
Concentración de hemoglobina y nutrientes en adolescentes de clase social media. Relación con el rendimiento académico.

Cecilia Carruyo-Vizcaíno¹, Gilberto Vizcaíno², María Diez- Ewald², Melvis Arteaga-Vizcaíno² y Enrique Torres-Guerra².

¹Sección de Orientación, Oficina de Educación Médica, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia y ²Instituto de Investigaciones Clínicas, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, Apartado 1151, Maracaibo, Venezuela.

Palabras claves: Hemoglobina, hierro, ácido fólico, vitamina B₁₂, adolescentes, rendimiento académico.

Resumen. Se estudiaron las concentraciones de hemoglobina y nutrientes séricos necesarios para la eritropoyesis (hierro, ácido fólico y vitamina B₁₂) de 213 adolescentes de clase social media (112 de sexo masculino y 101 de sexo femenino), y su relación con el rendimiento académico. Como indicadores del rendimiento estudiantil se emplearon el Promedio Final de notas y el Índice de rendimiento académico (I.R.A.) obtenido por la relación entre el número de materias aprobadas sobre el total de materias cursadas. La frecuencia de anemia fue de 10,7% en los varones y 5,9% en las mujeres. Se encontró una alta prevalencia de deficiencia de hierro (hierro sérico: 16,6%) y de ácido fólico (14,2%) en el total de la población estudiada, con mayor predominio en el sexo femenino. El 31,25% de los varones y el 17,82% de las mujeres resultaron aplazados en una o más materias. El promedio final de notas fue de 13,3± 2,3 para el sexo masculino y 15,0 ± 2,3 para el sexo femenino. Con la excepción de los varones anémicos, cuyo I.R.A. fue más bajo que el resto de la población ($p < 0,05$), no se halló relación estrecha entre los individuos deficientes de nutrientes y los parámetros académicos. Sin embargo, al establecer la correlación entre valores mínimos normales de los parámetros bioquímicos con los académicos, se comprobó una relación significativa entre el I.R.A. y el status de hierro cuando se tomaron en cuenta aquellos individuos cuyo valor límite para la ferritina fue de 20 µg/L ($r = 0,411$, $p < 0,01$). Estos resultados demuestran que los adolescentes de clase social media presentan una alta incidencia de deficiencia de hierro y folato, cuya explicación puede

ser un aporte inadecuado de nutrientes en la dieta. Este déficit nutricional, especialmente en los varones y aquellos individuos con reserva de hierro moderadamente disminuida, en este grupo etario, pudiera influir si se toman en cuenta otras variables en un bajo rendimiento estudiantil.

Concentration of hemoglobin and nutrients in a medium income adolescent population and its relationship with academic achievement.

Invest Clin 36(3): 117-130, 1995.

Key words: Hemoglobin, iron, folic acid, vitamin B₁₂p, adolescents, academic achievement.

Abstract. Concentrations of hemoglobin and serum nutrients that participate in the erythropoiesis (iron, folic acid and vitamin B₁₂) were studied in 213 adolescents (112 male, 101 female) belonging to a medium income group that assisted at a private secondary educational institution. The purpose of the present work was to observe the hematologic and nutrient status in this group and its relationship with the academic achievement. The level of academic performance was determined using the Final mean grades (0 to 20 points scale) and the Academic Achievement index (A.A.I.) calculated as the ratio of approved courses over the total. A high prevalence of iron (16.6%) and folate (14.2%) deficiency was found in the total group with predominance in the female adolescents. It was noted a relationship between anemic men and A.A.I. ($p < 0.05$) and no other difference was observed between individuals with nutritional deficiency and their academic achievement. Therefore, when it was established as cut-off point 20 $\mu\text{g/L}$ for ferritin, a good correlation was found between iron status and academic achievement index ($r = 0.411$, $p < 0.01$). The hematologic and biochemical data were correlated with academic parameters. A positive correlation was obtained between A.A.I. and hemoglobin, total iron binding capacity (TIBC) in males. When using Final mean grades, a positive correlation was shown with folic acid (males) and vitamin B₁₂ (females). This work reveals a high incidence of iron and folate deficiency, specially in the female adolescent group. These findings may be due to an inadequate dietary intake combined with an increase of nutritional requirements and probably parasitic infestation. These factors may contribute to an impairment of the academic achievement. It will be important the assessment of iron and folate status of the adolescent for the normal and integral development of his cognitive and psychomotor functions.

Recibido: 14-3-95. Aceptado: 31-7-95.

INTRODUCCION

El estudio de los factores que inciden en el estado nutricional del individuo adolescente es importante porque en esta etapa de la vida se produce una aceleración de la velocidad del crecimiento, que provoca un aumento de las necesidades energéticas y de nutrientes indispensables en los diferentes procesos fisiológicos del organismo. Los adolescentes constituyen un grupo vulnerable al desarrollo de deficiencias nutricionales si estas necesidades no son cubiertas en forma satisfactoria.

La deficiencia de hierro es la causa más frecuente de anemia nutricional en el mundo, principalmente en el medio rural de los países en vías de desarrollo. En el medio urbano, esta deficiencia se encuentra especialmente en aquellos segmentos de población de bajas condiciones socioeconómicas y entre ellos los grupos más afectados son los niños, los adolescentes y las mujeres en edad reproductiva, en especial durante el embarazo (6, 16).

Además de los síntomas propios de la anemia, los sujetos con deficiencia de hierro pueden presentar una serie de alteraciones metabólicas debido al funcionamiento anormal de tejidos y enzimas que contienen hierro (16). El hierro es esencial para la síntesis y metabolismo de neurotransmisores (25, 27, 28, 29). En este sentido, su carencia contribuye a un deterioro del desarrollo psicomotor y de la función cognos-

citiva que se traduce en cambios de conducta, dificultad para el aprendizaje y menor rendimiento académico (7, 19, 21, 22, 23, 26, 30), con la consecuencia de que los efectos de la deficiencia de hierro pueden permanecer por largo tiempo a pesar de haberse corregido dicha deficiencia (5, 19, 30).

La causa más común de deficiencia de folato en el adolescente es la mala nutrición (6). Sin embargo, el alcohol y las drogas pueden inducir también esta deficiencia. Reviste especial interés el caso de la mujer adolescente, donde se ha encontrado tasas de déficit entre el 14 y 25% (10, 12) y si se considera que la frecuencia de embarazo en esta edad tiende a incrementarse, adquieren importancia capital los hallazgos de defectos del cierre del tubo neural en niños cuyas madres eran deficientes de este nutriente para el momento de la concepción (18). También se ha descrito retardo en el desarrollo de funciones cerebrales en lactantes alimentados exclusivamente con leche materna con carencia de esta vitamina (1). En Venezuela la deficiencia de folato se encuentra en más del 10% de los adultos (10, 12, 16).

La deficiencia nutricional de vitamina B12 es rara, se observa ocasionalmente en adolescentes y adultos con régimen alimentario carente de nutrientes de origen animal (6, 20).

En 1990, los autores (4) estudiaron un grupo de adolescentes que asistía a un instituto de educación pública y encontraron una alta pre-

valencia de deficiencia de hierro y folato además de un bajo rendimiento académico en la mayoría del grupo estudiado, sin poderse demostrar una correlación significativa entre estos parámetros. El propósito del presente trabajo fue estudiar las condiciones hematológicas y de nutrientes necesarios para la hematopoyesis, en un grupo de adolescentes de clase social media y observar su relación con el rendimiento académico. Al escoger una población adolescente de mejores recursos económicos y que asisten a un instituto de educación privada, se trató de obviar algunos factores socioeconómicos que incidieron directamente en el bajo rendimiento académico del estudio anteriormente mencionado.

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 213 alumnos de un universo de 1.150 adolescentes de clase social media que cursaban estudios de secundaria en un instituto educacional privado de la ciudad de Maracaibo, 112 eran de sexo masculino y 101 de sexo femenino, con edades comprendidas entre 12 y 17 años ($X = 13,76 \pm 1,32$ años). Se recogió una historia clínica que comprendió estado actual de salud, antecedentes clínicos personales y familiares y hábitos alimentarios. Con la debida autorización firmada por cada uno de los representantes, se procedió a realizar los estudios de laboratorio mediante extracción de sangre venosa en condiciones de

ayuno de más de 12 horas. Ninguno de los estudiantes había sido tratado con hematinicos un mes antes de la toma de la muestra.

Una parte de la sangre se mezcló con EDTA sódico para estudio hematológico de rutina, el cual fue realizado en un contador de células automatizado (Cell-Dyn 1400). Se practicó además, un extendido de sangre periférica para su estudio morfológico.

El resto de la sangre se colocó en tubos de vidrio sin anticoagulante y libres de hierro para la obtención de suero. Se practicaron las siguientes determinaciones: Hierro sérico, capacidad total de combinación del hierro (C.T.C.H.) por la técnica de Caraway (3), el porcentaje de saturación de la transferrina se calculó por la relación entre el hierro sérico sobre la C.T.C.H. multiplicada por 100. La ferritina, el ácido fólico y la vitamina B₁₂ fueron determinados mediante radioinmunoanálisis (Diagnostic Products Co.).

Los valores mínimos considerados como normales para cada parámetro fueron los siguientes: Hemoglobina: 13 g/dL para el sexo masculino y 12 g/dL para el sexo femenino; hierro sérico: 60 g/dL; C.T.C.H.: 250 µg/dL; porcentaje de saturación de la transferrina: 16%; ferritina: 12 µg/L; ácido fólico: 3µg/L y vitamina B₁₂ 150 µµg/L.

Se examinó el expediente académico de cada estudiante correspondiente al año escolar 1993-1994. El Índice de Rendimiento Académico (I.R.A.) se calculó de acuerdo a Ca-

rruyo y col (4) como la relación entre el número de materias aprobadas sobre el total de materias cursadas. El promedio final de notas (escala de 0 a 20 puntos, nota aprobatoria de la materia, 10 puntos) se determinó para cada alumno, después de promediar las calificaciones de cada materia cursada durante los tres lapsos del año escolar.

Los estudios estadísticos consistieron en el cálculo del coeficiente de correlación y probabilidad, esta última mediante las pruebas de x^2 y t de Student.

RESULTADOS

Los síntomas más frecuentes señalados en la historia clínica fueron trastornos digestivos y/o parasitarios (40,8%) y desórdenes alérgicos (30,0%). Los hábitos alimentarios revelaron ingestión adecuada de proteínas de origen animal, con el arroz, el queso y el plátano como factores comunes en la dieta de la mayoría estudiantil, sin embargo, la ingesta de vegetales, aunque frecuente, usualmente era bajo cocción y el consumo de frutas era escaso.

La Tabla I muestra los valores promedio de los parámetros de sangre periférica y de nutrientes, encontrándose todos dentro de límites normales. El extendido de sangre periférica mostró como hallazgo más sobresaliente, eosinofilia en el 40% de los casos estudiados, el cual estuvo relacionado en el 31,6% con antecedentes alérgicos o parasitarios.

En la Tabla II se presenta la frecuencia de déficit de los parámetros de laboratorio analizados. La frecuencia de anemia fue de 10,7% en los varones y 5,9% en las mujeres. A pesar que los hombres mostraron mayor frecuencia de anemia, solo el 16,6% presentó deficiencia de hierro, en cambio en el 83,3% de las mujeres anémicas se asoció con déficit de hierro. Se obtuvo una diferencia significativa a favor del sexo femenino cuando se compararon la frecuencia de deficiencia de hierro sérico (23,2%, $p < 0,05$) y saturación de la transferrina (21,6%, $p < 0,01$) con el sexo masculino (10,8% y 8,2% respectivamente). El resto de los parámetros no mostraron diferencias significativas. No obstante, la deficiencia de folato registró una frecuencia notable tanto en las mujeres (18%) como en los hombres (10,9%). La deficiencia de vitamina B₁₂ fue muy baja en los grupos estudiados.

El porcentaje de aplazados en una o más materias fue significativamente diferente en los varones (31,25%) que en las mujeres (17,82%). El I.R.A. reveló diferencia significativa entre ambos sexos ($0,88 \pm 0,2$ para los varones y $0,95 \pm 0,1$ para las mujeres, $p < 0,01$). El promedio final de notas mostró también igual comportamiento (13,3 \pm 2,3 puntos para el sexo masculino y 15,0 \pm 2,3 puntos para el sexo femenino, $p < 0,001$).

La Tabla III muestra el valor promedio para cada deficiencia, se observa en general que los promedios

TABLA I
NIVELES DE HEMOGLOBINA Y NUTRIENTES EN UNA POBLACION ESTUDIANTIL ADOLESCENTE DE CLASE MEDIA.

	Varones (112)*	Mujeres (101)	Total (213)
Hemoglobina (g/dL)	14,1± 1,01**	13,3± 0,77	13,8± 0,99
Hematocrito (%)	42,2± 3,02	39,9± 2,16	41,0± 2,60
Hierro sérico (µg/dL)	92,6± 28,2	82,1± 31,1	87,7± 30,0
C.T.C.H. (µg/dL)	348,1± 47,6	356,0± 50,8	351,8± 49,2
Saturación de transferrina (%)	27,1± 8,5	23,3± 8,7	25,3± 8,8
Ferritina (µg/L)	52,1± 34,2	39,3± 30,0	46,0± 32,8
Acido fólico (µg/L)	6,22 ± 3,2	5,88± 3,4	6,06± 3,31
Vitamina B ₁₂ (µµg/L)	461± 181	491± 216	475± 198

* Número de casos.

** Los valores corresponden al promedio ± desviación estándar.

C.T.C.H: Capacidad total de combinación del hierro.

deficientes son moderados a leves y con excepción del ácido fólico son más acentuados en el sexo femenino.

La Tabla IV muestra los valores promedio del I.R.A. para cada parámetro de laboratorio en individuos deficientes y no deficientes; puede notarse que hubo diferencia significativa en los varones anémicos al compararlos con los no anémicos ($p < 0,05$) y con el total de adolescentes no deficientes ($p < 0,01$). En el resto de los nutrientes, aunque se observó un mejor índice de rendimiento en los no deficientes, no se encontraron diferencias significativas. La Tabla V expresa el promedio final de notas de los adolescentes deficientes y no deficientes de nutrientes y aunque no se halló dife-

rencia significativa en ninguno de los parámetros de laboratorio, los individuos no deficientes y las mujeres presentaron mayor promedio de notas que los deficientes y los del sexo masculino.

Al correlacionar el I.R.A. con los parámetros de laboratorio se observó relación positiva con la concentración de hemoglobina y la C.T.C.H. en los varones. Es importante señalar que al correlacionar el I.R.A. con los niveles de ferritina menores de 20 µg/L se obtuvo una correlación positiva y significativa ($r = 0,411$, $p < 0,01$).

La correlación entre el promedio final de notas con los nutrientes, fue positiva y significativa con el ácido fólico en los hombres y vitamina B₁₂ en las mujeres y negativa con la

TABLA II
FRECUENCIA DE DEFICIT DE HEMOGLOBINA Y
NUTRIENTES EN ADOLESCENTES.

	Varones	Mujeres	p	Total
Hemoglobina*	10,7 ** (112)	5,9 (101)	N.S.	3,3 (213)
Hierro sérico <60 µg/dL	10,8 (111)	23,2 (99)	<0,05	16,6 (210)
Saturación de transferrina <16%	8,2 (110)	21,6 (97)	<0,01	14,4 (207)
Ferritina <12 µg/L	4,5 (111)	7,9 (101)	N.S.	6,1 (212)
Acido fólico <3 µg/L	10,9 (110)	18,0 (100)	N.S.	14,2 (210)
Vitamina B ₁₂ <150µµ g/L	0,0 (110)	1,0 (100)	N.S.	0,48 (210)

() Número de casos.

* Niveles mínimos normales de hemoglobina: 13 g/dL para el sexo masculino y 12 g/dL para el sexo femenino.

** Los valores representan el porcentaje de deficiencia.

hemoglobina en el sexo femenino. Se halló además correlación negativa y significativa al comparar las calificaciones con la hemoglobina, hierro y ferritina en el total de la población.

DISCUSION

Los hallazgos del presente trabajo muestran una población estudiantil adolescente de clase social media con una alta prevalencia de deficiencia de hierro y folato especialmente en el sexo femenino. El rendimiento académico revela que la mayoría de los estudiantes no

presenta dificultades en el proceso enseñanza-aprendizaje correspondiente a un instituto privado de educación secundaria aunque se notó un mayor rendimiento en el sexo femenino. Los estudios realizados en diferentes grupos etarios, pero predominantemente en niños, conducentes a comparar el status de hierro con el funcionalismo cerebral, utilizan pruebas que miden funciones mentales, psicomotoras y cognoscitivas y que expresan generalmente el coeficiente intelectual (19, 23, 26, 30). Sin embargo, a pesar de que estas pruebas revelan una estrecha relación con el status de hierro, pueden desestimar o mal

TABLA III
VALOR PROMEDIO DE LOS PARAMETROS DE LABORATORIO
EN ADOLESCENTES CON DEFICIENCIA DE NUTRIENTES.

	Varones	Mujeres	Total
Hemoglobina (g/dL)	12,5 ± 0,3* (12)	11,4 ± 0,3 (6)	12,2 ± 0,6 (18)
Hierro sérico (µg/dL)	48,1 ± 7,3 (12)	44,2 ± 10,9 (23)	45,5 ± 9,9 (35)
C.T.C.H (mg/dL)	420,8 ± 34,6 (18)	417,3 ± 23,5 (23)	418,8 ± 28,6 (41)
Saturación de transferrina (%)	12,5 ± 2,4 (10)	11,9 ± 2,8 (22)	12,3 ± 2,5 (32)
Ferritina (µg/L)	9,0 ± 3,3 (4)	8,0 ± 2,6 (7)	8,4 ± 2,7 (11)
Acido fólico (µg/L)	1,7 ± 0,8 (12)	2,1 ± 0,7 (18)	1,9 ± 0,9 (30)
Vitamina B ₁₂ (µµg/L)	----	120 (1)	120 (1)

() Número de casos.

* Los valores corresponden al promedio desviación estandar.

C.T.C.H: Capacidad total de combinación del Hierro.

interpretar una serie de factores que intervienen entre el status de hierro y funciones cerebrales (14), así como también se da el caso de que las variables psicoeducacionales no muestren diferencias en el tiempo entre individuos deficientes de hierro después del tratamiento de los sujetos tratados con placebo (23). En vista de que el aprendizaje escolar es un proceso complejo y dinámico, el cual es influenciado por una serie de factores tales como aptitudes, tiempo para las tareas escolares, perseverancia y calidad de la

instrucción (23), en el presente estudio se utilizaron como instrumentos para determinar el rendimiento académico, el promedio final de notas y el Índice de Rendimiento Académico (I.R.A.) que se considera revelan el desempeño estudiantil durante un lapso prolongado de tiempo.

Si se comparan estos resultados con un estudio anterior realizado en adolescentes de bajos recursos económicos (clase social pobre) (4), se observa que no existe variación importante en los valores de los para-

TABLA IV
INDICE DE RENDIMIENTO ACADEMICO (IRA) EN ADOLESCENTES
DEFICIENTES Y NO DEFICIENTES DE NUTRIENTES.

Nutriente	Indice de Rendimiento Académico					
	Varones		Mujeres		Total	
	Def.	No. Def.	Def.	No. Def.	Def.	No. Def.
	X ± D.E.		X ± D.E.		X ± D.E.	
Hemoglobina	0,77± 0,3 (12)	0,90± 0,2* (100)	0,92± 0,1 (6)	0,95± 0,1 (95)	0,84± 0,2 (18)	0,92± 0,1** (195)
Hierro	0,81± 0,2 (12)	0,89± 0,2 (99)	0,95± 0,1 (23)	0,95± 0,1 (76)	0,91± 0,2 (35)	0,92± 0,2 (175)
C.T.C.H	0,96± 0,1 (18)	0,87± 0,2 (92)	0,94± 0,1 (23)	0,96± 0,1 (74)	0,95± 0,1 (41)	0,91± 0,2 (166)
Sat.						
Transferr.	0,78± 0,2 (10)	0,89± 0,2 (100)	0,96± 0,1 (22)	0,95± 0,1 (75)	0,87± 0,2 (32)	0,92± 0,2 (175)
Ferritina	0,81± 0,2 (4)	0,89± 0,2 (106)	0,87± 0,1 (7)	0,96± 0,1 (93)	0,85± 0,2 (11)	0,92± 0,2 (199)
Acido Fólico	0,87± 0,2 (12)	0,89± 0,2 (98)	0,92± 0,1 (18)	0,96± 0,1 (82)	0,89± 0,2 (30)	0,92± 0,2 (180)

* p< 0,05 al comparar varones deficientes y no deficientes.

** p< 0,01 al comparar con varones deficientes.

() Número de casos.

Los valores mínimos normales para cada nutrientes están detallados en la sección de Materiales y Métodos.

métros hematológicos estudiados. A pesar de una menor frecuencia de anemia en el grupo de clase social media (8,5% vs 3,3%) y con la excepción de la ferritina y la vitamina B₁₂ cuyas prevalencias fueron más notables en los de clase social pobre, el resto de los parámetros mostraron deficiencias similares. Los parámetros académicos (I.R.A. y promedio final de notas) resultaron significativamente mayores en los alum-

nos de clase social media que en aquellos de bajos ingresos económicos. Estos datos demuestran que las deficiencias de hierro y folato son frecuentes en los adolescentes sin distinción de estratos sociales. Estos resultados también son semejantes a estudios anteriores realizados por Fossi y col (12) en otras regiones del país, pero son menores que en el estudio realizado para el Estado Zulia dentro del Proyecto Venezuela

TABLA V
PROMEDIO FINAL DE NOTAS EN ADOLESCENTES DEFICIENTES
Y NO DEFICIENTES DE NUTRIENTES.

Nutriente	Promedio Final de Notas					
	Varones		Mujeres		Total	
	Def.	No. Def.	Def.	No. Def.	Def.	No. Def.
	X ± D.E.		X ± D.E.		X ± D.E.	
Hemoglobina	13,2±2,9 (12)	13,3±2,2 (100)	15,5±2,5 (6)	14,9±2,3 (95)	14,3±2,7 (18)	14,1±2,4 (195)
Hierro	12,8±2,9 (12)	13,4±2,2 (99)	15,6±2,5 (23)	14,8±2,3 (76)	14,2±2,8 (35)	14,1±2,4 (75)
C.T.C.H	13,9±2,1 (18)	13,2±2,3 (92)	14,9±2,1 (23)	15,0±2,5 (77)	14,4±2,8 (41)	14,1±2,4 (166)
Sat.						
Transferr.	12,8±3,1 (10)	13,4±2,2 (100)	15,6±2,4 (22)	14,8±2,3 (75)	14,2±2,1 (32)	14,0±2,3 (175)
Ferritina	12,7±2,3 (4)	14,1±1,0 (106)	15,1±2,9 (7)	15,0±2,3 (93)	13,9±2,9 (11)	14,5±2,5 (199)
Acido Fólico	13,2±1,9 (12)	13,3±2,3 (98)	15,0±2,6 (18)	14,9±2,3 (82)	14,1±2,4 (30)	14,1±2,5 (180)

() Número de casos.

Los valores mínimos normales para cada nutrientes están detallados en la sección de Materiales y Métodos.

(24), el cual fija una tasa de prevalencia de la deficiencia de hierro para 1985 en un 29,6%.

Los hallazgos obtenidos en el año 1983 (9) en la misma región en una población de clase social baja, revela que la deficiencia de hierro no ha sufrido cambios en el tiempo, al igual que la deficiencia de ácido fólico (10, 12) cuya prevalencia permanece invariable al compararse con el estudio actual. La deficiencia de vitamina B₁₂ en nuestro medio es

muy baja, ya que sus necesidades son bajas y las reservas del organismo son elevadas (10, 12, 17).

Existen varias razones para explicar la alta prevalencia de deficiencia de hierro y de folato en los adolescentes. Según las Guías de Alimentación para grupos especiales (20), "Las características psicológicas de los adolescentes son propicias para el desarrollo de hábitos y estilos de alimentación nutricionalmente inadecuados; se pueden

mencionar el uso excesivo de las llamadas comidas rápidas, comidas desordenadas y poco balanceadas y las dietas de moda como contribuyentes de una mala alimentación en la adolescencia".

Si a esto se suma el inicio de la menstruación en la mujer y un crecimiento acelerado con actividad física intensa en los hombres, es factible encontrar carencias nutricionales en el adolescente al no ser satisfechos todos sus requerimientos. Por otra parte, el hallazgo de una alta prevalencia (65%) de parasitosis intestinal (8) en un grupo de alumnos de 6 a 14 años en el medio urbano, se une como factor predisponente al desarrollo de carencias nutricionales.

Es interesante comentar que con excepción de los niveles de hemoglobina, no se encontró una relación estrecha entre los individuos deficientes de nutrientes y el rendimiento estudiantil, esto pudiera explicarse debido a que el presente trabajo se orientó hacia el área cognoscitiva del rendimiento escolar lo cual no mide las aspectos motivacionales y emocionales que pueden ser más afectados por la deficiencia de hierro en los adolescentes (15). Por lo tanto, establecer una relación causa efecto entre déficit de hierro y el rendimiento escolar es difícil si solo se toma en cuenta la variable intelectual utilizada en el presente trabajo. Aparte de influir en el deterioro de funciones cognoscitivas y de conducta, es necesario reconocer que conjuntamente con la deficiencia de hierro, existen otros factores

(socioeconómicos, culturales, psicológicos, biológicos, etc) que pueden alterar funciones cerebrales (11) como la conducta y en este caso el rendimiento estudiantil. No obstante, se pudo comprobar que los parámetros que miden el status de hierro, en especial la ferritina, presentan una buena correlación con el rendimiento estudiantil cuando se estableció como valor mínimo normal 20 $\mu\text{g/L}$. Esta proteína es un reactante de fase aguda y por lo tanto es posible que aumente en presencia de procesos que aceleren el catabolismo celular (2,6,13), lo cual limita su valor como indicador de reserva de hierro. Al respecto, se halló que el 40% de 177 extendidos de sangre periférica presentaban eosinofilia, que por los datos de su historia clínica, estuvo relacionada con antecedentes alérgicos y/o parasitarios en el 31,6% de los casos; aunque no se practicó un examen de heces, un estudio anterior en nuestro medio urbano (8) hecho en un grupo de alumnos de 6 a 14 años reveló una alta prevalencia de parasitosis intestinal (65%) y donde el *Trichuris trichiura* ocupa el primer lugar con un 47,5%. Pollit y col (23) emplearon tratamiento antihelmíntico en el estudio realizado en niños tailandeses para observar la relación entre deficiencia de hierro y rendimiento estudiantil. El hecho de utilizar en el presente trabajo como límite inferior para la ferritina 20 $\mu\text{g/L}$, permite acercarse más a la realidad ya que este valor en ausencia de anemia ferropénica, pudiera

ser sugerente de reducción moderada de las reservas de hierro (17). Al estudiar el rendimiento académico y su relación con los parámetros hematológicos y bioquímicos en forma global, se puso de manifiesto una correlación positiva con hemoglobina y la C.T.C.H. en el sexo masculino, infiriéndose que la ingesta proteica pudiera influir en el rendimiento estudiantil.

Los adolescentes con mayor promedio de notas especialmente de sexo femenino, poseen niveles de hemoglobina, hierro y ferritina menores, este hecho coincide con lo observado también por Ortega y col (21) quienes notaron que los adolescentes con coeficiente intelectual más alto, tenían menores ingestas energéticas y de hierro que el resto del grupo, lo que indica una tendencia a consumir menos nutrientes.

La relación positiva de ácido fólico en los varones y vitamina B₁₂ en las mujeres con el promedio de notas, estaría sujeta al mayor o menor consumo de frutas frescas y vegetales en los primeros, y de alimentos de origen animal, en las mujeres.

En conclusión, estos resultados indican que la población estudiantil adolescente de clase social media, tiene un alto porcentaje de deficiencia de hierro y folato que pone de manifiesto malos hábitos alimentarios, que probablemente coexisten con una disponibilidad insuficiente de nutrientes. Aunque no se encontró relación estrecha entre el desempeño académico y deficiencias nutricionales, es importante acotar que en ausencia de anemia, niveles

de ferritina menores de 20 µg/L sugieren deficiencia de hierro y se relacionó con un bajo rendimiento estudiantil.

En los adolescentes la deficiencia nutricional, puede ser factor que contribuya a un deterioro de su desarrollo integral, que posteriormente en la edad adulta, se traduce en una disminución de su capacidad intelectual y de trabajo. Se hace necesario llamar la atención sobre programas de prevención de carencias nutricionales dirigidos especialmente hacia una mejoría de los hábitos alimentarios e intensificar las campañas destinadas a producir alimentos fortificados en vitaminas y minerales necesarios para obtener una nutrición adecuada.

AGRADECIMIENTO

A los técnicos Carmen Pirela de Suárez, Trina Castellano de Oroño y Nelson Fernández por su valiosa asistencia técnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1- ARAKAWA T.S.: Congenital defects in folate utilization. *Am J Med* 48:594-598, 1970.
- 2- ASSESSMENT OF IRON NUTRITION. In *Nutrition Monitoring in the United States*. U.S. Department of Health and Human Services. Edt. Life Science Research Office. Federation of American Societies for Experimental Biology, Hyattsville, Ma, 1989, pp. 129-149.

- 3- CARAWAY W.T. Macro and micro methods for the determination of serum iron binding capacity. *Clin Chem* 9:189-199, 1963.
- 4- CARRUYO-VIZCAINO C., DIEZ-EWALD M., VIZCAINO G., ARTEAGA- VIZCAINO M.: Concentración de hemoglobina y nutrientes en una población estudiantil adolescente de bajos recursos económicos. *Invest Clin* 31:189-208, 1990.
- 5- DALLMAN P.R.: Biochemical basis for manifestations of iron deficiency. *Annu Rev Nutr* 6:13-40, 1986.
- 6- DALLMAN P.R., YIP R., OSKI F.A.: Iron deficiency and related nutritional anemias. In *Hematology of Infancy and Childhood*. pp 413-450, Nathan D., Oski F.A. eds. W.B. Saunders Co. Philadelphia, pp 413-450, 1993
- 7- DEINARD A., LIST A., LINDGREN B.: Cognitive deficits in iron deficient and iron deficient anemic children. *J Pediatr* 108:681-685, 1986.
- 8- DIAZ-ANCIANI I., FLORES-DURANT T.: Prevalencia de parasitosis intestinales en alumnos de Educación Básica del Municipio Cacique Mara. Maracaibo, Estado Zulia. *Kasmera* 18:46- 70, 1990.
- 9- DIEZ-EWALD M., FERNANDEZ G., NEGRETTE E.: Reserva de hierro de un estrato de población de nivel socioeconómico bajo en Maracaibo, Venezuela. *Invest Clin* 24:69-81, 1983.
- 10- DIEZ-EWALD M., VIZCAINO G., ZAMBRANO-RODRIGUEZ N. Niveles de ácido fólico y vitamina B12 en habitantes de la ciudad de Maracaibo, Venezuela. *Invest Clin* 28:75-86, 1987.
- 11- FAIRCHILD M.W., HAAS J.D., HABICHT J.P.: Iron deficiency and behavior: criteria for testing causality. *Am J Clin Nutr* 50:566-574, 1989.
- 12- FOSSI M., MENDEZ-CASTELLANO H., JAFFE W.G., MARTINEZ-TORRES C., LEETS I., TAYLOR P., LAYRISSE M.: Perfil hematológico y absorción de hierro en dietas que consume la población de estrato socioeconómico bajo de dos estados de Venezuela. *Arch Latinoamer Nutr* 37:23-35, 1984.
- 13- GAMBINO R. Routine Screening for iron status. *Hosp Practice* 26 (suppl. 3):41-44, 1991.
- 14- HALLBERG L. Search for nutritional confounding factors in the relationship between iron deficiency and brain function. *Am J Clin Nutr* 50:598-606, 1989.
- 15- HOROWITZ F.D.: Using developmental theory to guide the search for the effects of biological risk factors on the development of children. *Am J Clin Nutr* 50:589-597, 1989.
- 16- LAYRISSE M. Recientes avances en anemias nutricionales. *Rev Cub Hematol Inmunol Hemoter* 2:5-13, 1986.
- 17- LAYRISSE M., MARTINEZ-TORRES C., MENDEZ-CASTELLANO H., TAYLOR P., FOSSI M., LOPEZ DE BLANCO M., LANDAETA-JIMENEZ M., JAFFE W.G., LEETS I., TROPPER E., RAMIREZ J.: Requerimiento de nutrientes necesarios que participan en la eritropoyesis. En *Metas Nutricionales y Guías de Alimentación para América Latina*.

- Bases para su desarrollo. pp. 250-274. Bengoa J.M., Torun B., Behar M., Scrimshaw N. eds. Fundación Cavendes, Caracas, Venezuela, 1988.
- 18- LAWRENCE K.M., JAMES N., MILLER M.H., TENNANT G.B., CAMPBELL H.: Double-blind randomised controlled trial of folate treatment before conception to prevent recurrence of neural-tube defects. *Br Med J* 282:1509-1511, 1981.
 - 19- LOZOFF B., BRITTENHAM G.M., WOLF A.W., Mc CLISH D.K., KUHNERT P.M., JIMENEZ E., JIMENEZ R., MORA L.A., GOMEZ I., KRAUSKOPH D.: Iron deficiency anemia and iron therapy effects on infant developmental test performance. *Pediatrics* 79:981-995, 1987.
 - 20- METAS NUTRICIONALES Y GUIAS DE ALIMENTACION PARA AMERICA LATINA. Bases para su desarrollo. p. 51. Bengoa J.M., Torun B., Behar M., Scrimshaw N. eds. Fundación Cavendes, Caracas, Venezuela, 1988.
 - 21- ORTEGA R.M., GONZALEZ-FERNANDEZ M., PAZ L., ANDRES P., JIMENEZ L.M., JIMENEZ M.J., GONZALEZ-GROSS M., REQUEJO A.M., GASPAS M.J.: Influencia del Status de hierro en la atención y el rendimiento intelectual de un colectivo de adolescentes españoles. *Arch Latinoamer Nutr* 43:6-11, 1993.
 - 22- OSKI F.A., HONIG A.S., HELU B., HOWANITZ P.: Effect of iron therapy on behavior performance in non-anemic iron deficient infants. *Pediatrics* 71:887-880, 1983.
 - 23- POLLIT E., HATHIRAT P., KOTCH-ABHAKDI N.J., MISSELL L., VALYASEVI A.: Iron deficiency and educational achievement in Thailand. *Am J Clin Nutr* 50:687-696, 1989.
 - 24- PROYECTO VENEZUELA. Estado Zulia. p. 366. Fundacredesa, Corpozulia, Caracas, 1985.
 - 25- SANDSTEAD H.H.: A brief history of the influence of trace elements on brain function. *Am J Clin Nutr* 43:2933- 2938, 1986.
 - 26- SESHADRI S., GOPALDAS T.: Impact of iron supplementation on cognitive functions in preschool and school-aged children. The Indian experience. *Am J Clin Nutr* 50:675-686, 1989.
 - 27- TUCKER D.M., SANDSTEAD H.H., SWENSON R.A., SAWLER B.G., PENDLAND J.G.: Longitudinal study of brain function and depletion of iron stores in individual subjects. *Physiol Behav* 29:737-740, 1982.
 - 28- VOORHES M.C., STUART M.J., STOCKMAN J.A., OSKI F.A.: Iron deficiency anemia and increase urinary norepinephrine excretion. *J Pediatr* 86:542-547, 1975.
 - 29- YODIM M.B.H., BEN-SHACHAR D., YEHUDA S.: Putative biological mechanisms of the effect of iron deficiency on brain biochemistry and behavior. *Am J Clin Nutr* 50:607- 617, 1989.
 - 30- WALTER T., DE ANDRACA I., CHADUD P., PERALES C.G.: Iron deficiency anemia: adverse effects on infant psychomotor development. *Pediatrics* 84:7-17, 1989.