la relación simbólica no esta tan unida a su propio cuerpo, de tal manera que puede darle de comer a un muñeco. Otra característica importante, es el tiempo que le dedica al mismo juego, es decir la atención, la forma de elegir los juguetes, acorde al juego que esta teniendo; refieren al control de los estímulos que le llegan. A los dos años el niño ya ha aprendido a manipular las fuentes de distracción, si cada señal auditiva o visual lo distrae revelan un sistema nervioso hipersensible, lo que a su vez tal vez sean trastornos de la atención en un futuro y debe ser revisado sobre todo antes de entrar al preescolar o escuela.

La delicadeza con la que el niño puede manipular, por ejemplo hacer una torre con cubos o darle cuerda a un juguete demuestra su habilidad *motriz fina* en el acto, indica que su sistema neuromotor esta intacto y que no le es difícil utilizarlo.¹¹⁶

A esta altura los cambios a nivel cognitivo tienen relación con el lenguaje y el nivel emocional.

El desarrollo del lenguaje depende de la cantidad y variación de palabras con la que los cuidadores dirigen a los niños. Y la frecuencia con la que se realizan preguntas y se los invita a la expresión verbal.¹¹⁷

A través del lenguaje puede medirse el nivel cognitivo y emocional, el retraso mental se puede poner de manifiesto a los dos años con el retraso del habla. El abuso y descuido guarda relación con el retraso del habla en especial para transmitir estados a nivel emocional. Desempeña un rol crítico en la regulación de la conducta, en un primer momento el niño repite prohibiciones aprendidas del adulto en forma audible y luego internalizadas. También permite la externalización de las sensaciones como ira y

115 Nelson, Op cit Pág.38.

116 Brazelton T. Berry. *Su hijo*. Cap 12. Pág. 209.

117 Nelson, Op cit. Pág.44.

frustración, aquellos niños que no pueden expresarlas en palabras mostrando un retraso lingüístico lo hacen en forma de rabietas frecuentes y otras conductas que lo ayudan a externalizar situaciones.

El niño de dos años utilizara frases con verbos, adjetivos y adverbios. Por ejemplo: “ir a casa”, “quiero esto, me gusta”. Pero no solo se utiliza el lenguaje verbal, sino también el de gestos, los niños se hacen entender a su manera, y esta en los padres incentivarlos a hablar.

Existen varias razones por la que el lenguaje puede retrasarse, deficiencias auditivas, las que deben descartarse siempre; el niño se rehúsa a hablar, en este caso se trata de preguntar a los padres sobre el cuidado que tienen con el niño y si el mismo no es exagerado, simplificándole en demasía las cosas de manera que el niño no hable para conseguir algo; los hogares bilingües, ya que el niño debe utilizar distintos sonidos para formar palabras.

El tartamudeo es normal a esta edad, es el equivalente al tropezar al aprender a caminar. Es importante no presionarlos y respetar los tiempos de cada uno, ya que de esta manera solo se logra cronificar dificultades transitorias. Hablarles en forma correcta, y no con “palabras de bebés” les da la oportunidad de tener un correcto modelo a imitar.¹¹⁸

De la cantidad de niños que nacen al año, se estima que solo una quinta parte logra crecer y desarrollarse en forma sana. Uno de los factores que mas influye es el de la pobreza ambiental, ya que no se disponen de herramientas tanto material como afectivas, así como la incapacidad de los servicios de salud y educativos, lo que priva de las posibilidades que los niños necesitan para lograr tal fin.

Aunque el panorama es desalentador, hay posibilidades de que esta estructura pueda modificarse, con cambios a nivel social y el empleo de programas de salud materno-infantil que abarquen distintas áreas entre ellas la de evaluar el crecimiento y desarrollo, poder detectar problemáticas, realizar trabajos de estimulación del desarrollo psicomotor y tener una atención especializada con aquellos niños que lo requieran.

La atención de los niños debe abordarse de forma integral, en donde tanto la comunidad como la familia participen activamente y en conjunto con el equipo de salud y educación. De esta manera se logrará un cambio positivo en la población infantil con grandes beneficios para el futuro de las naciones y con menores gastos por parte del Estado, la comunidad y la familia.

El desarrollo neuromadurativo se lleva a cabo en distintas etapas ordenadas y con características bien definidas, si bien cada niño tiene su propio ritmo de crecimiento existen actividades que pueden servir como guía para poder evaluarlos.

118 Brazelton T. Berry. *Su hijo*. Cap 12. Pág. 217.

Las etapas o fases del desarrollo son conductas que aparecen en el niño que lo ayudan a adaptarse a su medio de forma eficiente.¹¹⁹ Cada grupo de conductas tienen una finalidad en común y se define como *áreas*: la personal/social, lenguaje, motora gruesa y motora fina. Estas pueden evaluarse por separado, valorando con percentiles a que edad se adquieren conductas propias de cada área, igualmente, debemos recordar que no somos piezas aisladas existiendo interacción entre las mismas. Las mismas se subdividen para que no se escapen aspectos sin evaluar ni estimular.

El área motora gruesa comprende las habilidades que va adquiriendo el niño para utilizar los músculos de tal forma que logre el equilibrio de la cabeza, tronco y pies, para realizar actividades como el desplazamiento, primero gateando para luego caminar o correr, ponerse de pie o subirse a una silla.

El área motora fina evalúa la destreza que posee el niño en realizar actividades con sus manos de forma precisa, como es el de apilar cubos en forma de torre, garabatear y escribir.

El área del lenguaje permite evaluar aquellas conductas con las que el niño se comunica, incluye los sonidos que emite, como interpreta, gestos que acompañan y el manejo de símbolos verbales y gráficos como la escritura.

El área personal/social incluye los conocimientos que el niño va registrando de sí mismo y de su entorno y de la forma de comportarse que tiene dentro del grupo.¹²⁰

Cada niño tiene su propio ritmo de desarrollo, de manera que es imposible predecir con exactitud cuándo aprenderá una destreza en particular. Los indicadores de desarrollo que aparecen más adelante le dan una idea general sobre los cambios que se puede esperar en el niño, pero no significa que su desarrollo pueda seguir un curso un poco diferente.

En el área social se puede observar que imita el comportamiento de otros, especialmente adultos y niños mayores; y está más conciente de sí mismo como una persona independiente de las demás; en el área emocional, se emociona con la compañía de otros niños, es progresivamente más independiente, muestra un comportamiento desafiante. La ansiedad por la separación aumenta a mediados de esta edad y luego desaparece. En el área cognoscitiva, encuentra objetos escondidos aún debajo de varias sábanas, clasifica por formas y colores y comienza a jugar con la imaginación. En el área del lenguaje señala objetos e imágenes cuando se las nombran, reconoce los nombres de personas cercanas, objetos y partes del cuerpo, entre los 18 y 24 meses usa frases sencillas, sigue instrucciones sencillas y repite palabras que escuchó en conversaciones ajenas.

En el área motora podremos observar que camina solo, hala juguetes detrás de él mientras camina, puede cargar un juguete grande o varios juguetes al caminar, empieza a correr, se para de puntillas, pateo una pelota, se trepa y baja de muebles sin ayuda, sube y baja escaleras apoyándose.

119 *Manual Operativo para la estimulación del crecimiento y desarrollo del niño*. Rita M. Hernández Portugués, Socorro Rodríguez Aragonés. Pág.15

120 *Ibid.*

En el área de destrezas manuales, hace garabatos por sí solo, voltea un recipiente para sacar lo de adentro, construye torres de 4 bloques o más y puede que use una mano más que la otra.

Hay que observar siempre el desarrollo de los niños, y se debe de recurrir al profesional si el exhibe alguno de los siguientes síntomas que pudieran indicar un retraso en el desarrollo para este rango de edad como el no caminar a los dieciocho meses o bien no desarrolla una forma madura de hacerlo como por ejemplo apoyando primero el talón y luego los dedos después de varios meses de estar caminando o solo camina de puntillas. No dice por los menos 15 palabras a los dieciocho meses o no usa oraciones de 2 palabras a los 2 años; o si a los quince meses no sabe cómo funcionan objetos de uso común en la casa como los cepillos para el cabello, el teléfono, el timbre, el tenedor o la cuchara, no imita acciones o palabras hacia el final de este período, no sigue instrucciones sencillas a los 2 años o no puede empujar juguetes con ruedas a los 2 años, o por ejemplo si el niño experimenta una pérdida drástica de las habilidades que en algún momento tuvo.¹²¹

Los trastornos del desarrollo importante de problemas pediátricos, entre los que se encuentran los problemas del lenguaje, retraso mental, hipoacusias, trastornos visuales, etcétera. La importancia dada a este grupo de problemas es creciente debido al incremento de su prevalencia relativa entre los problemas de salud infantil, al punto de que forman parte del grupo de trastornos denominados “la nueva morbilidad”. La mayoría de estos problemas de desarrollo pueden ser causa de discapacidad en la vida adulta, y está probado que su detección temprana permite, en muchos casos, aplicar acciones terapéuticas y de apoyo que mejoran sustancialmente su evolución. Para llevar a cabo la detección oportuna de estos problemas es útil y necesario someter al niño a pruebas objetivas, diseñadas especialmente para su detección, llamadas de pesquisa, destinadas a ser aplicadas en consultorios de pediatría general, jardines de infantes, etcétera. Como todos los estudios desarrollados para este fin, se trata de pruebas sencillas destinadas a detectar individuos probablemente enfermos en una población presuntamente sana. Se han confeccionado pruebas de este tipo en muchos países.

En la Argentina contamos con una Prueba Nacional de Pesquisa (PRUNAPE) preparada en base a un estudio nacional. Un instrumento válido para ser usado en el primer nivel de atención. La PRUNAPE es un conjunto de ítems de desarrollo estandarizados en niños sanos de 0 a 5,99 años y graficados en barras que representan los percentilos 25º, 50º, 75º y 90º de la edad de cumplimiento de tales ítems.

Para aplicar la prueba, primeramente se calcula la edad cronológica o corregida (en caso de que su edad gestacional sea inferior a 40 semanas y por debajo de los dos años). Luego de trazar sobre el gráfico la línea de la edad cronológica, quedan delimitados dos

121 Segmentos de la publicación CARING FOR YOUR BABY AND YOUNG CHILD, © 2004 de la Academia Nacional de Pediatría (American Academy of Pediatrics).

tipos de pautas: aquellas cuyo borde derecho (percentilo 90^o) se encuentra completamente a la izquierda de la línea, denominadas de tipo A, y las pautas que son atravesadas por la línea en la zona sombreada de la barra (percentilos 75^o a 90^o), que son las de tipo B. El incumplimiento de una pauta de tipo A es siempre de mayor riesgo que el incumplimiento de una pauta de tipo B, ya que, por definición de percentilo, las primeras son aprobadas por más del 90% de la población general¹²².

Las pautas han sido seleccionadas por pediatras a partir de test y estudios publicados por otros autores¹²³, teniendo en cuenta el criterio de universalidad, la pauta debería estar presente en la mayoría de los test, de fácil aplicación y que las distintas áreas de desarrollo estuviesen cubiertas.

La PRUNAPE posee una sensibilidad del 80%. Esto significa que se estima que, de cada 100 pacientes patológicos, la prueba detectará como sospechosos a 80. La especificidad de 93% significa que se estima que, de cada 100 pacientes normales, la prueba clasificará como normales a 93 y sólo los siete pacientes restantes serán erróneamente clasificados como sospechosos. Ambos indicadores eran esperables, ya que en base a ellos fue que se seleccionó el punto de corte. El valor predictivo positivo de 94% significa que, de cada 100 niños que la prueba detecte como sospechosos, serán diagnosticados como patológicos 94 de ellos; expresado de otra forma, significa que el niño que fracasa en la PRUNAPE tiene un 94% de probabilidad de tener un resultado patológico en los estudios diagnósticos. El valor predictivo negativo de 78% expresa que, de cada 100 pacientes que la PRUNAPE clasifique como normales, 78 serán efectivamente normales en los estudios diagnósticos; en otras palabras, todo niño que aprueba la PRUNAPE tiene un 78% de probabilidades de tener pruebas diagnósticas normales. El porcentaje de coincidencia de 86% expresa que en 86 de cada 100 pacientes coinciden los resultados de sospechoso o normal entre la PRUNAPE y los estudios diagnósticos. El coeficiente Kappa es de 0,718; este valor expresa la relación entre el porcentaje de coincidencia que se obtuvo y el porcentaje de coincidencia que se obtendría si los resultados se hubieran obtenido al azar (esperadas). 73 Un valor de 0 (cero) expresa independencia entre el resultado de la prueba y el diagnóstico verdadero.

La sensibilidad y especificidad de la prueba para detectar problemas de lenguaje exclusivamente, obteniéndose las siguientes cifras: sensibilidad 80%, especificidad 96%.

122 Validación de la prueba nacional de pesquisa de trastornos de desarrollo psicomotor en niños menores de 6 años. *Arch. Pediatr.*

123 Frankenburg, WK.; Dodds, JB. The Denver developmental Screening Test, DDST. *Journal of Pediatrics*



CAPÍTULO 3

Ingesta de hierro y desarrollo neuromotor
en el niño de dos años

Los niños son uno de los grupos más vulnerables a la deficiencia de hierro, debido al rápido período de crecimiento, en especial durante los dos primeros años de vida. Este mineral es uno de los principales sustratos que soportan y permiten el desarrollo y la actividad metabólica de múltiples procesos a nivel cerebral.

La deficiencia de hierro es el trastorno hematológico más frecuente, tiene un espectro que va desde la reducción y agotamiento de las reservas de hierro, hasta la reducción de las células rojas y de la concentración de hemoglobina y como resultado, hay deficiencias de hierro sin anemia.

Durante los primeros años de vida, este mineral tiene un papel predominante entre los cuales se encuentra el proceso de mielinización y cuya deficiencia afecta la regulación y la conducción de neurotransmisores como la serotonina, la dopamina y GABA. La alteración de los receptores y transportadores de dopamina, compromete en los infantes las respuestas afectivas y el funcionamiento cognoscitivo, y los de los receptores GABA, la coordinación de patrones de movimiento y memoria. La importancia consiste que cuando ocurre un déficit de hierro cerebral en etapas tempranas, los daños ocurridos persisten en la etapa adulta, más allá de la recuperación de la anemia durante los primeros meses de vida. Estas alteraciones cerebrales se reflejan a largo plazo en un retraso del desarrollo mental y físico de los niños que han tenido anemia, y como consecuencia un menor desempeño escolar, con altos niveles de repetición de grados y deserción de la escuela primaria en comunidades económicamente pobres. Sin embargo, los resultados de las diversas investigaciones en este campo, no arrojan resultados concluyentes acerca de una relación causal, y es probable que los efectos sobre la conducta y el desarrollo en los niños anémicos se vean aumentados por la presencia de factores ambientales desfavorables para un normal desarrollo. Por ello resulta improbable que las diferencias en los resultados en el desarrollo mental y motor observadas en los niños anémicos obedezcan a un factor de riesgo único, sino que más bien son la consecuencia de una combinación de factores asociados. De aquí surge la necesidad de unir esfuerzos, para mejorar la calidad de la experiencia educativa con inversiones en salud, educación y saneamiento ambiental que permitirán un mayor bienestar de los estudiantes y sus familias.

En América Latina la deficiencia de hierro se presenta en un gran porcentaje entre los niños menores de dos años, entre otros grupos como mujeres en edad reproductiva, embarazadas, preescolares y escolares.

Pero, este primer grupo se caracteriza por un riesgo mayor en padecer esta deficiencia, como ya se ha mencionado, por su rápido crecimiento e ingesta dietética limitada en este mineral.

Las consecuencias no hematológicas de la deficiencia de hierro son muy variadas e incluyen efectos sobre la función y estructura gastrointestinal, inmunidad e infección, función neurológica y física¹²⁴.

A nivel del sistema nervioso central, el hierro está comprometido en varios procesos que podrían afectar la conducta infantil y su desarrollo, con efectos a largo plazo sobre el rendimiento intelectual¹²⁵ y físico de los niños.

El objeto de esta tesis es analizar relación que existe entre la estimación de la ingesta de hierro y vitamina c (nivel de biodisponibilidad) de la alimentación de los niños de 2 años y el estado del desarrollo psicomotriz de los mismos.

Durante los dos primeros años de la vida, en el caso de presentarse anemia ferropénica, el riesgo de una alteración funcional es alto, ya que el cerebro pasa, después del nacimiento, por cambios anatómicos y bioquímicos acelerados que aumentan su vulnerabilidad.

Después del nacimiento existe un período de acelerada formación sináptica con un pico máximo, que varía en el tiempo de acuerdo con la región cerebral, entre los tres meses y los tres años de edad¹²⁶.

Existen evidencias que la formación acelerada de las sinapsis en diferentes regiones cerebrales se relaciona con la aparición de habilidades específicas, el incremento de la densidad sináptica dentro de una región cerebral daría origen a la aparición de nuevas funciones¹²⁷.

La deficiencia de hierro en el desarrollo psicofísico del niño tienen una estrecha relación, ya que períodos de máximo desarrollo y actividad metabólica hacen que algunas regiones y procesos del cerebro sean más vulnerables a la deficiencia de sustratos que soporten ese metabolismo. Uno de estos sustratos, es el hierro.

Algunos de los efectos de la deficiencia de hierro son post-translacionales, dando como resultado el fracaso en la incorporación del hierro a la estructura proteica (Ej: citocromos, proteínas hierro-azufre) con la consiguiente degradación de la proteína y pérdida de su función.

Las consecuencias en la conducta y desarrollo del cerebro debidas a la deficiencia de hierro, están en función de su severidad y duración.

La deficiencia de hierro es muy frecuente durante la infancia; donde hay un período de máximo desarrollo del hipocampo y el desarrollo regional cortical, asimismo el desarrollo de la mielina, dendritas y una sinaptogénesis acelerada en el cerebro.

124 Johnson SP. The nature of cognitive development. *Trends Cogn Sci* 2003; 102-104. Abstract

125 Walter T, De Andraca I, Chadud P, Perales CG. Iron deficiency anemia: Adverse effects on infant psychomotor development. *Pediatrics* 1989;

126 Samerhoff AJ, Seifer R, Barocas PB, Zack M, Greenspan S. IQ scores for 4-year-old children: Social and environmental risk factors. *Pediatrics* 1987; 242-249.

127 Thompson RA, Nelson CA. Developmental science and the media. Early brain development. *Am Psychol* 2001; 347-349.

Los efectos en el cerebro que tienen al hierro como un co-factor necesario o componente estructural de enzimas y moléculas requeridas para el desarrollo y la función exitosa del sistema nervioso, incluyen particularmente la conducción del impulso nervioso¹²⁸.

La deficiencia de hierro afecta la regulación y la conducción de neurotransmisores como son la serotonina, la dopamina y el ácido gamma amino butírico (GABA).

Estudios demuestran que la densidad de receptores para serotonina y norepinefrina se encuentra alterada por la deficiencia de hierro en la dieta¹²⁹.

En la edad adulta después de corregir la deficiencia estas alteraciones persisten y han sido evaluadas. Los resultados indican que la cantidad de receptores de dopamina D2R es más baja en la sustancia negra, mientras que los de serotonina SERT se encuentran en menor densidad en los núcleos laterales y reticulares del tálamo y en la zona inserta.

El déficit en el hipocampo y la corteza se relaciona con deficiencias en el aprendizaje espacial. La alteración de los receptores de dopamina, compromete en los infantes las respuestas afectivas, y de esa forma su relación con el ambiente y el funcionamiento cognitivo¹³⁰.

Con respecto a los receptores GABA se relacionan con la coordinación de patrones de movimiento y memoria, lo que permite al niño tener mayor independencia y un mejor desenvolvimiento en el medio que lo rodea.

La deficiencia de hierro, afecta la formación de la mielina en las neuronas cerebrales¹³¹.

En animales de experimentación, la deficiencia de hierro tiene efectos directos en la formación de mielina, con una disminución de los lípidos y proteínas que la conforman¹³².

Las alteraciones encontradas por deficiencia de hierro en niños corresponden a un proceso de mielinización alterado y trastornos a nivel de la función de monoaminas. Los resultados indican que durante el desarrollo temprano estas deficiencias tienen secuelas en la vida adulta, aún habiendo corregido la deficiencia. Esto indica que el tiempo en que se presenta la deficiencia de hierro es más importante que tener concentraciones normales de hierro en el cerebro adulto¹³³.

Roncagliolo et al¹³⁴ señalan que la anemia por deficiencia de hierro afecta adversamente el desarrollo del sistema nervioso central y proponen que el mecanismo subyacente a estas observaciones sería la deficiente mielinización del tejido nervioso, dado el importante papel del hierro cerebral en la formación y manutención de la mielinización. En estos estudios se evaluaron niños con deficiencia de hierro, y el registro de potenciales auditivos de tronco

128 Yu GS, Steinkirchner TM, Rao GA, Larkin EC. Effect of prenatal iron deficiency on myelination in rat pups. *Am J Pathol* 1986; 41-58. Abstract

129 Kwik-Urbe CL, Gietzen D, German JB. Chronic marginal iron intakes during early development in mice result in persistent changes in dopamine metabolism and myelin composition. *J Nutr* 2000; 913-922. Abstract

130 Beard J. Recent evidence from human and animal studies regarding iron status and infant development. *J Nutr* 2007; 308-315. Abstract

131 Ibid

132 Weinberg E. Infection and iron metabolism. *Am J Clin Nutr* 1977; 1485-1490.

Strauss R. Iron deficiency, infections and immune function: a reassessment. *Am J Clin Nutr* 1978, 660-666.

133 Gardner G, Edgerton R, Senewiratne B, Barnad J, Ohira Y. Physical work capacity and metabolic stress in subjects with iron deficiency anemia. *Am J Clin Nutr* 1977; 910-917.

134 Stanco Gilda G., Funcionamiento intelectual y rendimiento escolar en niños con anemia y deficiencia de hierro *Rev Colombia Médica* Vol38 . 2007

cerebral a los 6 meses de edad muestra que las latencias absolutas y latencias inter-ondas de los lactantes anémicos por deficiencia de hierro son más largas que las de los niños con hierro suficiente. Asimismo, el tiempo de conducción central es más largo. Estas observaciones sugieren que los lactantes anémicos tienen una menor maduración del sistema nervioso central. La maduración de las fibras nerviosas y de las conexiones sinápticas producen durante los primeros dos años de vida una reducción progresiva en el tiempo de conducción central. Los lactantes anémicos continúan mostrando un tiempo de conducción más largo después de recibir un tratamiento prolongado con hierro oral (4 meses hierro medicamentoso, 6 meses hierro profiláctico). Esta investigación ofrece un mecanismo explicativo del efecto de la anemia por deficiencia de hierro sobre el desarrollo mental y motor.

Los efectos a largo plazo de la deficiencia de hierro en los seres humanos, que alteran el proceso de mielinización, provocan una conducción más lenta en los sistemas auditivo y visual. Ambos sistemas se mielinizan durante el periodo de deficiencia de hierro en forma rápida, debido a que son críticos para el aprendizaje y la interacción social. En los niños con deficiencia crónica o severa de hierro, se observa que hay un retraso en el desarrollo sensorial, motor y cognoscitivo, asimismo, los trastornos afectivos pueden afectar su interacción con el ambiente físico y social, y comprometer aún más su desarrollo¹³⁵.

Un menor rendimiento intelectual y escolar será el resultado a largo plazo en aquellos niños que tuvieron una deficiencia de hierro comparados con los que no, estos efectos son directos a nivel fisiológico e indirectos sobre su relación con el medio.¹³⁶

Los estudios que se han realizado, se basan en la aplicación de escalas de desarrollo psicomotor.

Algunas de las limitaciones de las escalas de desarrollo consiste en que se construyen según tendencias normativas, es decir, de acuerdo con el momento de aparición de habilidades mentales, sociales, motoras y de lenguaje para la mayoría de los niños de una determinada edad. No evalúan la eficiencia del uso de los procesos mentales, ni tampoco proveen una base para estimar cuando una conducta que presenta un retraso menor puede ser relevante desde el punto de vista del desarrollo. Otra limitación es su bajo poder de predicción de rendimientos en etapas posteriores para niños que presentan rendimientos dentro de un rango normal. A pesar de que las escalas mejor desarrolladas cuentan con un manual de instrucciones, con descripción operacional para cada ítem, su aplicación continúa siendo muy dependiente de la subjetividad del evaluador. Sin embargo, pese a

135 FUNDACREDESA. Indicadores de situación de vida. Movilidad social años 1995-2001. Estudio Nacional, Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Caracas: FUNDACREDESA; 2001. p. 5-9.

136 Lyons-Ruth K, Connell DB, Grunebaum HU. Infants at social risk: maternal depression and family support services as mediators of infant development and security of attachment. *Child Dev* 1991;

éstas, las escalas de desarrollo son todavía el método más usado para evaluar el desarrollo infantil.

La mayoría de los estudios de anemia y conducta han utilizado la escala de desarrollo de Bayley, que permite estimar un Índice de Desarrollo Mental y un Índice de Desarrollo Motor. A su vez cuenta con una Escala de Registro de Conducta¹³⁷. Sin embargo, el hecho que los niños hayan sido estudiados a distintas edades, con niveles diferentes de anemia hace difícil comparar los resultados obtenidos tanto de los índices de desarrollo como de la escala conductual.

Otra fuente de dificultad para el análisis metodológico de los estudios de anemia por deficiencia de hierro y conducta ha sido la variedad de criterios en la definición de estado nutricional de hierro.

La anemia por deficiencia de hierro es una condición nutricional que afecta a niños de diferentes estratos socioeconómicos, y su prevalencia es mayor en niños de poblaciones de escasos recursos económicos y educacionales. Los niños que viven en pobreza están al mismo tiempo más expuestos a factores de riesgo ambiental. El bajo peso al nacimiento (menos de 2,500 g), la prematuridad, nivel socioeconómico bajo, malnutrición, no solo de éstos sino también con madres con historia dietética deficientes, enfermedades parasitarias, padres adolescentes, madres solteras, ausencia del padre, depresión materna, bajo nivel educacional de los padres y problemas psiquiátricos de los padres son algunos de los factores de riesgo que se asocian con pobreza y que se relacionan con el desarrollo psicológico infantil¹³⁸.

La presencia de varios factores de riesgo actúan de forma sinérgica. De esta forma podemos decir que el resultado es proporcional, cuanto mas factores se reúnan en un niño, su probabilidad de observarse una disminución en su desarrollo aumenta.

Algunos factores que pueden contrarrestar esta realidad y que funcionan como protectores en el desarrollo son los denominados factores de resiliencia, adecuado cuidado prenatal y peso de nacimiento, métodos de crianza favorables, una relación madre-hijo segura y estable, la presencia del padre, una estimulación variada y adecuada al nivel de desarrollo, pudiendo atenuar el resultados en aquellos casos en donde coexistan factores de riesgo¹³⁹. Es fundamental que los estudios incluyan un análisis de variables contextuales, tanto biológicas como psicosociales, en que se desarrollan los niños que presentan la deficiencia de hierro.

137 Bayley N. Bayley scales of infant development. New York: *Psychological Corporation*; 1969. 224-230.

138 Lozoff B. Has iron deficiency been shown to cause altered behavior in infants? In: *Brain, iron and behavior in the infant diet*. Dobbing J(ed.). Londres: Springer Verlag; 1990. p. 107-131.

139 Greenspan S. Developmental morbidity in infants in multirisk families. *Public Health Rep* 1982; 97: 16-23. Bernstein VJ, Hans SL, Percansky C. Advocating for the young child in need through strengthening the parent-child relationship. *J Clin Child Psychol* 1991;

140 Paltti H, Meijer A, Adler B. Learning achievement and behavior at school of anemic and non-anemic infants. *Early Hum Dev* 1985, 183-194.

141 Kretchmer N, Beard JL, Carlson S. The role of nutrition in the development of normal cognition. *Am J Clin Nutr* 1996; 6 (Suppl): 5-15/ 997-1001. Abstract

Durante las últimas décadas se han realizado varios estudios que consideran la relación anemia ferropriva y desarrollo neuromadurativo.

Una de las primeras publicaciones sobre una posible relación entre la anemia ferropénica temprana y el funcionamiento cognitivo del escolar, la lleva a cabo Cantwell, en el que concluía que la deficiencia de hierro durante los primeros meses de la vida produce un déficit neuropsicológico a muy largo plazo¹⁴⁰.

El estudio epidemiológico de observación de Hurtado et al.¹⁴¹ en 1999, sobre una población de escolares en el estado de Florida en los Estados Unidos, ha sido uno de los más grandes realizados. El estudio se basa en la combinación de archivos computadorizados de niños que participaron en el programa nacional de alimentación suplementaria para mujeres, bebés y niños, con los archivos de la secretaría de educación sobre los niños con educación especial por retardo mental leve o moderado. Lo que permite relacionar estadísticamente los datos de nacimiento, la participación en el programa de apoyo alimentario y la matrícula en el programa de educación especial del mismo niño.

La población estudiada incluía aproximadamente 20,000 casos del condado de Dade, en Florida. Los niveles de hemoglobina que determinaban el diagnóstico de anemia fueron medidos sólo cuando el niño entró en el programa (edad promedio = 12.7 meses; DE = 10.6). Posteriormente, cuando los niños estaban en la escuela se determinó que las probabilidades de presentar un retardo en el aprendizaje, aumentaban entre aquellos niños diagnosticados como anémicos. Esta relación era independiente del peso al nacer y del sexo niño, de la educación o la edad de la madre, de su raza o de la edad del niño cuando fue inscrito en el programa alimentario. El riesgo relativo más alto era para aquellos con una anemia moderada, es decir, con una hemoglobina menor a 9.0 g/dl (riesgo relativo=1.63). El ser levemente anémico en la infancia se asocia significativamente con el riesgo de tener un desorden del aprendizaje.

El vínculo que demostraron Hurtado et al, entre la anemia a los 12 meses de edad y la necesidad de educación especial sugiere que existe una relación entre anemia y cognición, sin embargo, no es concluyente. Se controlaron los efectos de muchas variables que en teoría podían confundir la relación entre anemia y educación especial, pero otras variables que pueden haber determinado la asociación que se observó, no se controlaron.

Por ejemplo, no se controla la variable ambiental. También se debe tener en cuenta que aun cuando la educación especial indica que los niños del estudio tenían una desventaja cognitiva importante, este resultado en particular no implica que la anemia ferropénica generalmente ocasione un retardo intelectual.

Walter et al,¹⁴² en Chile, comenzaron un análisis prospectivo donde 314 lactantes de tres meses de edad, fueron expuestos al azar a dos tipos de alimentación: un grupo recibió leche de vaca fortificada con hierro, mientras que el otro grupo recibió leche no-fortificada. Hubo controles médicos mensuales, visitas semanales al hogar, y se les siguió hasta los 12 meses. Después, los bebés fueron asignados al azar a un tratamiento de sulfato ferroso (2 a 4 mg/kg/d) o a un placebo por un período de 10 días. Luego, a todos los participantes se les expuso a un tratamiento de 15 mg de hierro por 3 meses. A los 12 meses de edad, los bebés se clasificaron en tres categorías; anemia ferropénica (Hb <11 g/dl + 2 indicadores de hierro deficientes); deficiencia de hierro (2 indicadores y Hb => 11 gm/dl) y sin deficiencias.

A los 12 meses de edad los puntajes promedios en la Escala de Desarrollo Mental de Bayley de los niños anémicos fueron inferiores a los alcanzados tanto por los niños controles como por los insuficientes en hierro sin anemia. Los rendimientos en la escala mental de los niños anémicos fueron normales, pero 6-7 puntos inferiores a los de los deficientes. La diferencia entre los niños anémicos y los otros dos grupos fue estadísticamente significativa. Diferencias similares se vieron en la Escala de Desarrollo Motor; los niños anémicos tuvieron un rendimiento menor que los niños con deficiencia de hierro sin anemia y que los niños del grupo control.

Un tratamiento con hierro oral (sulfato ferroso 3-5 mg/kg/día) durante 75 días no produjo mejorías en los rendimientos verbal y motor a los 15 meses de edad. Los grupos mostraron pequeñas variaciones en los puntajes tanto de Índice de desarrollo mental y motor indistintamente del estado nutricional de hierro a los 12 meses. Sólo 13 de los 39 niños anémicos lograron una completa corrección del estado nutricional de hierro. Al analizar por separado este subgrupo de niños, tampoco se observan mejorías en los índices de desarrollo, pues los anémicos mantienen rendimientos inferiores que los deficientes en hierro sin anemia y los controles.

Los niños evaluados a los 12 meses se volvieron a evaluar a los 10 años de edad con una batería de pruebas como son la Escala de inteligencia de Terman y Merrill, forma L y M; Destreza motora gruesa y fina con la escala de Bruininks y Oseretsky. Integración motora con la prueba de Beery, Habilidades psico-educacionales con la batería de Woodcock y Jonson; Autoestima, evaluada con la escala de Piers-Harris. Presencia de problemas conductuales, Rendimiento y comportamiento escolar y Desarrollo neurológico.

Además, se evalúa la estimulación del hogar mediante el inventario HOME de B. Caldwell, asimismo, una evaluación de la capacidad intelectual de la madre y una determinación de síntomas depresivos de ella¹⁴³.

142 Caldwell B, Bradley R. Administration manual: Home observations measurement of the environment. Little Rock: *University of Arkansas at Little Rock*;1984. 7-17.

143 Caldwell B, Bradley R. Administration manual: Home observation for measurement of the environment. Little Rock: *University of Arkansas at Little Rock*;1984.

Los resultados, los investigadores hicieron 17 comparaciones entre los distintos puntajes de los niños que a los 12 meses de edad habían sido anémicos y no anémicos. De estas 17 comparaciones una sola arrojó diferencias estadísticamente significativas: el tiempo de reacción de un test motor. Los niños sin anemia reaccionaron con mayor rapidez que los niños que habían sido anémicos. En el rendimiento escolar, se registró una diferencia significativa ($p < 0.05$) a favor del grupo control en el promedio general de las notas de clase, así como en las asignaturas de educación física. A su vez, se encontró que los niños con antecedentes de anemia solicitaban con mayor frecuencia ayuda en sus trabajos escolares ($p < 0.05$) y eran más dependientes de la aprobación y apoyo del profesor ($p < 0.01$).

Los autores también informaron que casi todos los resultados que sugerían un efecto de la anemia ferropénica temprana en el rendimiento escolar se mantenía aún después de controlar las variables confusoras, como por ejemplo, la estimulación del hogar, evaluada a través del inventario de HOME.

Los resultados obtenidos en este estudio realizado en Chile se deben interpretar con cautela¹⁴⁴, ya que en los análisis no se hace una diferenciación en los grupos dependiendo si los niños provienen de los grupos fortificados o sin fortificar. No se puede asegurar si los niños que se mantienen anémicos a pesar de haber estado expuestos a fortificación lo hacen por falta de efectividad de la intervención, o si existen otras variables biológicas y ambientales que los convierten en un grupo no comparable con los niños anémicos que no han estado expuestos a fortificación. Sin embargo estos resultados son similares con las observaciones de Lozoff et al. realizadas en un estudio al azar en Costa Rica, lo que da fuerza a las conclusiones de ambos trabajos. Dicho estudio tuvo como objetivo inicial la de determinar los efectos de una intervención terapéutica con hierro en el desarrollo mental y motor de bebés que tenían diferentes grados de deficiencia de hierro. Para luego, cambiar la dirección del objetivo y medir los efectos de la anemia ferropénica temprana en el funcionamiento cognitivo durante la edad escolar y el rendimiento en la escuela¹⁴⁵.

El estudio original se llevó a cabo entre 1983 y 1985 en la comunidad de Hatillo, ubicada a una altura de 1,100 metros sobre el nivel del mar, cerca a San José, la capital de Costa Rica. La muestra consistió en 191 niños (12 a 23 meses). Que se clasificaron como anémicos, ($Hb \leq 10.5$ g/dl), intermedios (Hb entre 10.6 y 11.9 g/dl) y no-anémicos ($Hb \geq 12$ g/dl). Este último grupo presentaba tres categorías que incluían a niños deficientes de hierro, con pérdida de hierro y niños con las reservas de hierro saturadas. A todos los niños con una hemoglobina menor a 12 mg/dl se les dio tratamiento con hierro vía oral durante tres meses. La dosis y el tiempo se calcularon para que al final de este período, la anemia y la deficiencia de hierro fuesen corregidas. Los que no presentaron anemia recibieron un placebo. Las Escalas de Desarrollo Mental y Motor de Bayley se administraron antes y

144 Funcionamiento intelectual y rendimiento escolar en niños con anemia y deficiencia de hierro. *Revista Colombia Médica*, Vol. 38, No. 1s1, Jan./Mar. 2007, pp. 24-33

145 Lozoff B, Brittenham GM. Iron deficiency anemia and iron therapy effects on infant developmental test performance. *Pediatrics* 1987;981-995.

después de los tres meses de tratamiento. Al terminar la terapia, los puntajes de las Escalas Motora y Mental de aquellos niños (36%) que se habían rehabilitado completamente de la anemia ferropénica fueron similares a los puntajes de los que originalmente fueron clasificados como no-anémicos. Esto no ocurre en el 64% de los anémicos que no fueron completamente rehabilitados. En estos casos la hemoglobina subió por encima de los 12 mg/dl, pero, algunos indicadores de hierro aún se mantienen por debajo del nivel normal. Al mismo tiempo su rendimiento mental y motor continúa significativamente por debajo del de los niños sin historia de anemia. Años después, se hace un seguimiento de los niños durante la adolescencia, 167 (87%) de los niños enrolados en el estudio original participaron en esta nueva etapa. La edad promedio de los adolescentes ha sido de 12.3 años de edad con un rango de 11.9 a 13.7 años. Para los propósitos de esta nueva etapa, los participantes del estudio original se dividen en dos clases de acuerdo con su historia original: 48 niños con deficiencia de hierro crónica y severa y 114 niños cuyas reservas de hierro estaban saturadas. Además del nuevo examen clínico y de las determinaciones bioquímicas que se les hicieron, los adolescentes tomaron una serie de pruebas psico-educativas que arrojaron una imagen general de su nivel intelectual, así como de su capacidad en funciones cognitivas específicas, también se evalúa su rendimiento en la escuela a través de registros escolares y encuestas a los maestros.

Los adolescentes se encuentran en buen estado de salud, sin deficiencia de hierro y sin anemia, y su crecimiento físico está dentro o muy cerca de los límites normales. Los resultados de las pruebas mostraron una imagen algo distinta, los niños que habían tenido una anemia ferropénica obtienen un cociente intelectual verbal y general significativamente por debajo del cociente intelectual de los niños clasificados como normales. Sin embargo, estas diferencias estadísticas desaparecieron una vez que se controla estadísticamente por el efecto confuso de variables tales como el sexo del niño, la inteligencia de la madre y la calidad del ámbito educativo en el hogar. Asimismo, se encuentra una desventaja estadísticamente significativa en el rendimiento en pruebas de escritura y aritmética, y diferencias menos pronunciadas en el área de lectura.

En contraste con lo que ocurre en el análisis del cociente intelectual, las desventajas observadas en los indicadores de aprovechamiento escolar se mantienen después de controlar estadísticamente los efectos de las variables confusoras. Los adolescentes clasificados como deficientes muestran algunos problemas funcionales específicos en las áreas de organización visual-perceptual, vigilancia, atención, memoria visual-espacial y memoria incidental¹⁴⁶.

Otro de los factores a tener en cuenta es la cronicidad y severidad de la anemia cuando se evalúa con respecto al impacto sobre el desarrollo. Según estudios realizados por Lozoff

146 Lozoff B, Jiménez E, Hagen J, Mollen E, Wolf AW. Poorer behavioral and developmental outcome more than 10 years after treatment for iron deficiency in infancy. *Pediatrics* 2000; 105: E51. Full text

(2000), en los cuales sugiere que a partir de niveles leves de anemia el desarrollo motor sería sensible, mientras que en niveles más severos existe un deterioro de las habilidades mentales.¹⁴⁷

Existen cambios en la conducta de los niños anémicos y la relación madre-hijo, en donde hay cambios en el tono emocional y la orientación hacia la tarea, se observa en estos un apego más cercano con la madre, tanto en el tiempo que transcurren con ella como con el poco tiempo que pasan lejos de las mismas.¹⁴⁸

Se sugiere que la anemia por deficiencia de hierro, durante los dos primeros años de vida pueden dejar una secuela funcional caracterizada principalmente por un rendimiento escolar por debajo del nivel de rendimiento de los niños que no han sido anémicos, sin embargo debemos tener en cuenta otros factores que influyen en el mismo y los cuales no facilitan un desarrollo normal. La anemia es más frecuente en poblaciones pobres, en el que el aporte brindado por la dieta no llega a cubrir los requerimientos altos del niño. Es por ello que el resultado del mismo se deba a una combinación de factores asociados.

147 Deficiencia de Hierro. *Desnutrición oculta en América Latina*. Alejandro M.O'Donnell, Fernando E. Viteri, Esteban Carmuega.

148 *ibid*



Diseño metodológico

Este es un estudio de tipo transversal, ya que se realiza en un único momento temporal, observacional, o no experimental, porque no existe manipulación de variables por parte del investigador y descriptivo, ya que se limita a la identificación y descripción de las distintas variables.

El universo-población objetivo de este trabajo está conformado por las madres cuyos hijos de 24 meses de edad concurren a los Centro de Atención para la Salud de la ciudad de Mar del Plata CAPS, dicha encuesta está constituida por una secuencia de preguntas, algunas de estas dirigidas a la mamá y que hacen referencia a factores como situación laboral, socio-económica y educacional familiar; otras hacen referencia al consumo por parte del niño de alimentos ricos en hierro y vitamina C, consumo de hierro y vitaminas en forma medicamentosa, mientras que otra parte del interrogatorio es el niño quien deberá resolver ciertas pautas establecidas en la pesquisa de desarrollo.

El tamaño de la muestra es de 80 niños que concurren a los Centro de Atención para la Salud Las Heras, Estación Camet e IREMI de la ciudad de Mar del Plata.

Las unidades de análisis son los niños de 24 meses de edad, sin un retraso aparente del mismo provocado por riesgos biológicos entendiendo al mismo como eventos pre, peri y postnatales, que resultan en daños biológicos y que pueden aumentar la probabilidad de daño en el desarrollo como prematuridad, hipoxia cerebral grave, el kernicterus¹⁴⁹, la meningitis, la encefalitis o riesgos establecidos como errores innatos del metabolismo, las malformaciones congénitas, el síndrome de Down y otros síndromes genéticos.

Las variables seleccionadas son:

Ingesta de hierro:

DEFINICION CONCEPTUAL

Incorporación de este micronutriente a través de la ingesta de alimentos que conforman la dieta de una persona.

DEFINICION OPERACIONAL

Incorporación de hierro a través de la ingesta de alimentos que conforman la dieta de los niños de 24 meses. Se realiza una estimación de la cantidad de este mineral, los datos se obtienen por frecuencia de consumo por medio de un interrogatorio a la madre, como así también aquellos factores que aumentan su biodisponibilidad como el consumo de vitamina C. Se tiene en cuenta la incorporación de este mineral en su forma medicamentosa.

¹⁴⁹ El kernicterus, ictericia nuclear o encefalopatía neonatal bilirrubínica es una complicación neurológica grave causada por la elevación de los niveles normales de bilirrubina en la sangre del neonato. Se debe a la acción directa de la bilirrubina indirecta libre sobre el sistema nervioso central, inhibiendo varios procesos bioquímicos muy importantes, como la fosforilación oxidativa de las mitocondrias y la síntesis proteica.

Factores que aumentan la biodisponibilidad del hierro

DEFINICION CONCEPTUAL

Sustancias que aumentan la absorción del hierro no hem.

DEFINICION OPERACIONAL

Sustancias que aumentan la absorción del hierro no hemínico. Mediante la frecuencia de consumo se estima la ingesta de factores favorecedores, como es el ácido ascórbico obtenido a partir de alimentos fuente de Vitamina C como son los cítricos. Los datos se obtienen por frecuencia de consumo.

Frecuencia de consumo alimentos fuente de hierro

Alimentos	Frecuencia semanal	Tamaño de la porción	Equivalencia en gramos	Promedio diario
carnes (vaca, pollo, pescado)	1 2 3 4	a b		
huevos	5 6 7 N	c d		
vísceras (riñón, hígado)	1 2 3 4	a b		
legumbres	5 6 7 N	c d		
vegetales de hoja verde (esp/acetga)	1 2 3 4	a b		
cítricos (naranja, mandarina, pomelo)	5 6 7 N	c d		
harinas(fideos)	1 2 3 4	a b		
Pan	5 6 7 N	c d		
cereales fortificados (hojuelas de maíz, chocofortis, nestum)	1 2 3 4	a b		
leche y yogur fortificado si/no	5 6 7 N	c d		
hierro polimaltoso si/no				

Cantidad Total de hierro consumido en el día según sistema

SARA:.....mg / Cantidad Vit. C:.....mg

Fuente: Elaboración propia

En el registro alimentario se incluyen:

Frecuencia de consumo específica de alimentos fuente

El nombre del alimento y bebida consumido por el lactante,

Cantidad, estimada por medio de medidas estandarizadas como son los modelos visuales de alimentos

Factores favorecedores de la absorción, vitamina C

Utilización de suplemento de hierro

Tipo de lactancia y duración de la misma

Edad de introducción de alimentos sólidos (alimentación complementaria)

Para el posterior procesamiento de los datos nutricionales se emplea un software específico Sistema de Análisis y Registro de Alimentos, SARA, en donde se han seleccionado los siguientes alimentos con sus códigos respectivos para el análisis de la información.

En el caso de que la madre refiera que el niño no come carne vacuna se hace referencia al alimento con su código correspondiente por ejemplo pollo o pescado, en caso contrario el código seleccionado será el de carne vacuna corte sin hueso específicamente.

Nombre del alimento	Código
Carne s: corte sin hueso, bola de lomo, nalga, peceto, cuadril, paleta, cuadrada	C033
Pollo	C021
Pescado de mar promedio	P001
Huevos de gallina entero crudo	U001
Vísceras: Hígado	C012
morcilla	C016
Vegetales de hoja verde: espinaca, acelga	H022
Legumbres: lentejas	A035
Cítricos: naranja	F031
Harinas: fideos secos	A018
Harinas: pan francés	A041
Cereales fortificados	E047
Leche entera fluida y yogur entero	L006
Leche entera fluida fortificada con hierro	L020
Hierro polimaltoso	S001

Fuente: Sistema de análisis y registro de alimentos (SARA)
 Dirección Nacional de Salud Materno Infantil, Ministerio de Salud.

Desarrollo neuromadurativo:

DEFINICION CONCEPTUAL

Cambios de estructuras físicas y neurológicas, cognitivas y del comportamiento, que emergen de manera ordenada y son relativamente permanentes¹⁵⁰.

DEFINICION OPERACIONAL

Cambios de estructuras físicas y neurológicas, cognitivas y del comportamiento, que emergen de manera ordenada y son relativamente permanentes *en niños de 24 meses utilizando* como instrumento de búsqueda formal de problemas psicomotriz la prueba de pesquisa realizada por el Servicio de Crecimiento y Desarrollo del Hospital de Pediatría “Prof. Dr. Juan P. Garrahan”, conocida como Prueba Nacional de Pesquisa (PRUNAPE), para niños menores de 6 años.

¹⁵⁰ Mussen et al (1995).

En un niño a los 2 años se pueden observar comportamientos característicos en cada área: personal-social: come solo, control de esfínteres diurnos, se quita la ropa; motriz fina: pinza superior, construye torre de tres cubos; del lenguaje: mama y papa específicos, frases completas, señala dos figuras; motor gruesa: pateo una pelota, entre otras pautas a cumplir. Cada uno de estos ítems a evaluar han sido estandarizados y se realizaron por medio del formulario de aplicación. Algunas de las pruebas pueden ser respondidas por la madre o cuidador y otras deben ser realizadas por el niño.

Encuesta Desarrollo niños de 2 años

Ahora le voy a hacer algunas preguntas sobre el desarrollo de su hijo/a, si su hijo/a no cumple algunas de ellas no debe ser motivo de preocupación

Área personal social:

Te imita en las tareas del hogar? A*	P	F	R
Control de esfínteres diurno B*	P	F	R
Se quita ropa o zapatos B*	P	F	R
Come solo A*	P	F	R

Área lenguaje

Señala dos figuras B	P	F	R
Palabra frase A*	P	F	R
Papa-mama específico A*	P	F	R

Área motor fino:

Torre de 4 cubos A	P	F	R
Garabatea A	P	F	R
Vierte pasa de botella A	P	F	R

Área motor grueso:

Patea pelota A	P	F	R
Lanza pelota B	P	F	R
Sube a una silla o sillón sin ayuda A*	P	F	R

*: AQUELLAS PAUTAS QUE PUEDEN SER RESPONDIDAS POR LA MADRE PAUTAS: A PAUTAS: B
REFERENCIAS: P: PASA F: FALLA R: SE REUSA

Fuente: ENNyS 2004-2005

El resultado del test es **aprobado o no aprobado**. En el test se reconocen dos tipos de pautas A y B, el no cumplimiento de una pauta tipo A representa un mayor riesgo de anormalidad que el no cumplimiento de la pauta B. Los puntos de corte con sensibilidad y especificidad más elevada son de 80% y 93% respectivamente, establecidos como criterio

de fracaso del test el no cumplimiento de una pauta A o dos pautas B. Si el niño no pasara la prueba se lo considerara “sospechoso o de riesgo”, debemos recordar que el resultado anormal de un niño nunca confirma el diagnostico de retraso madurativo, sino que brinda una indicación, en estos casos el niño será derivado al pediatra quien podrá hacer una evaluación mas exhaustiva y seguimiento correspondiente.

Estado Nutricional

DEFINICION CONCEPTUAL

Situación en la que se encuentra una persona en relación con la ingesta y adaptaciones fisiológicas que tienen lugar tras el ingreso de nutrientes.

DEFINICION OPERACIONAL

Situación en la que se encuentra el niño de 24 meses en relación con la ingesta y adaptaciones fisiológicas que tienen lugar tras el ingreso de nutrientes al momento de la entrevista, se realiza la exploración de la composición corporal mediante indicadores antropométricos como son el peso/edad, talla/edad y BMI según los Patrones Internacionales de Crecimiento Infantil de la OMS.

Peso al nacer

DEFINICION CONCEPTUAL

Medida de evaluación antropométrica que permite determinar el peso corporal, suma de tejido graso, magro, óseo y otros componentes menores al momento del nacimiento.

DEFINICION OPERACIONAL

Medida de evaluación antropométrica que permite determinar el peso corporal de los niños, suma de tejido graso, magro, óseo y otros componentes menores al momento del nacimiento referido en su historia clínica.

CAPS:.....	
Fecha de nacimiento:.....	nacido a termino: si/no
Fecha de la pesquisa:.....	edad
corregida:.....	
peso al nacer:.....	talla al nacer:.....
peso actual:.....	talla actual:.....

Fuente: Elaboración propia

Edad de Introducción de alimentación complementaria

DEFINICION CONCEPTUAL

Momento en el que se proporciona cualquier nutriente líquido o sólido al niño pequeño al mismo tiempo que la lactancia materna. El período oportuno para introducir la alimentación complementaria es a los seis meses de edad, cuando se deben cubrir los requerimientos nutricionales y se ha alcanzado un adecuado desarrollo de las funciones digestivas, renal y la maduración neurológica.

DEFINICION OPERACIONAL

Momento en el que se le ha proporcionado cualquier nutriente líquido o sólido al niño pequeño distinto de la leche materna. Se indaga mediante interrogatorio a la madre el momento de introducción de la alimentación complementaria del niño de 24 meses.

Edad de introducción de alimentación complementaria:.....

Suplemento de hierro

DEFINICION CONCEPTUAL

Preparado que contiene hierro, generalmente sulfato ferroso. Se suele utilizar cuando se prevé una carencia de hierro bien porque se tenga una alimentación inadecuada o aumento de los requerimientos o disminución de la absorción.

Según la SAP la suplementación con hierro está recomendada a partir del sexto mes en los niños con lactancia exclusiva, si no hay otra situación clínica que marquen otra indicación médica y en los RN de bajo peso, menor a los 2.500 kg a partir del segundo mes por el mayor índice de anemia.

DEFINICION OPERACIONAL

Preparado que contiene hierro, generalmente sulfato ferroso. Por medio de la encuesta se le consulta a la madre si ha el niño ha realizado como medida profiláctica la incorporación de este mineral en su forma medicamentosa la duración de la misma y si el mismo fue entregado por el CAPS.

- SUPLEMENTOS

¿Toma ...(nombre) hierro actualmente?

Si
No
NS/NR

¿A qué edad comenzó a tomar hierro?

_____ meses (NS/NR)

¿Cuántos días por semana le da hierro?

_____ días por semana (NS/NR)

¿Tomó hierro anteriormente?

Si
No
NS/NR

¿A qué edad comenzó a tomar hierro?

_____ meses (NS/NR)

¿A qué edad dejó de darle hierro?

_____ meses (NS/NR)

¿El hierro ha sido entregado por la salita?

Si
No
NS/NR

Fuente: ENNyS 2004-2005

Suplemento vitamínico**DEFINICION CONCEPTUAL**

Aporte de vitaminas de forma medicamentosa. Según la SAP es indicación el aporte de suplementos vitamínicos a todos los niños en el primer año de vida. Existe un preparado comercial a base de flúor, Vitamina C, A y D (TRI-VI-FLUOR, TRI-VI-SOL).

DEFINICION OPERACIONAL

Aporte de vitaminas de forma medicamentosa al niño de 24 meses en algún período de su vida.

Por medio de la encuesta se le consulta a la madre si el niño ha realizado como medida profiláctica la incorporación de vitaminas en su forma medicamentosa, la duración de la misma y si la entrega ha sido realizada por el CAPS.

¿Toma ... (nombre) vitaminas actualmente?

Sí
No
NS/NR

¿A qué edad comenzó a tomar vitaminas?
_____ meses (NS/NR)

¿Cuántos días por semana le da vitaminas?
_____ días por semana (NS/NR)

¿Tomó vitaminas anteriormente?

Si
No
NS/NR

¿A qué edad comenzó a tomar vitaminas?
_____ meses (NS/NR)

¿A qué edad dejó de darle vitaminas?
_____ meses (NS/NR)

¿Las vitaminas han sido entregadas por la salita?

Si
No
NS/NR

Fuente: ENNyS 2004-2005

Edad Materna

DEFINICION CONCEPTUAL

Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de la madre a la fecha de la entrevista.

DEFINICION OPERACIONAL

Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de la madre a la fecha de la entrevista.

Se pregunta la edad que presenta la madre al momento de la entrevista

Ocupación Materna

DEFINICION CONCEPTUAL

Conjunto de personas que tiene por lo menos en un tiempo específico denominado semana de referencia, por lo menos una hora en forma remunerada¹⁵².

DEFINICION OPERACIONAL

Conjunto de personas que tiene por lo menos en un tiempo específico denominado semana de referencia, por lo menos una hora en forma remunerada¹⁵³.

Se indaga mediante el cuestionario a la madre su ocupación en la semana.

Ocupación materna:

- 1 - Empleado u obrero en una empresa privada
- 2 - Empleado u obrero en una institución pública
- 3 - Trabajador en un programa de empleo
- 4 - Empleado del servicio doméstico
- 5 - Pasante / aprendiz / becario
- 6 - Patrón o empleador (emplea personal)
- 7 - Cuenta propia
- 8 - Trabajador sin salario
- 9 - Desempleada
- 10- NS/NR

Fuente: Elaboración propia

152 INDEC

153 INDEC

Nivel de Educación Materna

DEFINICION CONCEPTUAL

Cada uno de los tramos en que se estructura el sistema educativo formal.

Se corresponden con las necesidades individuales de las etapas del proceso psico-físico-evolutivo articulado con el desarrollo psico-físico social y cultural.

DEFINICION OPERACIONAL

Cada uno de los tramos en que se estructura el sistema educativo formal. Mediante la entrevista se pregunta a la madre cuál ha sido el nivel educacional alcanzado y si el mismo ha sido completado.

Edad materna:.....
 Educación materna:
 ¿Cuál fue el nivel más alto que cursó?
 – Primario.....
 – EGB.....
 – Secundario.....
 – Polimodal.....
 - Terciario
 – Universitario.....
 - NS/NR.....
 ¿Completó ese nivel?
 - No.....
 - Sí
 - NS/NR
 ¿Cuál fue el último año o grado que aprobó?.....

Fuente: Elaboración propia

Necesidades Básicas

DEFINICION CONCEPTUAL

La pobreza, en tanto fenómeno multidimensional, es medida por métodos alternativos que dan cuenta de las distintas dimensiones que la caracterizan. Por una parte, el *método directo*, también conocido como Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), consiste en identificar el conjunto de hogares que no pueden satisfacer alguna necesidad básica.

DEFINICION OPERACIONAL

Aquel hogar que no puede satisfacer alguna necesidad básica. Se realiza a la madre una serie de preguntas haciendo referencia a las distintas medidas verificables que definen a los hogares con necesidades básicas insatisfechas, entendiendo al mismo como el conjunto de aquellos que presentan al menos uno de los indicadores de privación: **Hacinamiento**, hogares que tengan más de tres personas por cuarto; **Vivienda**, hogares que habitaran en una vivienda de tipo inconveniente, pieza de inquilinato, vivienda precaria u otro tipo.

Condiciones sanitarias, hogares que no cuenten con ningún tipo de retrete, **Asistencia escolar**, hogares que tengan algún niño en edad escolar y que no asista a la escuela.

Capacidad de subsistencia, hogares que tuvieran cuatro o más personas por miembro ocupado y además, cuyo jefe tuviera baja educación, sólo asistió dos años o menos al nivel primario.

Tipo de vivienda

- 1- Casa
- 2- Casilla.....
- 3- Rancho
- 4- Departamento.....
- 5- Inquilinato/ conventillo.....
- 6- Cuarto/s de hotel/pensión
- 7- Otros _____
(especificar)

Material predominante del piso

- 1- Mosaico, madera, cerámica, alfombra, baldosas plásticas
Cemento o ladrillo fijo
- 2- Ladrillo suelto o tierra
- 3- Otro _____
(especificar)

Cantidad de habitaciones de uso exclusivo del grupo familiar (sin contar: cocina, baño, pasillos, lavadero, garaje)

_____ habitaciones

Cantidad de personas que viven en el lugar.....

¿De donde se abastece el agua de consumo?

- 1- Red pública o agua corriente
- 2- Perforación con bomba a motor
- 3- Perforación con bomba manual
- 4- De superficie (río o lago)
- 5- Agua embotellada
- 6- Otros _____
(especificar)

El baño tiene...

- 1- Inodoro con botón o cadena y arrastre de agua
- 2- Inodoro sin botón o cadena y arrastre de agua
- 3- Letrina (sin arrastre de agua).....
- 4- No tiene

¿Cómo es el desagüe del inodoro?

- 1- A red pública (cloacas)
- 2- A cámara séptica y pozo ciego
- 3- Solamente a pozo ciego
- 4- A hoyo / excavación en la tierra

¿Tiene instalación de electricidad?

Sí

No.....

¿Para cocinar Ud. usa habitualmente...? (marcar una sola opción)

- Leña
- Combustibles líquidos.....
- Gas envasado
- Gas natural
- Electricidad
- Otro _____
(especificar)

Propiedad de la vivienda

- Propietario de terreno y vivienda.....
- Propietario de vivienda solamente
- Inquilino.....
- Ocup. con relac. de dependencia
- Préstamo / cesión.....
- Ocupa.....
- Otro _____
(especificar)

¿ Existe algún integrante de la vivienda que tenga entre 6 y 12 años y no concurra a la escuela?

Si.....

No.....

NS/NR.....

¿El jefe del hogar tiene primaria completa?

Si.....

No.....

NS/NR.....

¿Cuál fue el último año o grado que aprobó el jefe del hogar?.....

¿Cuántos integrantes del hogar se encuentran en el sistema de empleo formal?.....

Fuente: Elaboración propia

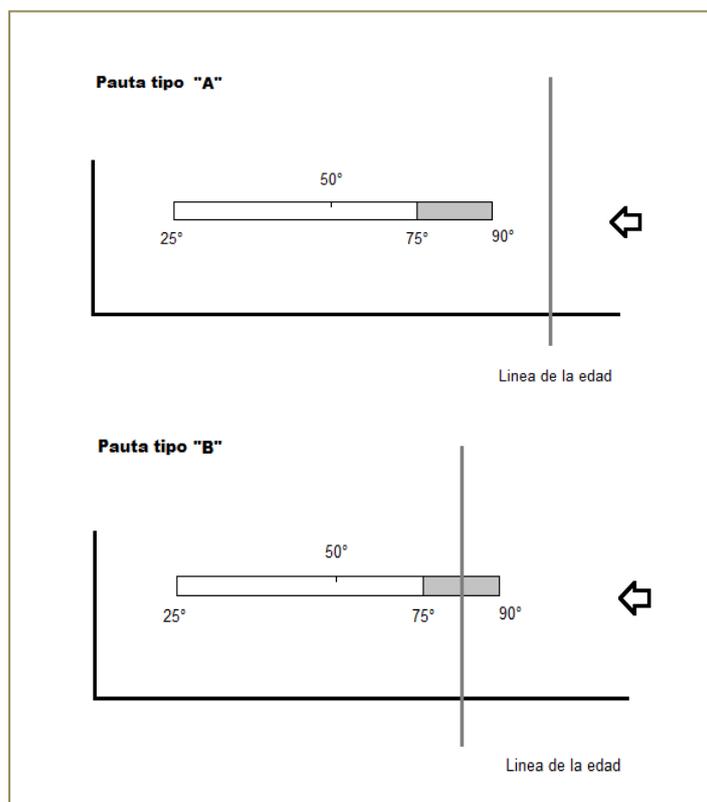
Análisis de datos



Calificación de los resultados de acuerdo a la relación con la pauta de desarrollo:

Resultado o pauta normal, es aquel resultado que hace referencia a una pauta cumplida y que se encontraría ubicada a la izquierda de la línea vertical que marca la edad del niño. El percentil 90 significa que habría un 90% de niños de la población normal que cumpliría la pauta a una edad menor o igual que la que indicaría ese percentil. Es decir que solo habría un 10% de niños normales que podrían cumplir la pauta a edades mayores que la del niño en estudio. Las pautas a la que la línea de la edad pasa a la derecha del rectángulo son las llamadas pautas tipo "A"; las que atraviesan el rectángulo en superposición con la línea del percentil 75 y 90 son las denominadas pautas tipo "B".

Gráfico N°1: Pautas tipo "A" y "B"



Fuente: PRUNAPE Manual Técnico

Como es natural, el no cumplimiento de una pauta que está completamente a la izquierda de la línea de la edad, pauta A, implicaría mayor riesgo que el no cumplimiento de una pauta que esta atravesada por la línea de la edad, pauta B

Resultado pauta de alerta o cuidado, es aquel resultado relacionado a una pauta que el niño fracasa o rehúsa realizar, cuando se encuentra la línea vertical de la edad en superposición con el percentil 75 o atraviesa zona sombreada de la barra. En este caso se denominan de cuidado porque el niño evaluado fracasa o rehúsa realizar una

pauta que el 75% o más de los niños cumplieron. Este sería entonces el resultado de fracaso de una pauta tipo B.

Resultado o pauta retrasada, es aquel resultado que se obtiene cuando el niño fracasa o rehúsa realizar cuando una pauta cuyo percentil 90 se encuentra completamente a la izquierda de la línea vertical que marca la edad del niño. Esto se debe a que un niño fracasa o rehúsa un ítem que el 90 % de los niños de la muestra pasaron a menor edad. Sería el resultado obtenido del no cumplimiento de una pauta tipo A.

Cuadro N°2: Pautas de valoración de desarrollo incluidas en la encuesta

	Pauta madurativa 24 meses	Ubicación según línea vertical
Área personal social	Te imita en las tareas del hogar	A
Área personal social	Come solo	A
Área personal social	Control de esfínteres diurnos	B
Área personal social	Se quita ropa o zapatos	B
Área lenguaje	Palabra frase	A
Área lenguaje	Papa-mama específico	A
Área lenguaje	Señala dos figuras	B
Área motor fino	Vierte pasa de botella	A
Área motor fino	Torre de 4 cubos	A
Área motor fino	Garabatea	A
Área motor grueso	Patea pelota	A
Área motor grueso	Lanza pelota	B
Área motor grueso	Sube silla o sillón	A

Fuente: Adaptada de la PRUNAPE Manual Técnico

La selección tuvo en cuenta incluir el área del lenguaje, el área personal social, el área motriz fina-adaptativa y el área motriz gruesa.

El total de la muestra fue de 80 niños que asistieron al control de 24 meses de edad en los CAPS Estación Camet en donde se contó con un consultorio brindado por la institución en el que se pudieron medir en ambiente tranquilo la totalidad de las pautas seleccionadas correspondientes a la edad y realizadas por 15 niños.

En los Centros de Salud Iremi, y Las Heras con muestra de 23 y 42 niños respectivamente, las mismas se midieron en la sala de espera no contando con el ambiente apropiado para la evaluación de algunas actividades tales como “Señalar dos figuras”, “Torre de 4 cubos” y “vierte pasa de botella”.

Los niños siempre estuvieron acompañados por la madre o/y padre.

Cuadro N°3: Pautas que fueron realizadas por observación directa o referencia de los padres y las cuales son señaladas mediante asterisco en la encuesta:

• Te imita en las tareas del hogar
• Control de esfínteres diurnos
• Se quita ropa o zapatos
• Come solo
• Palabra frase
• Papá-mamá específico
• Sube a silla o sillón sin ayuda

Fuente: Adaptada de la PRUNAPE Manual Técnico

Dentro del grupo de 80 niños a los que se les ha podido aplicar las distintas pautas establecidas en la PRUNAPE se ha observado que no se presentan dificultades en su realización, la mayoría de los pequeños lograron alcanzar todas aquellas pautas tipo “A” correspondientes a la edad de 24 meses. En éste grupo de pautas se ha podido registrar a aquella que, siempre dentro de la normalidad ha presentado mayor cantidad de fracasos, dentro del área del lenguaje “*Palabra frase*”, la cual ha sido analizada en forma aislada. La misma ha sido evaluada durante la entrevista escuchando las palabras que decía el niño y si las mismas se formulaban en forma de frase como por ejemplo “ahí esta papá”; “dame agua”.

En los casos en los que el niño no habló durante el periodo de tiempo de duración de la entrevista, se les preguntó a los padres como se comunicaba el niño y las expresiones que utilizaría para pedir cuando desea algo, si las palabras eran formuladas de tal manera que tenga sentido de frase. A los 24 meses los niños deberían estar utilizando al menos 25 palabras dentro de su vocabulario.

En los casos de fracaso de la pauta Palabra frase, los niños no han sido escuchados hablar durante el control realizado o los mismos padres aseguran que todavía no lo hacen o les cuesta hacerlo, dando ejemplos como cuando realizan un pedido de lo que quieren lo hacen señalando el objeto sin hacer mención del mismo.

El lenguaje desempeña un rol crítico en la regulación de la conducta a lo que los padres hicieron referencia de las sensaciones como ira o frustración expresadas por los niños en forma de rabietas frecuentes y otras conductas que ayudan a externalizar situaciones.

Observamos que en el siguiente cuadro el 88% de los niños logra la resolución de esta pauta y el 12% fracasa. La misma tiene una edad de cumplimiento de 22,68 meses con un intervalo de confianza de 20,4 y 27 meses.

Cuadro N°4 - Pautas tipo A evaluadas en la encuesta de desarrollo 24 meses

Pautas tipo "A"	PASA	FALLA	REUSA
A1-Te imita en las tareas del hogar*	100%		
A4-Come solo*	96%	4%	
A6-Palabra frase*	88%	11%	1%
A7-Papá - Mamá específico*	99%		1%
A9-Garabatea	98%		2%
A10-Patea pelota	95%		5%
A12-Sube a una silla o sillón sin ayuda*	100%		

Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas(n=80)

En el caso de las pautas tipo "B" que mas porcentaje de fallas presenta nos encontramos nuevamente con una prueba que hace referencia al área del lenguaje "Señala 2 figuras", con una edad de cumplimiento de 21,75 meses para el percentil 75 con un intervalo de confianza entre 20,88 y 22,8; y para el percentil 90 correspondiente a 27 meses con intervalo de confianza entre 25,56 y 29 meses de edad. Obtenido de una muestra de 50 niños, ya que mencionada prueba no pudo ser aplicada en la totalidad de los casos por no contar con el ambiente propicio para la toma de la misma, el resultado no lograría alcanzar el porcentaje de niños que debería cumplir con esta pauta a esta edad y llegando a la resolución de la misma sólo el 50% de los mismos, cuando el 75 % de los niños a los 22 meses lograría pasar la prueba según lo descrito en el Manual Técnico de la PRUNAPE.

"Control de esfínteres diurnos" fue una pauta evaluada a través de la observación directa a los 80 niños, donde la mayoría al momento de la entrevista utilizaba pañales.

Los resultados de nuestra muestra indican que solo el 16% logró pasar la pauta de la totalidad de los niños.

Según las edades de cumplimiento correspondiente a la PRUNAPE para el percentil 25 correspondería 22,2 meses con intervalo de confianza entre 21,48 y 22,92 meses; para el percentil 50 la edad de 25,2 con intervalo de confianza entre 24,6 y 25,8 respectivamente.

Encontramos entonces que el porcentaje de niños que a los 24 meses que controlan esfínteres diurnos es menor al 25 % esperable para esta edad.

Cuadro N°5 - Pautas B evaluadas en la encuesta desarrollo 24 meses

Pautas tipo "B"	PASA	FALLA	REUSA
A2-Control de esfínteres diurnos*	16%	84%	
A3-Se quita ropa o zapatos*	98%	2%	
A5-Señala 2 figuras(muestra 50 niños)	50%	5%	45%
A11-Lanza pelota	100%		

Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas n=80

En el caso del CAPS de Estación Camet han podido ser realizadas todas las pruebas seleccionadas en el test con lo que es posible dar una interpretación global a toda la prueba.

El criterio de fracaso de la misma es el no cumplimiento de una pauta tipo A o fracaso en el cumplimiento de dos pautas tipo B.

- a- El niño Pasa la prueba, no hay fracaso en las pautas tipo A. Puede existir un máximo de fracasos en una de las pautas tipo B.
- b- El niño no pasa la prueba, (sospechoso o de riesgo): El niño fracasa en una pauta tipo A o en dos pautas tipo B. Recordemos que el resultado anormal de un niño nunca confirma el resultado de retraso madurativo, sino que brinda una indicación de sospechoso o de riesgo.

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Cuadro N°6 - Pautas tipo A evaluadas en CAPS Estación Camet

Pautas tipo "A"	PASA	FALLA	REUSA
Te imita en las tareas del hogar	100%		
Come solo	100%		
Palabra frase	73%	27%	
Papá - Mamá específico	100%		
Torre de 4 cubos	100%		
Garabatea	93%		7%
Patea pelota	93%		7%
Sube a una silla o sillón sin ayuda	100%		
Vierte pasa de botella	100%		

n=15

Cuadro N°7 - Pautas tipo B evaluadas en CAPS Estación Camet

Pautas tipo "B"	PASA	FALLA	REUSA
A2-Control de esfínteres diurnos*	27%	73%	
A3-Se quita ropa o zapatos*	93%	7%	
A5-Señala 2 figuras	47%	53%	
A11-Lanza pelota	100%		

n=15

La pauta tipo A que mas porcentaje de fallas presenta "Palabra frase" hace referencia al área del lenguaje y cuyo porcentaje no alcanza al percentil 85 correspondiente a la edad.

Los resultados ofrecidos por las pautas tipo B, en el caso de “control de esfínteres diurnos” si logra alcanzar el percentil 25 correspondiente a la edad, mientras que para la pauta “señala dos figuras” el porcentaje esperable de niños que logra alcanzar la prueba es mucho menor al percentil 75, con una edad de cumplimiento de 21,75.

El resultado global del test arroja los siguientes datos:

Cuadro N°8 - Interpretación global de los resultados de desarrollo en niños de 24 meses
Estación Camet PRUNAPE

Resultado global del test	Cantidad de niños	%
Pasa	11	73%
No pasa	4	27%

n=15

Si agrupásemos a los niños que pasan la prueba y a los niños que no pasan el test y comparáramos el consumo de ambos grupos de hierro total, hierro total absorbido (hierro biodisponible), hierro hemínico y Vitamina C obtenemos los resultados que se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro comparativo N°9 - Promedios fe y Vit C según resultados de la PRUNAPE

Resultado global del test	Cant fe total abs	fe hem	fe total	Vit C
Pasa	0,34	0,33	7,74	36,17
No pasa	0,26	0,35	6,49	6,76

Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas n=15

Existe una diferencia significativa en la cantidad aportada a través de la dieta en lo que respecta a Vitamina C, entre los niños que pasan la prueba y los que no lo logran. También se observa en menor diferencia los mismos resultados en cuanto a hierro total y de hierro absorbido. Los datos sobre fe hemínico, en cambio, indican un mayor consumo del mismo en el grupo que no pasa la PRUNAPE.

Los datos indican que la ingesta total de hierro tiene un p-valor (bilateral) de 0,272; hierro biodisponible, p-valor (bilateral) de 0,24 y hierro hemínico 0,88. Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H_0 , según la prueba de t para dos muestras independientes con un intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 95%. Sin embargo si se habrían observado diferencias sobre el p-valor (bilateral) en cuanto a cantidad de vitamina C con un resultado de 0,043 menor al nivel de significación $\alpha=0,05$ aceptando la hipótesis alternativa.

De la pauta evaluada en forma individual “palabra frase” se obtuvo como resultado una diferencia significativa entre los grupos de niños que lograron resolverla con respecto a aquellos que no lograron superarla con un p-valor (bilateral) para hierro biodisponible de 0,022 menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, en cuanto a hierro total la diferencia también ha sido significativa con un p-valor de 0,001; Vitamina C con un p-valor de 0,00027 debiéndose rechazar la hipótesis nula H_0 , y aceptar la hipótesis alternativa H_a ,¹⁵⁴ estos resultados se han obtenido del análisis que se detalla a continuación.

La mediana de la ingesta de hierro en el total de la muestra fue de 7,5 mg, con valores de 7,39 mg en Estación Camet, 9,29 mg en las Heras y 6,70 mg en el Centro de Salud IREMI. Mencionadas estimaciones se han obtenido mediante frecuencia de consumo de alimentos fuente de hierro y posteriormente analizadas en el software específico Sistema de Análisis y Registro de Alimentos, SARA.

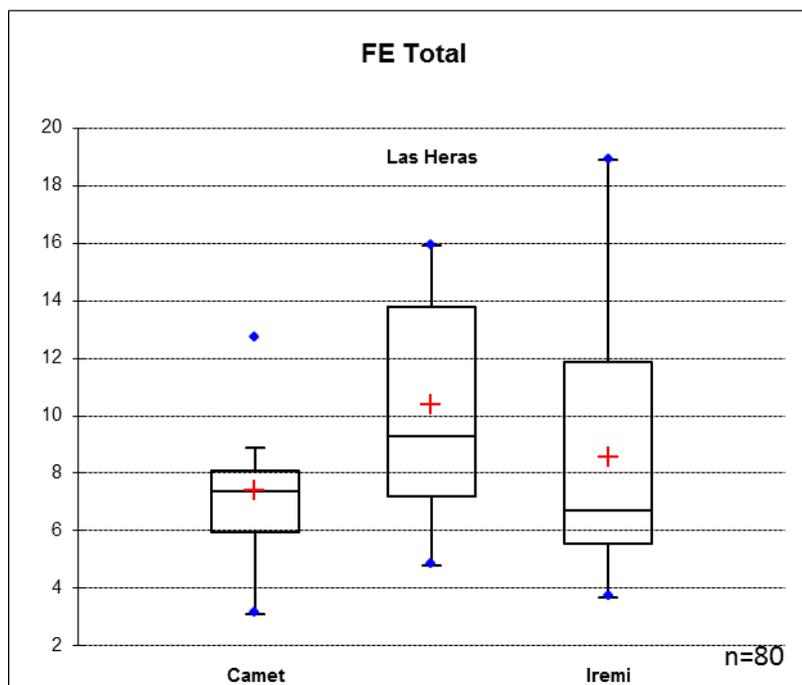
El registro más alto obtenido es de 18,88 mg y el menor de 3,11 mg. De esta manera en el siguiente gráfico se hace referencia a las diferencias que fueron registradas entre media y mediana en los distintos centros de salud resultado de la ingesta menor y aumentada de hierro total de la dieta de los niños.

154 La prueba T para dos muestras independientes permite contrastar hipótesis referidas a la diferencia entre dos medias independientes.

En estadística, una prueba de t de Student o Test-T es cualquier prueba en la que el estadístico utilizado tiene una distribución de t de Student si la hipótesis nula es cierta. Se aplica cuando la población estudiada es normal pero el tamaño muestral es pequeño como para que el estadístico en el que está basada la inferencia esté normalmente distribuido, utilizándose una estimación de la desviación típica en lugar del valor real.

No se observan niños con ingesta por debajo del valor del Requerimiento Medio Estimado (EAR) (IOM-NAS). Cuyo valor de referencia para niños de 1 a 3 años de edad es de 3 mg de hierro por día y considerando como ingesta inadecuada al consumo inferior al mismo.

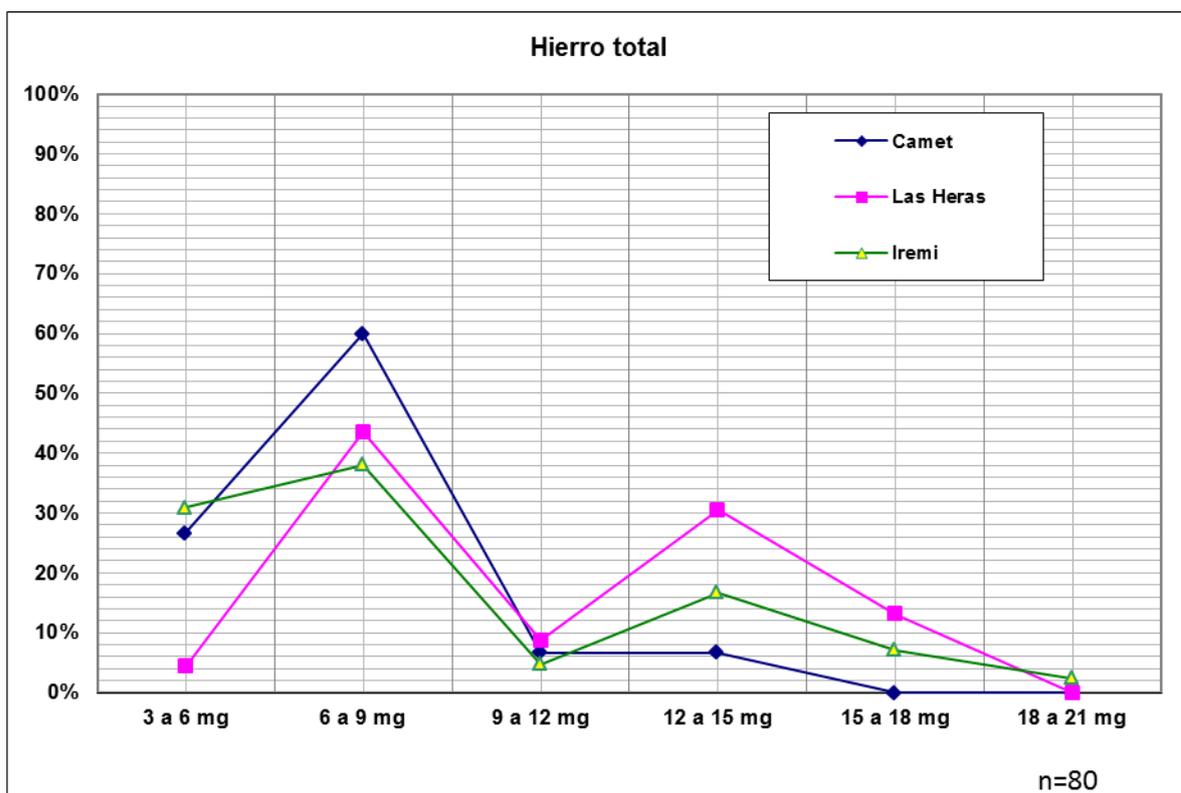
Gráfico N°1 Box plots. Consumo de hierro total variaciones entre medias y mediana



Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

Podemos observar en el caso de los CAPS Estación Camet con el 30% e IREMI con un 28% aproximadamente de niños con un consumo de hierro total entre 3 y 6 mg/día, mientras que en Las Heras estas cifras se reducen a un 5%, esto podría deberse a las diferencias descriptas por las madres en cuanto al consumo de alimentos fuente de hierro no hemínico a la que se hace referencia más adelante.

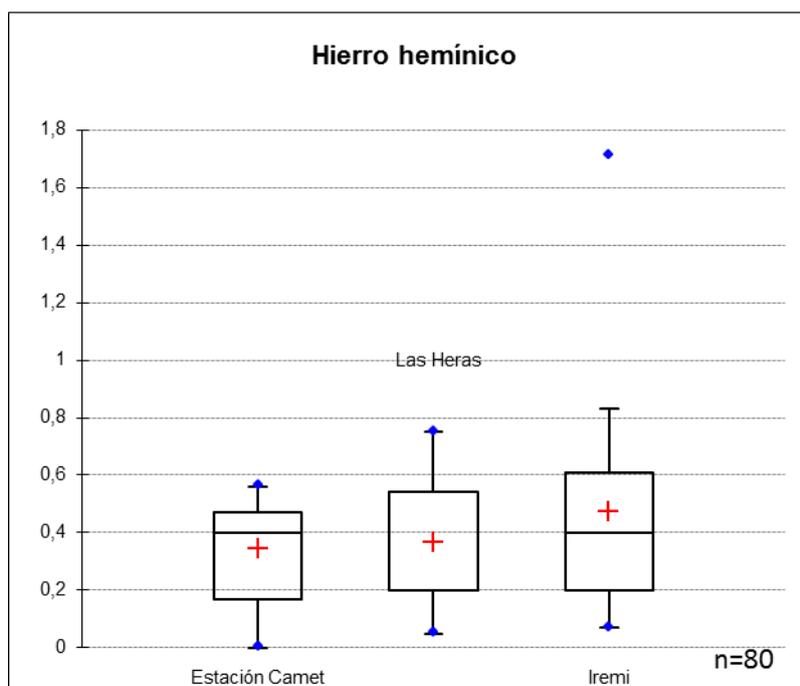
Gráfico N°2- Consumo de hierro total en niños de 24 meses



Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

La mediana de la ingesta de hierro hemínico fue de 0,4 mg, encontrándose estos valores en Estación Camet e IREMI mientras que la mediana de hierro hemínico en Las Heras es de 0,2. Lo que nos permite deducir un menor consumo de carnes en este último. Los datos revelan un máximo de 1,71 mg y un mínimo de 0 mg/día con ingestión nula de productos cárnicos.

Gráfico N°3 – Consumo fe hemínico



Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

Los datos también indican que la mayor proporción de hierro obtenido mediante la ingesta corresponde a fe no hemínico dando importancia por lo tanto a aquellos factores favorecedores de su absorción como es el ácido ascórbico.

Con un consumo de 0 a 0,3 mg con un equivalente aproximado en gramos de carne vacuna de 20 a 25 gr/día, encontramos al CAPS de Las Heras con casi un 60 % de los niños incluidos en este grupo. Hallamos que un 70% en Estación Camet consumen de 0,3 a 0,6 mg de hierro hemínico, cuya equivalencia en carne es de aproximadamente 50 gr/día, considerando que 100 gr de carne contendría 0,952 mg de fe hem según el sistema de datos SARA.

En el CAPS Iremi se observa el mayor porcentaje de niños dentro del menor rango de consumo, pero también en menor cantidad aquellos con una alta ingesta del mismo, en los restantes centros de salud estos valores no son alcanzados.

El contenido de la dieta en hierro biodisponible permitió estimar un valor de mediana de 0,39 mg. a partir del algoritmo propuesto por Moonsen.

Para medir la biodisponibilidad absoluta del hierro es necesario tener en cuenta una dosis de absorción de referencia, para ello se utiliza la biodisponibilidad de sujetos borderline, es decir que presentan deficiencia de este micronutriente pero no llegan a expresar la anemia. Esta dosis de absorción de referencia fue establecida en 40% valor que corresponde a una ferritina sérica de 40 mg /l. Esta dosis de referencia será la que permitirá calcular mediante fórmulas matemáticas la absorción del hierro.

Cuadro N°10 - Porcentaje de ingesta de hierro hemínico

Cant en mg	Camet	Las Heras	Iremi
0 a 0,3 mg	33%	57%	45%
0,3 a 0,6 mg	67%	22%	26%
0,6 a 0,9 mg		22%	19%
0,9 a 1,2 mg			
1,2 a 1,5 mg			7%
1,5 a 1,8 mg			2%

Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

n=80

La estimación del hierro hemínico se realiza mediante la siguiente ecuación en la que se considera que del total del hierro de la carne, pollo, pescado y productos de mar solo un 40 % corresponde al hierro hem: $\% \text{ Absorción Fe Hem} = \text{total de Fe Hem} \times F$
 Donde F: Factor que resulta de considerar el estado de las reservas de hierro.¹⁵⁵

¹⁵⁵ Moonsen considera que el estado de las reservas de hierro modifica la absorción del hierro hemínico; sin embargo, recomienda utilizar para el cálculo, un estado de los depósitos igual a 500 mg de hierro el cual se considera que no refleja signo alguno de deficiencia.

Para estimar el factor F que corresponde al porcentaje de absorción según los niveles de reserva de hierro.

Cuadro N°11 - Absorción estimada de Hierro hemínico

RESERVAS DE HIERRO			
MUJERES			HOMBRES
0 mg	250 mg	500 mg	1000 mg
% de absorción de hierro Hem			
35	28	23	15

Fuente: *Am J Clin Nutr*-1978-Moonsen-134-41

Para estimar el % de absorción de hierro no hemínico que responde a la siguiente ecuación: % de Absorción = Total de hierro no hem x F

El factor F que corresponde al porcentaje de absorción según los niveles de reserva de hierro y la cantidad de factores facilitadores. Estos últimos resultan de la sumatoria de la cantidad total de los mismos en la comida, carne en g y ácido ascórbico en mg.

En la metodología propuesta por Moonsen la determinación de la absorción corresponde a la sumatoria de las cantidades de hierro del hierro hem y no hem:

$$\text{Absorción Fe total (mg)} = \text{Hierro Hem Abs. (mg)} + \text{Hierro no hem Abs. (mg)}$$

Cuadro N° 12 - Absorción estimada de hierro no hemínico

	Reservas de hierro			
	MUJERES		HOMBRES	
	0 mg	250 mg	500 mg	1000 mg
	% de abs fe no hem			
Cantidad en alimento fuente				
más de 90 gr de carne más de 75 mg de ácido ascórbico	5	4	3	2
de 30-90 gr de carne de 25-75 mg de ácido ascórbico	10	7	5	3
menor a 30 gr de carne menos de 25 mg de ácido ascórbico	20	12	8	4

Fuente: *Am J Clin Nutr*-1978-Monsen-134-41

En el siguiente cuadro se detalla la clasificación propuesta en donde divide a las distintas dietas según la biodisponibilidad del hierro en aquellas de alta biodisponibilidad cuando el contenido cárnico supera los 90 gr y el contenido en ácido ascórbico es mayor a los 75 mg; de mediana biodisponibilidad cuando la porción de carne es de 30 a 90 gr y conteniendo entre 25 y 75 mg de ácido ascórbico, con menores cifras aquellas de baja disponibilidad. La absorción de hierro no hemínico depende de estas cantidades de ácido ascórbico consumidas en la dieta y en el mismo tiempo de comida.

El algoritmo propuesto por Moonsen no incluye a los inhibidores y si a los factores facilitadores de la absorción, carne y vitamina C. Hay que tener presente que con esta metodología se podría estar subestimando la acción de los inhibidores.

Cuadro N°13 - Estimación promedio de hierro absorbido en la dieta

Clasificación de las dietas según hierro biodisponible	Cantidad en alimento fuente	equivalente en fe hem	% de absorción fe hem	% de absorción fe no hem
alta biodisponibilidad	más de 90 gr de carne más de 75 mg de ácido ascórbico	mayor a 0,85 mg fe hem	23%	8%
mediana biodisponibilidad	de 30-90 gr de carne de 25-75 mg de ácido ascórbico	entre 0,85 y 0,28 mg fe hem	23%	5%
baja biodisponibilidad	menor a 30 gr de carne menos de 25 mg de ácido ascórbico	menos de 0,28 mg de hem	23%	3%

ESTIMATION OF AVAILABLE DIETARY IRON, Monsen et al *Am. J. Clin. Nutr.* 31 : 134-141 , 1978.

De los datos obtenidos se realizaron las correspondientes estimaciones de mediana de hierro biodisponible.

La mayor proporción, entonces son aquellos con un consumo diario de entre 30 y 90 gr de carne por día y aporte de 25 a 75 mg de Vit C, asimismo encontramos que el 46% de los niños estarían recibiendo un aporte menor a estas cifras.

Durante las distintas entrevistas se pudieron observar diferencias en el consumo de alimentos fuente de hierro, en el CAPS de Las Heras por ejemplo aumentaba la frecuencia con que a los niños se les ofrecía legumbres en preparaciones como guisos.

Algunas madres hicieron referencia de que no podían ofrecer más alimentos de origen vegetal por no contar con suficiente dinero como para hacerlo. Se observa también

una disminución del consumo de aquellos productos fortificados como cereales o leche, por el encarecimiento de los mismos.

Cuadro N°14 - Estimación de mediana ingesta de hierro biodisponible en la dieta de los niños de 24 meses

Clasificación de las dietas según hierro biodisponible	% de niños	mediana fe biodisponible
alta biodisponibilidad	5%	0,7165
mediana biodisponibilidad	49%	0,4581
baja biodisponibilidad	46%	0,3691

Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas
n=80

En la zona del CAPS de Estación Camet la población se encuentra con la dificultad en el acceso a determinados alimentos como por ejemplo pescado.

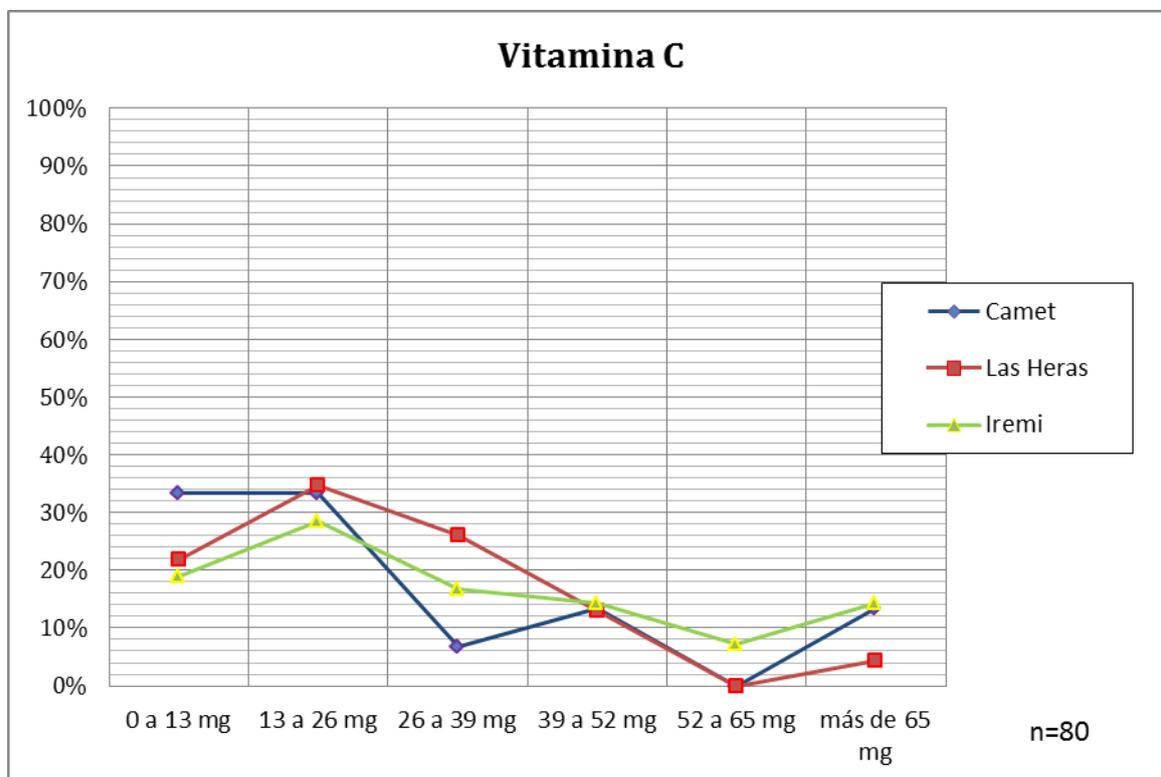
La mayoría de las madres refirieron que a los niños les costaba aceptar productos cárnicos dentro de su dieta, algunos de los casos registrados sólo consumían carne de pollo mientras otras mamás describieron casos de rumiación con la carne vacuna.

La leche de vaca es de alto consumo en los CAPS de Estación Camet e Iremi con casos que llegan a la ingesta de casi 1 litro diario en aquellos niños que utilizan biberón. En el CAPS de Las Heras contrariamente las madres aseguraron que los niños rechazaban la leche vacuna resultado del continuo amamantamiento.

La mediana de consumo de Vitamina C es de 23,17 mg/día, cuyo valor ha sido obtenido mediante frecuencia de consumo de alimentos fuente como son los cítricos y su posterior análisis en el sistema SARA. Encontrándose cifras de 19,9 mg/día en Estación Camet, 26,77 mg/día en el grupo de IREMI y 20,14 mg/día para el Centro de Salud Primario de las Heras.

En comparación con las EAR ninguna de estas cifras se encuentran por debajo de las necesidades medias de la población y cuyo valor de referencia es de 13 mg/día para niños de 1 a 3 años (IOM-NAS).

Gráfico N° 4- Ingesta vitamina C en los CAPS Iremi, Estación Camet, Las Heras



Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

Sin embargo, en el gráfico N°4 observamos que más de un 30% de los niños en Estación Camet, así como un 20% en Iremi y Las Heras no logran cubrir los requerimientos medios estimados. Tal vez como respuesta a un menor acceso a ciertos alimentos como frutas y verduras, como hacían referencia algunas de las madres durante la entrevista debido al encarecimiento de los mismos y la poca disponibilidad de algunos productos en el caso de Estación Camet.

Nuevamente nos encontramos con aquellos niños en el Centro de Salud Iremi con un consumo más elevado de cítricos específicamente, con algún caso aislado pertinente al CAPS Las Heras.

Durante el interrogatorio las madres cuyos niños tenían una ingesta baja o nula de vitamina C hicieron referencia al rechazo del alimento por la acidez del mismo optando por frutas como banana en su gran mayoría y manzana. Otras, mencionaron no

habérseles ocurrido ofrecer este tipo de alimentos o manifestaron no insistir con su consumo luego del rechazo.

En otros casos y como se ha hecho mención anteriormente las mamás hicieron referencia al encarecimiento de estos productos haciéndoseles difícil el acceso a nivel monetario. En el caso del barrio las Heras algunas recurrían a Las Manzaneras para la adquisición de alimentos y siendo dependientes de la entrega o no de los mismos.

Aquellas madres que ofrecían una cantidad variada de cítricos como naranjas y mandarinas específicamente lo hacían preferentemente con las comidas evitando consumir gaseosas y jugos y también era opción ofrecerlas como postres en ensalada de frutas o solas cortadas en cubos pequeños para incentivar a que los niños comiesen solos.

De los 80 niños y niñas de 2 años encuestados en este trabajo solo se encontró un caso de no cumplimiento del tratamiento oportuno con hierro medicamentoso.

La media de la edad de inicio de la toma de suplemento de 2 meses y edad de finalización de la misma de 12 meses.

A pesar de que las madres con frecuencia recalcaban la poca aceptación por parte de los niños, se habría logrado cumplir con el tratamiento con sulfato ferroso en 79 de los casos, un 99% de adherencia al mismo. Los motivos de no adherencia indicarían poca tolerancia a nivel gastrointestinal por parte del lactante.

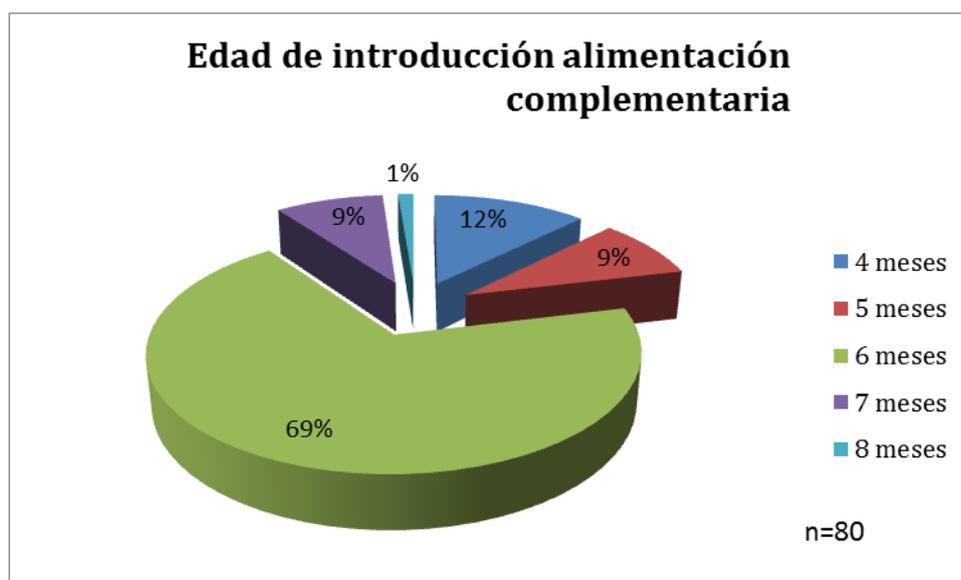
En el caso de las vitaminas, se encontraron sólo 2 madres cuyos hijos no habrían realizado el procedimiento indicado por el pediatra. Con un total de 98% de estas adherentes al mismo.

Actualmente ninguno de los casos encuestados estaba recibiendo tratamiento con suplemento de hierro o vitaminas.

El 99% del hierro y vitaminas fueron entregados por la salita, el único caso hallado se trataría de una familia extranjera recién llegada a la ciudad.

El estudio indica que las edades de introducción de la alimentación complementaria incluyen niños desde los 4 hasta los 8 meses de edad, entendida como la inclusión en la dieta de cualquier alimento distinto a la leche materna. Encontramos a la mayor proporción y con el 69% correspondiente a los 6 meses de edad.

Gráfico N°5 – Edad de introducción de la Alimentación complementaria en los distintos CAPS

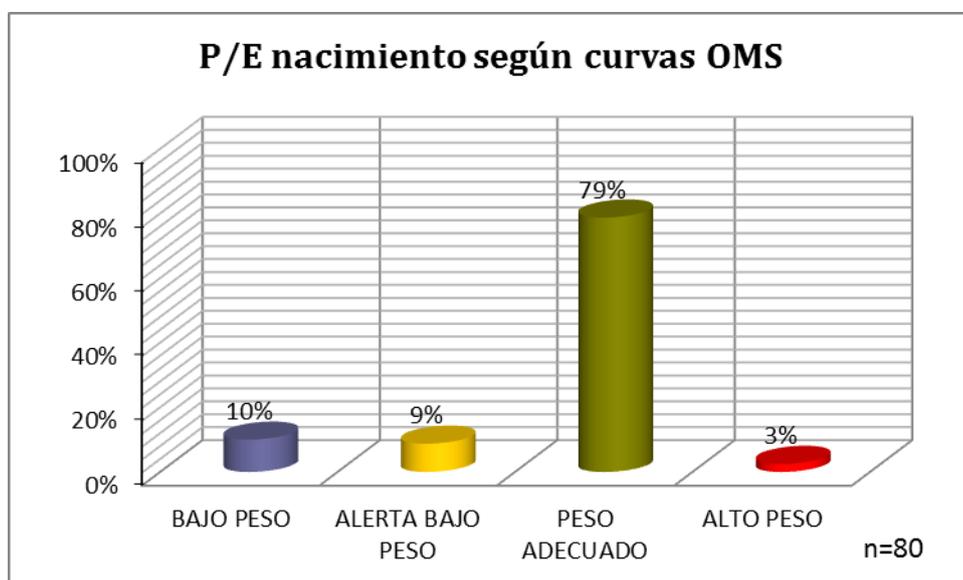


Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

En el CAPS de Las Heras encontramos un ofrecimiento tardío de los mismos, comprendiendo edades desde los 7 a 8 meses, las madres aseguraban que se sentían inseguras de dar otras preparaciones y preferían continuar con el amamantamiento exclusivo.

De los datos antropométricos peso y talla de nacimiento obtenidos mediante la historia clínica de los 80 niños entrevistados podemos observar que luego de ser percentilados en forma individual según las curvas de la OMS, instrumento utilizado actualmente en el área de pediatría de los Centros de Atención Primaria, los datos reflejan en mayor proporción pesos adecuados a la edad, seguidos por aquellos que no logran superar los 2,5 kg o que con un 9% oscilan mencionado límite, mientras que un 3% de niños con un peso superior a 4,3 kg al momento de nacimiento.

Gráfico N°6 - Antropometría, peso para la edad de nacimiento según curvas OMS

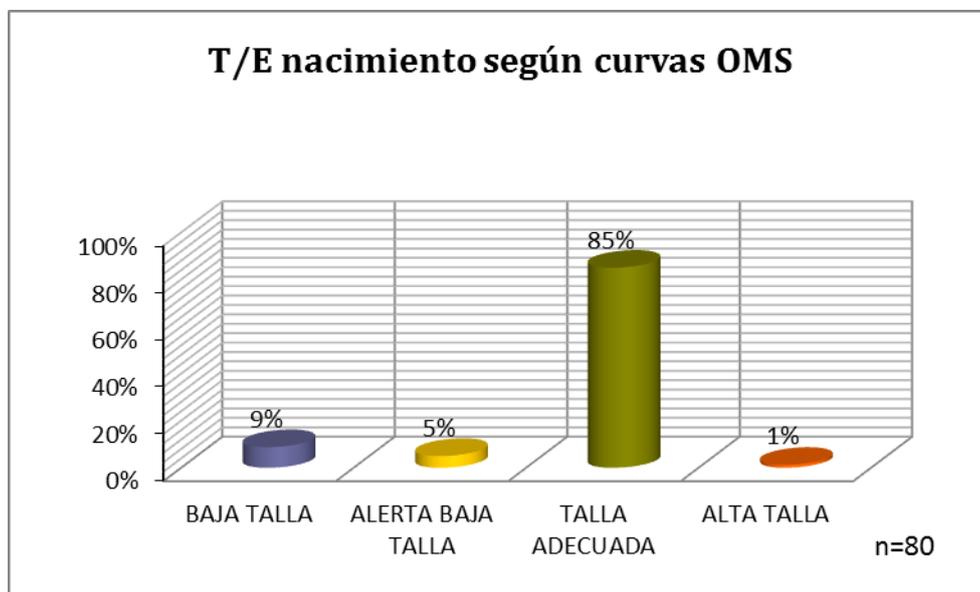


Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

Aquellos que pertenecen al grupo de niños con bajo peso se tratarían de 8 casos de los cuales 6 corresponden a embarazos gemelares y nacimientos prematuros.

Los resultados observados con respecto a la talla corresponden a un 85% de los niños con una adecuada longitud al momento de nacimiento, encontrando al 9% con valores menores a 46 cm. y un 5% con cifras límites.

Gráfico N°7 - Antropometría, talla para la edad de nacimiento según OMS

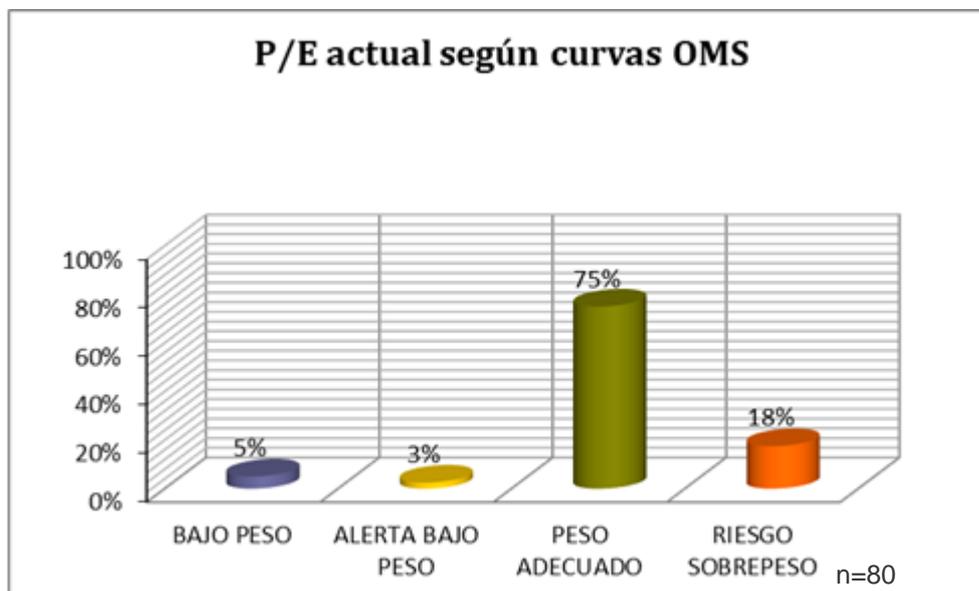


Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

Con respecto al peso actual medido durante el control obligatorio de los 24 meses con el equipo de salud de cada unidad sanitaria, se lograron recabar los datos en el que se observa que el mayor porcentaje de niños presentaría peso adecuado a la edad al momento de la entrevista. Seguido a este encontramos que toma importancia aquellos con un peso limítrofe al sobrepeso. Con una inversión de las tendencias observadas al momento de nacimiento.

Los datos de talla actual hacen referencia a dos grupos, el mayor de ellos correspondiente a niños con adecuada longitud para la edad, y el 18% con baja talla.

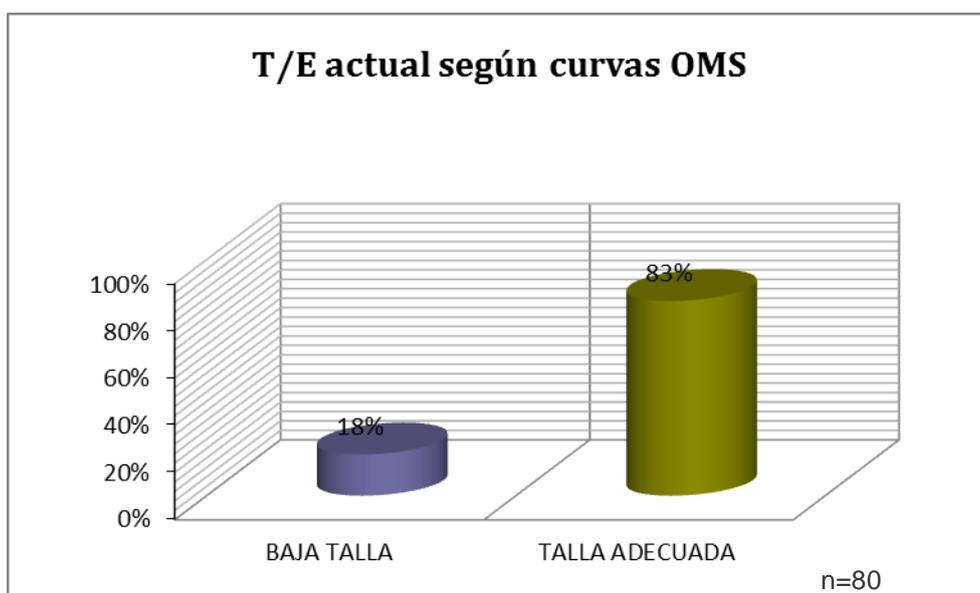
Gráfico N°8 - Antropometría, peso para la edad 24 meses según curvas OMS



Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

El IMC realizado en base a los Patrones Internacionales de crecimiento infantil de la OMS indicarían que aquellos niños con valores límites superiores y aquellos con un alto peso aumentan en promedio con relación a aquellos con pesos inferiores para la edad.

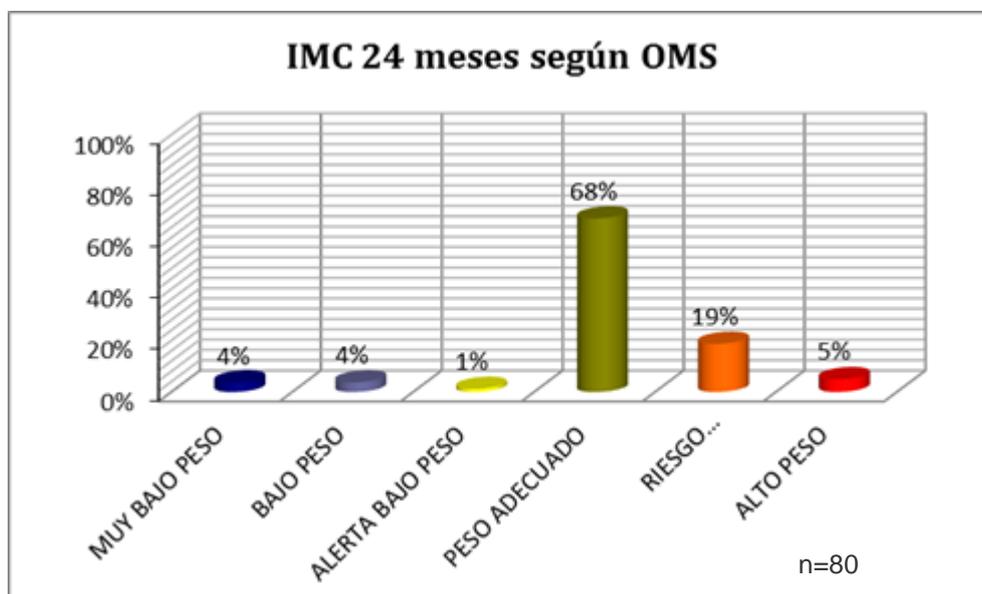
Gráfico N°9 - Antropometría, talla para la edad en niños de 24 meses según curvas OMS



Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

Niños con bajo peso y aquellos con muy bajo peso corresponden al 4% cada grupo respectivamente y el 68% con índice de masa corporal adecuados a la edad.

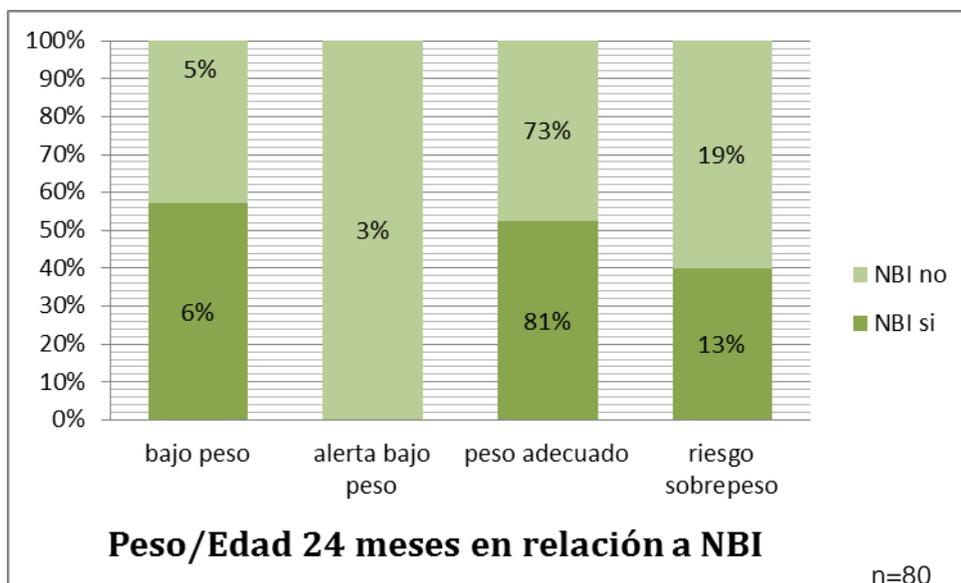
Gráfico N°10 -Antropometría, IMC niños 24 meses según OMS



Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

Comparando estos datos antropométricos en relación a las necesidades básicas insatisfechas obtenemos que no existe una diferencia significativa entre ambos grupos no encontrándose una correlación NBI y peso actual y NBI y talla actual.

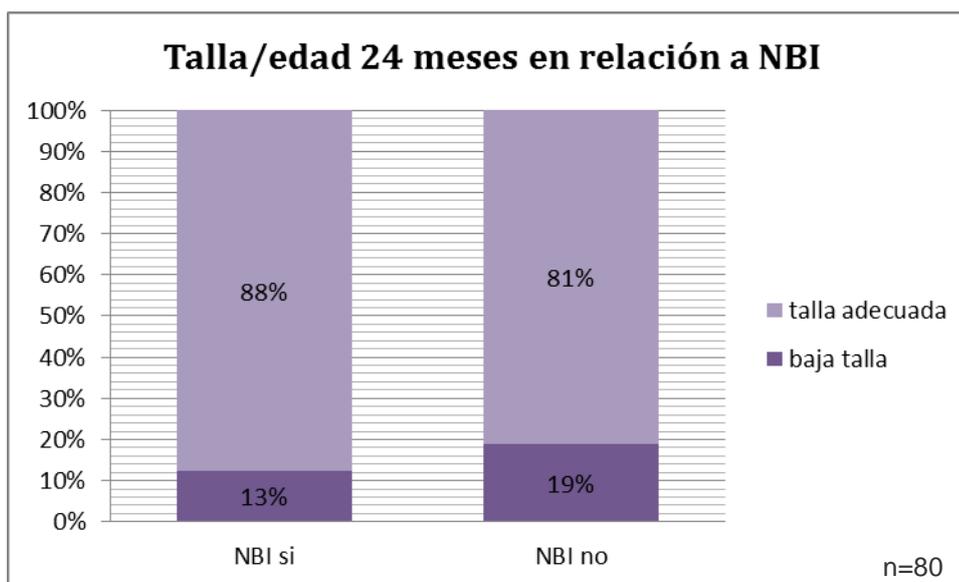
Gráfico N°11 Estado nutricional y NBI



Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

Con respecto a la lactancia podemos observar que el 91% de las 80 madres encuestadas han ofrecido leche materna a sus niños. Solo el 9% no ha sido alimentado a pecho, donde los motivos de no amamantamiento hacen referencia a

Gráfico N°12 Estado nutricional y NBI

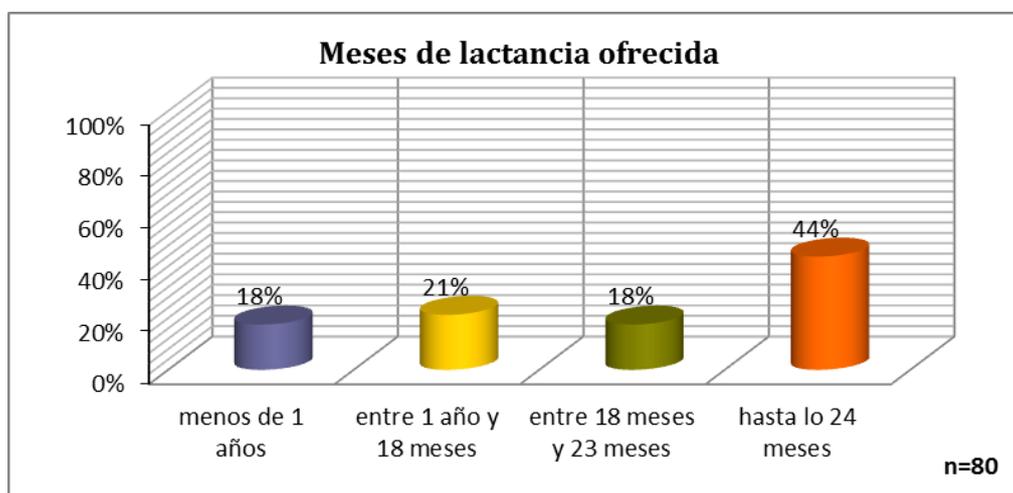


Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

“tuve que salir a trabajar”, “me quedé sin leche” y entre otros que incluyen, el aumento de la demanda del bebé, el bajo peso de la madre y depresión post divorcio.

Los resultados indican que la mediana de edad de lactancia materna continua se extiende a los 18 meses de edad.

Gráfico N°13- Mese de lactancia materna ofrecida



Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

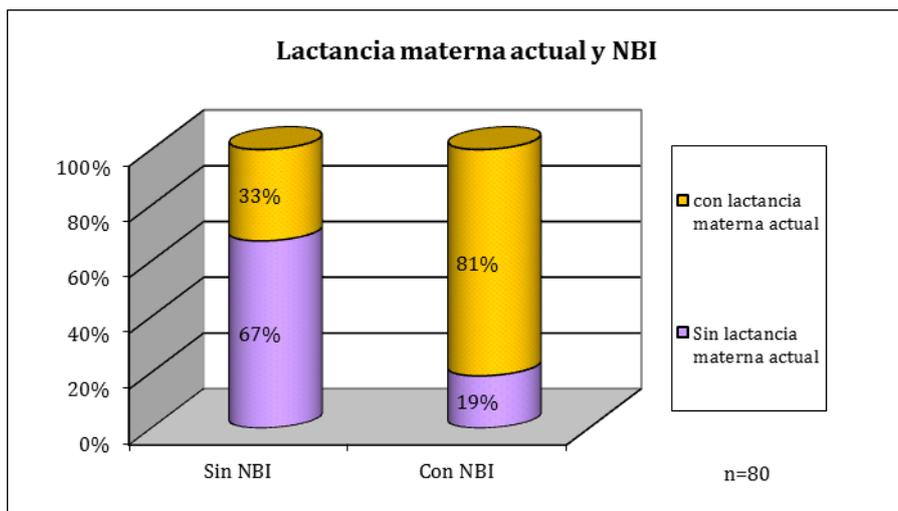
Durante la realización de las encuestas el 43% de los niños continuaban siendo alimentados a pecho. Mientras que en las viviendas con necesidades básicas insatisfechas el 81% de los niños continúan siendo amamantados, en los hogares sin NBI estas cifras son menores llegando al 33% respectivamente.

Mediante la encuesta realizada se han recabado datos sobre indicadores socioeconómicos utilizado por el INDEC.

Las cifras correspondientes a hogares NBI del total de 80 casos son del 20%. Este resultado fue obtenido por medio de la encuesta en donde se realizó una serie de preguntas relacionadas con las condiciones de vivienda y por medio de la cual la mayoría hace referencia a la condición de hacinamiento; cantidad de integrantes del hogar:

Más de tres personas, que conviven en un solo ambiente.

Gráfico N°14 - Condición socioeconómica y lactancia materna actual

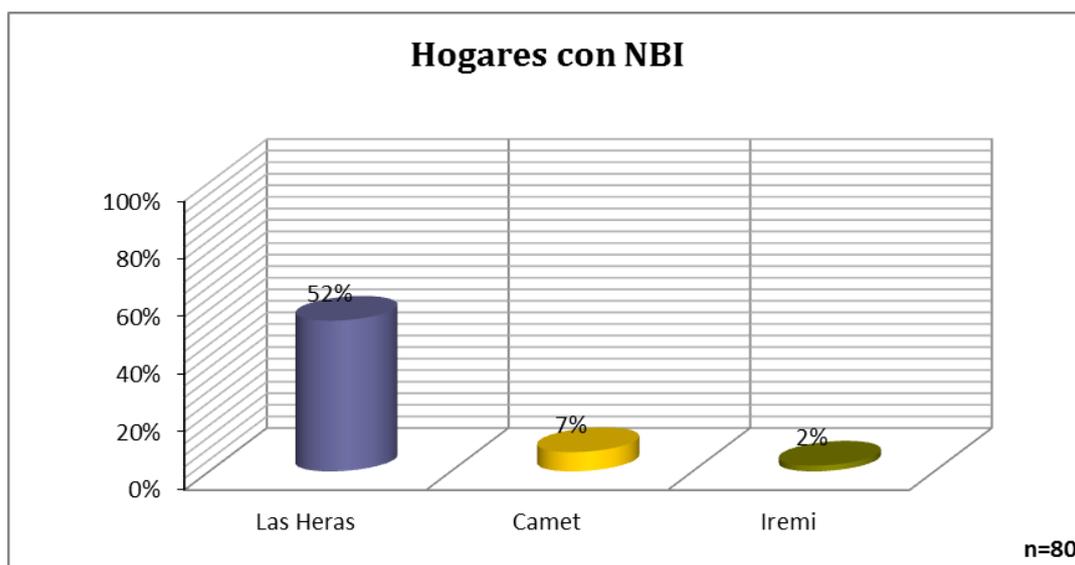


Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

Encontramos diferencias entre los distintos hogares de niños encuestados según al Centro de Salud al que asisten. Mientras que en el CAPS de Las Heras un poco más de los niños y madres entrevistados pertenecían a un hogar con alguna necesidad básica insatisfecha la mayor parte de ellos haciendo referencia a las condiciones de hacinamiento, en los CAPS de Estación Camet e IREMI estas cifras disminuyen notablemente. Los datos obtenidos indican que no existe una diferencia a nivel desarrollo neuromotor y Necesidades Básicas Insatisfechas, ninguno de los niños que no lograron pasar el resultado del test global pertenecía a un hogar con necesidades insatisfechas. Y sólo un caso no resolvió la pauta “palabra frase”.

Al ser interrogadas las madres en la consulta sobre las características de la vivienda podemos describir que el material que predominó en el piso de las viviendas fue el mosaico, madera o baldosas, la mayoría propietario del terreno y vivienda, en el barrio

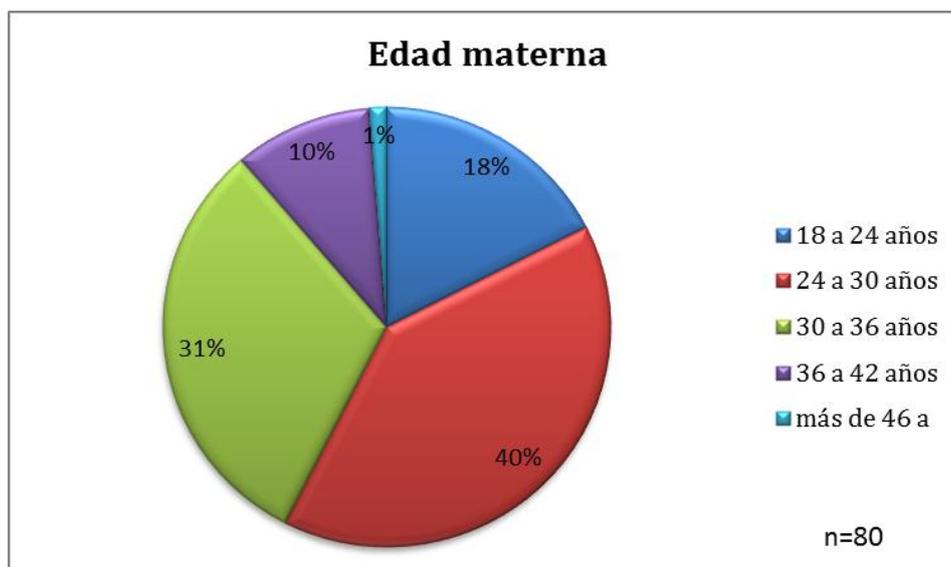
Gráfico N°15-Hogares con necesidades básicas insatisfechas según Centro Primario de Salud



Las Heras por ejemplo cedidos como terrenos fiscales. El gas más utilizado es en su forma envasada. La forma de abastecimiento de agua fue principalmente por cañería dentro de la vivienda. En cuanto a las características del baño casi la totalidad de los entrevistados cuentan con inodoro con o sin botón, cadena y arrastre de agua, en tanto una minoría reportó letrina y el 2,4% no tuvo baño. En relación al acceso a otros servicios básicos todos los hogares tienen acceso a red eléctrica.

Con respecto a otros factores que estarían implicados como condicionantes en lo referente a desarrollo e ingesta de hierro se ha indagado sobre las edades de las madres al momento de la entrevista.

Gráfico N°16 - Características maternas, edad

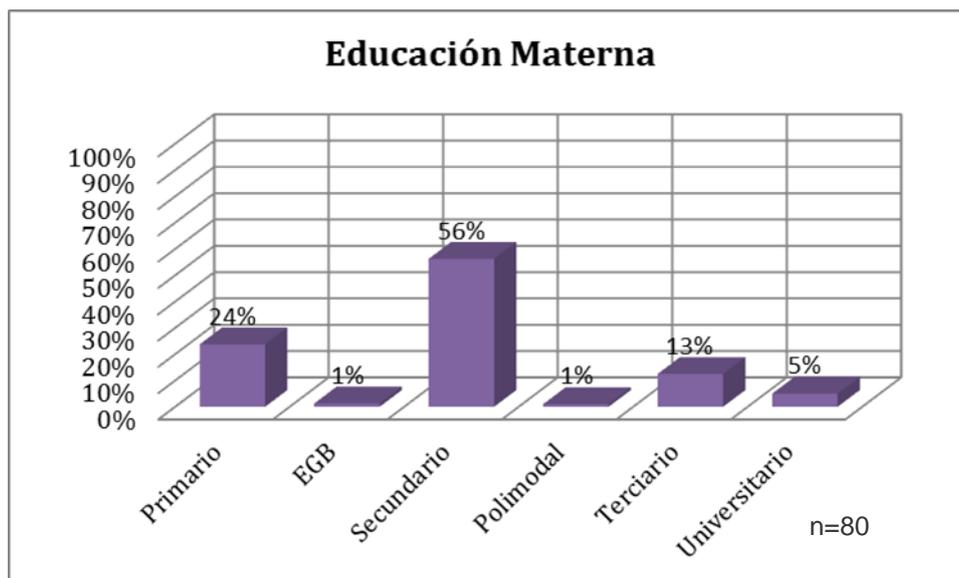


Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

Dentro de la población con la que se ha trabajado no se han hallado casos de madres menores de edad. Sólo tres casos corresponderían a menores de 21 años como edades mínimas y un solo caso de 47 años de edad como máxima.

Como resultado la mayoría de las madres entrevistadas en los CAPS IREMI y Estación Camet habrían alcanzado el nivel secundario y en menor porcentaje terciario y universitario. En el CAPS de Las Heras las madres aseguraron haber logrado ir a la primaria únicamente y sólo una minoría haber logrado acceder a un nivel mayor en cuanto a educación formal.

Gráfico N°17- Educación materna alcanzada CAPS IREMI, Las Heras y Estación Camet

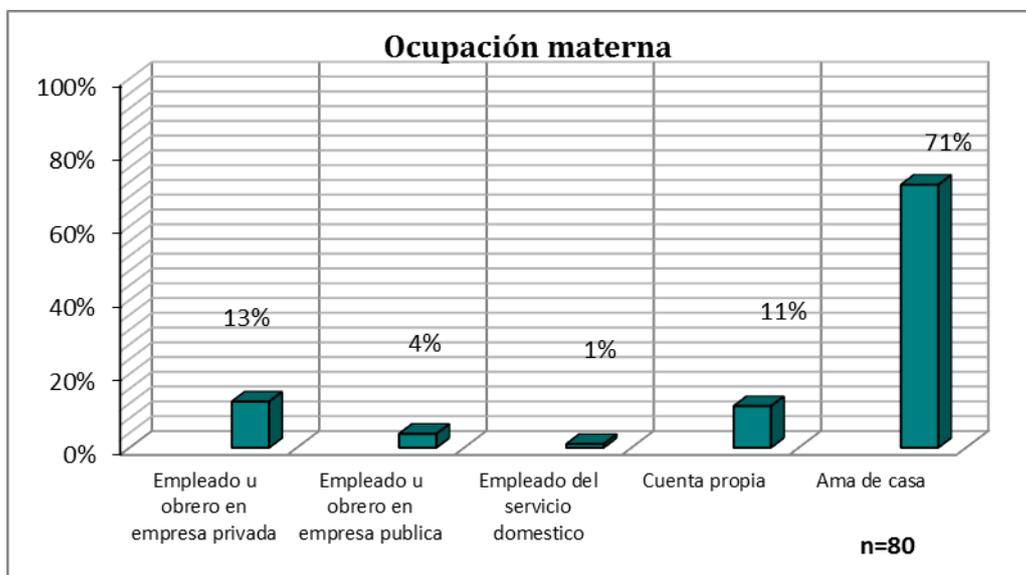


Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

Sus nociones sobre el cuidado nutricional de los niños eran similares tanto en aquellas con mayor y menor acceso educativo, no se encontraron diferencias con respecto al desarrollo de los niños, los cuales lograron pasar las distintas pautas neuromotoras esperables a la edad de dos años.

Mediante la entrevista también se logró obtener datos referentes a la ocupación de las madres, los resultados indicarían que el 71% de ellas dedicarían su tiempo al cuidado de

Gráfico N°18: Características maternas, ocupación



Fuente: Datos obtenidos por medio de las encuestas realizadas

los niños, por lo cual se podría deducir que son las que se encargan de su alimentación en forma exclusiva y quienes estimulan su crecimiento y desarrollo en las distintas áreas.

Conclusión

Se han obtenido los siguientes resultados sobre el test global de la PRUNAPE realizados a 15 niños en el CAPS Estación Camet al que asistieron al control correspondiente de los 24 meses de edad, y el que indica que no existen diferencias significativas entre aquellos que pasaron la prueba en relación con aquellos que fallaron, en cuanto a ingesta total de hierro, hierro biodisponible y hierro hemínico. Los datos presentados en este trabajo ponen de manifiesto si una relación en la ingesta de Vitamina C siendo mayor su ingesta entre aquellos que lograron aprobar en comparación a aquellos que fracasaron en el resultado global de mencionado test de desarrollo.

De manera aislada, fue analizada aquella pauta que más fracasos ha presentado como es el caso de “palabra frase” dentro del área del lenguaje y en el que realizada sobre los 80 niños que concurrieron a los CAPS Estación Camet, IREMI y Las Heras de los cuales 70 habrían pasado la prueba se observa una correlación en los resultados para hierro biodisponible, hierro total y Vitamina C con una mayor ingesta en el grupo de niños que logran pasar la prueba en comparación a aquellos que no lo lograron, aceptando la hipótesis alternativa H_a .

El consumo de hierro no hemínico, en este grupo de niños, es mayor que el de hierro hemínico dándole relevancia a la ingesta de factores favorecedores de su absorción como es el ácido ascórbico.

Los datos recabados por medio de la encuesta fueron respondidos por las madres que concurrieron a los distintos Centros de Atención y cuya información difícilmente esté libre de errores ya que se ha hecho evidente en algunos casos la dificultad que manifestaban sobre el registro de la cantidad o calidad de alimentos ofrecidos, en algunas oportunidades exagerando las porciones ofrecidas, o no teniendo en cuenta el sobrante que queda en el plato y que el niño no consume.

Todos los factores tienen una gran importancia en el crecimiento y desarrollo, tanto en el núcleo familiar, el factor socioeconómico, la enseñanza formal e informal, cultural, los mitos, las costumbres y los gustos influyen en la alimentación que se ofrece.

Se ha observado la necesidad de incrementar algunas temáticas referentes a educación alimentaria ya que la mayoría de las madres hacen referencia solo a las legumbres, específicamente a las lentejas como único alimento con aporte de hierro, sin tener en cuenta la mayor fuente de éste elemento en su forma biodisponible en las carnes, que con dificultad es consumida a esta edad ya que la opción principal elegida por éstos a la hora de la comida son los cereales; arroz, fideos; de menor costo, mayor acceso y por el que posiblemente se estén cubriendo la cantidad de calorías diarias

necesarias pero no así minerales y vitaminas lo que se vería reflejado en los altos valores encontrados de niños con baja talla para la edad.

Es necesario como profesionales en este nivel de atención primaria la acción de promover buenos hábitos alimentarios como el ofrecer varias veces un mismo alimento en distintas preparaciones y que el plato contenga distintos colores y texturas y proponer a las madres insistan en la oferta, ya que éste período es el de las incorporaciones alimenticias tan importantes a esta edad y no quedarse con el “no le gustó”.

Fomentar propuestas prácticas en talleres participativos destinados al grupo familiar sobre alimentos fuente de hierro, formas de combinación, de cocción y su importancia en la fisiología de nuestro cuerpo.

Trabajar en forma conjunta con pediatras, terapeutas ocupacionales, fonoaudiólogos con el fin de conocer principalmente a cada integrante que concurre al Centro de Atención y de esta manera resolver las necesidades reales que las familias tienen, esta labor tan difícil de implementar en algunos lugares por la gran demanda que existe, es posible de llevar a cabo con estrategias que atiendan a acciones acordes a la situación.

En los centro de atención que han participado en el trabajo se realiza esta labor identificando aquellos niños que presentan alguna dificultad en su desarrollo y posteriormente el equipo de profesionales trabaja con el niño y su familia.

El test de la PRUNAPE es muy útil para la detección de problemas inaparentes del desarrollo en el primer nivel de atención y según las estadísticas manejadas por el equipo de investigación el 50% de los trastornos pasan desapercibidos en la consulta habitual. La Sociedad Argentina de Pediatría recomienda su uso al menos dos veces antes de los seis años de vida, en niños sin riesgo de padecer problemas del desarrollo, y una vez por año en los niños que fueron prematuros, de bajo peso, antecedente de trastorno inmediato al nacimiento o si el pediatra así lo determina.

Después de los dos años las consultas en los CAPS se realizan en forma esporádica y algunos problemas pueden pasar por alto a la mirada de los padres, si bien son los mejores observadores del crecimiento y el desarrollo diario de sus hijos, esta tarea también podría ser encausada por docentes en el período preescolar.

De esta manera quedaría abierta la posibilidad de ampliar y profundizar aún más en ésta temática abordada como lo es el desarrollo de nuestros niños en relación con la alimentación, de generar otros destinados a la investigación y políticas que permitan el acceso a todos los alimentos en cantidad y calidad necesarias y que promuevan el crecimiento de los niños de manera adecuada y un futuro en el que sea posible el

logro máximo de sus potencialidades físicas y mentales. Recordemos que un diagnóstico temprano permite mejorar la respuesta al tratamiento, reducir la deserción escolar y la desocupación a causa de la discapacidad y disminuir la repercusión del problema en la vida adulta.

Bibliografía sugerida

- Aguilar; Ma José, *Lactancia Materna*. Tratado de Enfermería infantil. Cuidados Pediátricos. Ed 2003.
- American Academy of Pediatrics. Committee on nutrition; Iron balance and requirements in infancy. *Pediatrics*, Jan 1969, 134-142, Vol 43, No. 1
- Andrews SC, Arosio P, Bottke W. Structure function and evolution of functions of ferritins. *J Inorg Biochem* 1992; 47:161-74.
- Andrews NC, Bridge KR. Disorders of iron metabolism and sideroblastic anemia. En: *Nathan and Oski's Hematology of infancy and childhood*. 5th ed. Philadelphia: WB Saunders, 1998:423-61.
- Bayley N. Bayley scales of infant development. New York: *Psychological Corporation*; 1969
- Beard J. Recent evidence from human and animal studies regarding iron status and infant development. *J Nutr* 2007; 308-315. Abstract
- Bentley DP. Iron metabolism and anemia in pregnancy. *Clin Haematol* 1985;14:613-28.
- Blanco Antonio. *Química biológica*. Edición 2001
- Brazelton T. Berry. *Su hijo, momentos claves en su desarrollo*. Cap 12. Ed 1994.
- Bothwell TH, Charlton RW, Cook JD, Finch CA. Iron metabolism in man. London: *Blackwell Scientific*, 1979 Brune M, Rossander L. Hallberg L. Iron absorption and phenolic compounds, importance of different phenolic structures. *Eur J Clin Nutr* 1989; 43:547-58.
- Bothwell TH, Charlton RW, Cook JD, Finch CA. Iron metabolism in man. London: *Blackwell Scientific*, 1979
- Castro del Pozo S. *Metabolismo del hierro normal y patológico*. Segunda edición. Masson. Barcelona. España. 1995.
- Calvo EB, Gnazzo N. Prevalence of iron deficiency in children aged 9-24 mo from a large urban area of Argentina. *Am J Clin Nutr*. 1990 Sep;52(3):534-40
- Conrad ME, Umbreit JN. A concise review: iron absorption the mucin mobiliferrin integrin pathway. A competitive pathway for metal absorption. *Am J Haematol* 1993;42:67-9
- Dallman P. *Iron. Present knowledge in nutrition*. Sixth edition. International Life Sciences Institute. ILSI. North América. 1990^a.
- Dallman PR. Hierro. En: *Conocimientos actuales sobre Nutrición*. 6ta ed. Washington DC: OPS, ILSI, 1991:277-88.
- Dallman P, Siimes M. *Iron deficiency in infancy and childhood*. Report of the International Nutritional Anemia Consultative Group (INACG). Library of Congress, 1985.
- Elk, Grove American Academy of Paediatrics, 2004. *Paediatrics Nutrition Handbook*. 5^a ed.
- Fairbanks V, Klee G. Biochemical aspects of hematology. En: *Textbook of clinical chemistry*. Tietz. Philadelphia: WB Saunders, 1986.
- Fernández H. Elementos de grupo VIII. *Química general e inorgánica*. Ed. Losada. Buenos Aires. Argentina. 1978.
- Finch C. Regulators of iron balance in human. *Blood* 1994;84:1697-700

- Finch C, Huebers H, Eng M, Miller L. Effect of transfused reticulocytes on iron exchange. *Blood* 1982;59:364-9.
- Frankenburg, WK.; Dodds, JB. The Denver developmental Screening Test, DDST. *Journal of Pediatrics*
- FUNDACREDESA. Indicadores de situación de vida. Movilidad social años 1995-2001. *Estudio Nacional, Ministerio de Salud y Desarrollo Social*. Caracas: FUNDACREDESA; 2001
- Gardner G, Edgerton R, Senewiratne B, Barnad J, Ohira Y. Physical work capacity and metabolic stress in subjects with iron deficiency anemia. *Am J Clin Nutr* 1977; 910-917.
- Gibson R. Principles of nutritional assessment. *Oxford University Press*. New York. USA. 1990.
- Gillooly M, Bothwell TH. Factors affecting the absorption of iron from cereals. *Br J Nutr* 1984;51:37-9.
- Gimferrer E, Ubeda J, Royo MT. El Receptor de la transferrina. *Bioferrum* 1996;1:49-50.
- Hallberg L, Rossander L, Skauberg AB. Phytates and the morbidity effect of bran on iron absorption in man. *Am J Clin Nutr* 1987;45:988-96.
- Hentze MW. Iron regulatory factor - the conductor of cellular iron regulation. 27th Annual Course. *Advan Haematol* 1993:36-48.
- Hernández Rita M. Portugués, Socorro Rodríguez Aragonés. *Manual Operativo para la estimulación del crecimiento y desarrollo del niño*.
- Johnson SP. *The nature of cognitive development*. Trends Cogn Sci 2003
- Kretchmer N, Beard JL, Carlson S. The role of nutrition in the development of normal cognition. *Am J Clin Nutr* 1996
- Lanzkowski P. Metabolismo del hierro y anemia ferripriva. En: *Hematología pediátrica*. 3a ed. La Habana: 1985:121-93. (Edición Revolucionaria).
- Lee GR, Herbert V. Nutritional factors in the production and function of erythrocytes. En: *Wintrobe's Clinical Hematology*. 10th ed. Baltimore: William and Wilkins, 1998:228-66.
- Lönnerdal B, Dewey KG. Epidemiología de la deficiencia de hierro en lactantes y niños. *An Nestlé* 1995
- Lozoff B, Brittenham GM. Iron deficiency anemia and iron therapy effects on infant developmental test performance. *Pediatrics* 1987
- Lozoff B, Jiménez E, Hagen J, Mollen E, Wolf AW. Poorer behavioral and developmental outcome more than 10 years after treatment for iron deficiency in infancy. *Pediatrics* 2000; 105: E51. Full text
- Lyons-Ruth K, Connell DB, Grunebaum HU. Infants at social risk: maternal depression and family support services as mediators of infant development and security of attachment. *Child Dev* 1991;
- Maeyer E de. *Preventing and controlling iron deficiency anaemia through primary health care*. Génova: 1989. World Health Organization
- Nelson, *Tratado de Pediatría*. Cap II
- O'Donell y col. Deficiencia de hierro. *Desnutrición oculta en América Latina*.

Organización Panamericana de la Salud. *Manual para la vigilancia del desarrollo infantil en el contexto de AIEPI. 2007*

Lejarraga H P, Kelmansky D , Pascucci MC , Salamanco G, *Prueba Nacional de Pesquisa, Manual Técnico.* Fundación Hospital de Pediatría Prof. Dr. Juan P. Garrahan

Refsun AB, Schreiner BBI. Regulation of iron balance by absorption and excretion. *Scand J Gastroenterol* 1984;19:867-74.

Rothenberger S, Müllner EW, Kühn C. The mRNA binding protein which controls ferritin and transferrin receptor expression is conserved during evolution. *Nucleic Acids Res* 1990

Ruth, A. *Lactancia Materna.* Una guía para la profesión médica. Edición 6ta.

Samerhoff AJ, Seifer R, Barocas PB, Zack M, Greenspan S. IQ scores for 4-year-old children: Social and environmental risk factors. *Pediatrics* 1987;

Secretaría de Salud México, *Bases técnicas para la suplementación con vitaminas y minerales en la infancia y adolescencia,* D.F. Primera edición, 2003.

Segmentos de la publicación *CARING FOR YOUR BABY AND YOUNG CHILD,* © 2004 de la *Academia Nacional de Pediatría* (American Academy of Pediatrics).

Stanco Gilda G., Funcionamiento intelectual y rendimiento escolar en niños con anemia y deficiencia de hierro *Rev Colombia Médica Vol38 . 2007*

Strauss R. Iron deficiency, infections and immune function: a reassessment. *Am J Clin Nutr* 1978

The Nutritional Foundation. Iron Deficiency in infancy and childhood. *A report of the International Nutritional Anemia Consultative Group.* New York, 1979.

Thompson RA, Nelson CA. Developmental science and the media. Early brain development. *Am Psychol* 2001; 347-349.

Torresani M. E. *Cuidado Nutricional Pediátrico,* Editorial Eudeba. Pag 269

Uzel C, Conrad ME. Absorption of heme iron. *Semin Hematol* 1998

Validación de la prueba nacional de pesquisa de trastornos de desarrollo psicomotor en niños menores de 6 años. *Arch. Pediatr*

Walter T, De Andraca I, Chadud P, Perales CG. Iron deficiency anemia: Adverse effects on infant psychomotor development. *Pediatrics* 1989;

Weinberg E. Infection and iron metabolism. *Am J Clin Nutr* 1977; 1485-1490.

Wick M, Pinggera W, Lehmann P. *Iron metabolism, diagnosis and therapy of anemias.* 3th ed. New York: Springer, 1996.

Worwood M. Regulación del metabolismo del hierro. *An Nestlé* 1995;53:1-11.

Yu GS, Steinkirchner TM, Rao GA, Larkin EC. Effect of prenatal iron deficiency on myelination in rat pups. *Am J Pathol* 1986; 41-58. Abstract

Sitios consultados

<http://msal.gov.ar/hm/Site/ennys/site/default.asp>

Encuesta Nacional de Nutrición y Salud 2007

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000584.htm#Síntomas>

MedlinePlus, Enciclopedia Médica.

<http://www.garrahan.gov.ar/index.php/equipo-de-salud/prueba-nacional-de-pesquisa-prunape>

PRUNAPE, Hospital Garrahan

ANEXO

CAPS Estación Camet Resultados obtenidos sobre test global:

Prueba t para dos muestras independientes hierro hemínico

Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones	con datos	per sin datos	per	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
fe hemínico-NP	4	0	4		0,000	0,480	0,358	0,238
fe hemínico-P	11	0	11		0,130	0,560	0,338	0,159

Prueba t para dos muestras independientes / Prueba bilateral:

Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 95%:
] -0,337 ; 0,375 [

Diferencia	0,019
t (Valor observado)	0,150
t (Valor crítico)	2,772
GDL	4
p-valor (bilateral)	0,888
alfa	0,05

El número de grados de libertad es aproximado por el fórmula de Welch-Satterthwaite

Interpretación de la prueba:

H0: La diferencia entre las medias es igual a 0.

Ha: La diferencia entre las medias es diferente de 0.

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación alfa=0,05, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 88,77%.

n=15

Prueba t para dos muestras independientes hierro biodisponible

Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones	con datos	per sin datos	per	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
hierro biodisp- NP	4	0	4		0,140	0,338	0,265	0,086
hierro biodisp-P	11	0	11		0,101	0,620	0,347	0,166

Prueba t para dos muestras independientes / Prueba bilateral:

Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 95%:
] -0,228 ; 0,064 [

Diferencia	-0,082
t (Valor observado)	-1,245
t (Valor crítico)	2,209
GDL	11
p-valor (bilateral)	0,240
alfa	0,05

El número de grados de libertad es aproximado por el fórmula de Welch-Satterthwaite

Interpretación de la prueba:

H0: La diferencia entre las medias es igual a 0.

Ha: La diferencia entre las medias es diferente de 0.

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación alfa=0,05, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 23,96%.

n=15

Prueba t para dos muestras independientes hierro total

Estadísticas descriptivas:									
Variable	Observaciones	con datos	per sin datos	per	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	
Cant Fe T NP	4	0	4		4,700	7,930	6,500	1,336	
Cant Fe T	11	0	11		3,110	12,700	7,747	2,815	

Prueba t para dos muestras independientes / Prueba bilateral:

Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 95%:
] -3,612 ; 1,117 [

Diferencia	-1,247
t (Valor observado)	-1,155
t (Valor crítico)	2,189
GDL	12
p-valor (bilateral)	0,272
alfa	0,05

El número de grados de libertad es aproximado por el fórmula de Welch-Satterthwaite

Interpretación de la prueba:
 H0: La diferencia entre las medias es igual a 0.
 Ha: La diferencia entre las medias es diferente de 0.
 Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación alfa=0,05, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.
 El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 27,16%.

n=15

Prueba t para dos muestras independientes Vitamina C

Estadísticas descriptivas:									
Variable	Observaciones	con datos	per sin datos	per	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	
Cant VC t Np	4	0	4		0,000	25,650	6,768	12,593	
Cant VC t	11	0	11		0,000	135,770	36,171	38,071	

Prueba t para dos muestras independientes / Prueba bilateral:

Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 95%:
] -57,688 ; -1,119 [

Diferencia	-29,403
t (Valor observado)	-2,246
t (Valor crítico)	2,160
GDL	13
p-valor (bilateral)	0,043
alfa	0,05

El número de grados de libertad es aproximado por el fórmula de Welch-Satterthwaite

Interpretación de la prueba:
 H0: La diferencia entre las medias es igual a 0.
 Ha: La diferencia entre las medias es diferente de 0.
 Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación alfa=0,05, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.
 El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es menor que 4,27%.

n=15

Resultado obtenido pauta "Palabra Frase" Prueba t para dos muestras independientes fe biodisponible

Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	esviación típica
fe biodisp P	70	0,101	1,053	0,455	0,215
fe biodisp	10	0,140	0,478	0,293	0,088

Prueba t para dos muestras independientes / Prueba bilateral:

Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 95%:
] 0,024; 0,300 [

Diferencia	0,162
t (Valor observado)	2,337
t (Valor crítico)	1,991
GDL	78
p-valor (bilateral)	0,022
alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La diferencia entre las medias es igual a 0.

Ha: La diferencia entre las medias es diferente de 0.

Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es menor que 2,20%.

n=80

Prueba t para dos muestras independientes hierro total

Estadísticas descriptivas:

Variable	Observaciones	is. con datos perd	sin datos per	Mínimo	Máximo	Media	esviación típica
Cant Fe T P	70	0	70	3,110	18,880	9,154	3,946
Cant Fe T	10	0	10	4,690	10,400	6,386	1,742

Prueba t para dos muestras independientes / Prueba bilateral:

Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 95%:
] 1,276; 4,262 [

Diferencia	2,769
t (Valor observado)	3,817
t (Valor crítico)	2,058
GDL	25
p-valor (bilateral)	0,001
alfa	0,05

El número de grados de libertad es aproximado por el fórmula de Welch-Satterthwaite

Interpretación de la prueba:

H0: La diferencia entre las medias es igual a 0.

Ha: La diferencia entre las medias es diferente de 0.

Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es menor que 0,08%.

n=80

Prueba t valor para dos muestras independientes Vitamina C

Estadísticas descriptivas:							
Variable	Observaciones	is. con datos perdidos	sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	esviación típica
Cant VC t P	70	0	70	0,000	135,770	33,403	27,314
Cant VC t	10	0	10	0,000	25,940	12,867	11,574

Prueba t para dos muestras independientes / Prueba bilateral:

Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 95%:
] 10,469; 30,602 [

Diferencia	20,536
t (Valor observado)	4,187
t (Valor crítico)	2,053
GDL	27
p-valor (bilateral)	0,000
alfa	0,05

El número de grados de libertad es aproximado por el fórmula de Welch-Satterthwaite

Interpretación de la prueba:
 H0: La diferencia entre las medias es igual a 0.
 Ha: La diferencia entre las medias es diferente de 0.
 Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.
 El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es menor que 0,03%.

n=80

Prueba t para dos muestras independientes Fe hemínico

Estadísticas descriptivas:							
Variable	Observaciones	con datos perdidos	sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	esviación típica
fe hemínico - P	70	0	70	0,049	1,710	0,427	0,326
fe hemínico- NP	10	0	10	0,000	0,730	0,352	0,209

Prueba t para dos muestras independientes / Prueba bilateral:

Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 95%:
] -0,137 ; 0,287 [

Diferencia	0,075
t (Valor observado)	0,700
t (Valor crítico)	1,991
GDL	78
p-valor (bilatera)	0,486
alfa	0,05

Interpretación de la prueba:
 H0: La diferencia entre las medias es igual a 0.
 Ha: La diferencia entre las medias es diferente de 0.
 Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.
 El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 48,57%.

n=80

Materiales PRUNAPE



Formulario de aplicación

