

EVALUACIÓN DE LÍPIDOS Y LIPOPROTEÍNAS EN ESCOLARES RESIDENTES DE GRAN ALTITUD

EVALUATION OF LIPIDS AND LIPOPROTEINS IN SCHOOLCHILDREN HIGH ALTITUDE RESIDENTS

Dr. José Luis San Miguel Simbrón ¹, MSc. Maruska Muñoz Vera ², MSc. Noelia Urteaga Mamani ³, Dra. Elva Espejo Aliaga ⁴

¹ Especialista Médico Pediatra Inmunólogo, Docente investigador Titular Emérito, IINSAD, Jefe de la Unidad de Crecimiento y Desarrollo, UCREDE-IINSAD, Facultad de Medicina, UMSA.

² MSc, Lic. Laboratorio Clínico, Encargada del Laboratorio de Biología Atómica, Asistente titular de investigación, UCREDE-IINSAD, Facultad de Medicina, UMSA.

³ Magister Scientiarum, UCREDE-IINSAD, Facultad de Medicina, UMSA.

⁴ Médico Cirujano, Docente investigadora Interina, UCREDE-IINSAD, Facultad de Medicina, UMSA.

Unidad de Crecimiento y Desarrollo Infanto-Juvenil, Instituto de Investigación en Salud y Desarrollo, Facultad de Medicina, Universidad Mayor de San Andrés, Av. Saavedra 2246. La Paz, Bolivia.

El estudio ha recibido el apoyo de la Agencia Internacional de Energía Atómica-IAEA, proyecto RLA-6064.

Autor para correspondencia: José Luis San Miguel Simbrón, josanto10@yahoo.es

RESUMEN

Pregunta de investigación: ¿Cuáles serán los valores de lípidos y lipoproteínas en niños y niñas en edad escolar, de zona periférica de La Paz, Bolivia, residentes de altitud, en la gestión 2011?

Objetivo: Establecer los valores de lípidos y lipoproteínas en niños y niñas en edad escolar de zona periférica de La Paz, Bolivia, residentes de altitud, en la gestión 2011.

Material y métodos: Estudio descriptivo transversal, en 84 escolares de 6 a 13 años de edad. Realizado en zona periurbana y otra no periurbana, ciudad de La Paz, a 3700 metros de altitud. Se realizaron, examen clínico pediátrico; peso, talla, índice de masa corporal (IMC) (kg/talla²), pliegues tricótipal, subescapular, supraíliaco; perímetro de cintura, y dosificación de triglicéridos, colesterol total, lipoproteína de alta densidad, HDL-c y de baja densidad, LDL-c.

Resultados: La obesidad era de 8% (IMC-Z > 2), la circunferencia de cintura, estaba incrementada en 24 escolares (28%), a predominio de varones. Los varones tenían valores promedio más elevados de colesterol total, LDL-c y HDL-c que las mujeres, diferencia estadísticamente significativa.

Acorde a referencias de poblaciones de nivel del mar, se encontró triglicéridos, en < 10 años, elevados en 13 escolares (31 %). HDL-c baja en 28 escolares (33%). Nivel socio económico (NSE) bajo, en < 10 años, triglicéridos elevados, 11 escolares (34%); HDL-c baja, 23 escolares (38 %). NSE medio, HDL-c baja, 5 escolares (21 %).

En mujeres, en < 10 años, triglicéridos elevados en 6 escolares (24%). HDL-c baja en 19 escolares (40%). En varones, en < 10 años, triglicéridos elevados en 7 escolares (41%), y HDL-c baja en 9 escolares (24%).

Conclusiones: Escolares de gran altitud presentaron valores elevados de triglicéridos, a predominio de los menores de 10 años, de un NSE bajo; las lipoproteínas HDL-c estaban disminuidas en estos

mismos grupos. La prevención primaria de los factores de riesgo, debe ser uno de los principales propósitos, de alta prioridad, de las estrategias de salud escolar en nuestro contexto de altitud.

Palabras claves: lípidos, lipoproteínas, obesidad, antropometría, escolares, gran altitud.

ABSTRACT

Research Question: Which are the values of lipids and lipoproteins values of school children high altitude residents in peripheral areas of La Paz city, Bolivia, 2011?

Objective: To determine lipids and lipoproteins values of schoolchildren high altitude residents in peripheral areas of La Paz city, Bolivia, 2011

Methods: A descriptive, transversal study was conducted in urban and periurban areas of La Paz city at 3700 meters above sea level. The study included 84 schoolchildren between 6 to 13 years old. A pediatric clinic examination and anthropometric measurements such as weight, height, skin folds and circumferences were performed. Cholesterol, triglycerides, high and low density lipoproteins (HDL-c and LDL-c) were determinate by conventional methods.

Results: We found obesity in 8% of school children defined by BMI-age Z score > 2 SD, waist circumference was increased in 24 subjects (28%), with male predomination. Total cholesterol, HDL-c and LDL-c were higher in males than females, difference statistic significant ($p=0.05$).

According to references values at sea level populations, the triglycerides were higher in 13 subjects younger than 10 years (31%), HDL-c was low in 28 subjects (33%). By socioeconomic level we found in the low group high values of triglycerides in 11 subjects younger than 10 years and HDL-c low in 23 subjects (38%), in the medium group we found HDL-c low in 5 subjects (21%). By sex in females we found triglycerides high in 6 subjects younger than 10 years and HDL-c low in 19 subjects (40%), in males younger than 10 years we found triglycerides high in 7 subjects (41%) and HDL-c low in 9 subjects (24%).

Conclusions. School children living at high altitude present high values of triglycerides, in subjects under 10 years old with a low socioeconomic level and HDLc were low in this same groups. The primary prevention of risk factors against cardiovascular diseases must to be a priority in health scholar strategies in our context.

Keywords: Lipids, Lipoproteins, obesity, anthropometry, school children, high altitude.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad cardiovascular aterosclerótica se mantiene como una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial. La clínica de esta enfermedad es manifiesta en la edad adulta, y diferentes autores han demostrado que el proceso de aterosclerosis se inicia en etapas tempranas de la vida. Así mismo, los factores ambientales, como los genéticos, tienen una influencia marcada en etapas de desarrollo del ser humano ¹.

Las enfermedades de los vasos sanguíneos y del corazón, como los accidentes cerebrovasculares y los infartos de miocardio cuestan miles de millones a un estado, por la prestación de servicios de salud y las compensaciones sociales que debe asumir. Lo anterior resalta la importancia social y económica de esta enfermedad. En

la búsqueda de soluciones, se desarrollan múltiples investigaciones en diferentes niveles, desde lo celular y molecular hasta los estudios clínicos y de salud pública, como el caso de los estudios del corazón de Framingham en USA. Existen factores de riesgo no controlables, como sexo, edad y antecedentes familiares; entre los controlables están el tabaquismo, sobrepeso y obesidad, hipertensión arterial y estilo de vida sedentario, factores que van incrementando su incidencia a nivel mundial. Lo anterior culmina en el "endurecimiento de las arterias", proceso denominado aterosclerosis, caracterizado por los depósitos de grasa en los vasos sanguíneos arteriales. En ese sentido, está establecido que el incremento plasmático de colesterol y triglicéridos se asocia a la producción de la aterosclerosis ².

En un estudio comparativo de autopsias de jóvenes adultos, fallecidos por causas como accidente y homicidios, se demostró la presencia de factores de riesgo de aterosclerosis; uno de los grupos presentó concentraciones de lipoproteínas en suero significativamente altas, así también factores de riesgo como tabaquismo e hipertensión arterial, asociados a lesiones anatómicas a nivel arterial ³.

En relación a los factores de riesgo cardiovascular y el exceso de grasa en niños y adolescentes con sobrepeso, se ha mostrado que el índice de masa corporal (IMC) por edad, percentil 99, identifica adecuadamente a niños con alto riesgo de anormalidades bioquímicas ⁴.

Un análisis de la prevalencia del estado de salud cardiovascular en adolescentes de USA, ha asociado la presencia de factores de riesgo como la obesidad, hipertensión arterial, la hipercolesterolemia, hiperglucemia, tabaquismo y el IMC, enfatizando que para mantener un estado ideal de salud cardiovascular, son factores de prevención la ingesta dietética equilibrada y la actividad física ⁵.

En esta misma línea, estudios sobre hipercolesterolemia en niños europeos han buscado realizar monitoreos de los valores de colesterol entre 1 a 9 años de edad, para identificar problemas familiares de hipercolesterolemia, y así evitar el incremento de riesgo de enfermedad coronaria futura ⁶.

Por otro lado en Latino América, la primera encuesta nacional de salud escolar en Argentina, 2007, para edades de 13 a 15 años, ha tenido como objetivo describir factores de riesgo de la población escolar, en dicha encuesta se mostró que el 57% consume alcohol, el 25% fumó cigarrillos en el último mes, el 19% tenía sobrepeso, y el 81% no realiza el mínimo de actividad física. Concluyen que existe un sedentarismo elevado, sobrepeso, consumo de alcohol y tabaco. Estos factores de riesgo, evidentemente contribuyen a la presencia de enfermedades cardiovasculares como causas de muerte ⁷.

En nuestro medio de altitud, en poblaciones urbanas y rurales, se han desarrollado diferentes tipos de estudios de investigación relacionados con los componentes de los sistemas cardiorespiratorio ⁸. Sin embargo en el campo de valores de referencia sobre lípidos y lipoproteínas plasmáticos, se dispone de escasa bibliografía, y mucho menos en niños y niñas escolares.

Un estudio descriptivo, realizado en escolares de zonas periurbanas de la ciudad de La Paz, a una altitud de 3700 m, verificó que el IMC es mayor en las mujeres adolescentes. La grasa corporal, evaluada mediante los pliegues subcutáneos, a nivel periférico es mayor en las mujeres adolescentes, esta diferencia se incrementa en relación a los varones, conforme pasan los años en la adolescencia. Entre los 10 y 14 años de edad, el porcentaje de grasa en extremidades y en tronco es mayor en las mujeres, con diferencias estadísticamente significativas. Comunicación oral, San Miguel, 2009.

De Onis, en el 2000, informa a partir de la ENDSA 1998, la existencia de un 6.5 % de niños ubicados a > 2DE, con el índice Peso/Talla, revelando que Bolivia tiene un incremento del sobrepeso, con una tasa de 0.25 % por año, siendo una de las más elevadas de la región ⁹.

El Propósito del presente trabajo fue establecer los valores de lípidos y lipoproteínas en niños y niñas en edad escolar de zona periférica de La Paz, Bolivia, residentes de altitud.

METODOLOGÍA

El estudio fue realizado en una zona periurbana, en Las Lomas, distrito Sur-Oeste, en una escuela del sistema público, en la ciudad de La Paz, a gran altitud, 3700 metros sobre el nivel del mar, en la gestión 2011. El mismo fue conducido en la Unidad de Crecimiento y Desarrollo, del Instituto de Investigación en Salud y Desarrollo (IINSAD). Se desarrolló en una estación fría, con temperaturas de 15 a 18 C, con una presión barométrica de 498 ± 0.6 mmHg.

El trabajo de investigación realizado fue de tipo descriptivo transversal. Las muestras estuvieron constituidas, por escolares, con edades comprendidas entre los 6 a 13 años, de una zona periurbana de nivel socioeconómico bajo y otro grupo de escolares de zona no periférica de nivel socioeconómico medio.

Los escolares fueron seleccionados de forma no probabilística, por conveniencia. Se incluyeron a todos los escolares que asistían a su escuela de Las Lomas y cuyos padres firmaron el consentimiento informado para ser parte de la evaluación. El otro grupo fue convocado de diferentes grupos

escolares de la ciudad, cuyos padres también firmaron el consentimiento informado para ser parte de la evaluación.

Previo al inicio del estudio se ha obtenido el aval ético de la Comisión de Ética de la Investigación, del Comité Nacional de Bioética (CEI-CNB).

Los escolares debieron ser residentes permanentes de altitud. Posterior a un examen clínico pediátrico, fueron excluidos del estudio si presentaban infección aguda o crónica, enfermedades crónicas y/o metabólicas, como también en caso de presentar deficiencia física o motora, o desnutrición severa, o estar medicados con tratamiento de radioterapia, citostáticos y otros inmunosupresores.

Procedimientos y técnicas

Se ha obtenido datos en los escolares mediante entrevista directa. Toda la información, identificación de los escolares, datos generales, variables antropométricas, el examen clínico pediátrico, la toma de muestras de sangre, se registraron en una ficha de evaluación individual.

Para la obtención de las variables antropométricas, se adoptó lo propuesto en el Manual de Antropometría Infante-Juvenil ¹⁰. Así se midió el peso, talla, para obtener el índice de masa corporal (kg/talla^2); el pliegue tricípital, subescapular, suprailíaco; y el perímetro de la cintura.

Medidas antropométricas

La masa corporal (kg), se midió con una balanza de piso, electrónica, (Seca, Japón), con precisión de 100 g y una escala de 0 a 120 kg.

La talla (m), se midió mediante un estadiómetro de aluminio, (Seca, Japón), graduado en milímetros con una escala de 0 a 2.2 m. La antropometría fue ejecutada por personal de investigación entrenado.

Al combinar el peso y la talla, se pudo determinar el índice de Quetelet: $\text{IMC} = \text{peso (kg)} / \text{talla (m)}^2$. El mismo permitió establecer el estado nutricional. Se adoptaron los puntos de corte acorde a edad y sexo de las referencias de WHO ANTHRO 2.0, 2006, ¹¹ y WHO ANTHRO PLUS.

Los pliegues subcutáneos corporales fueron medidos con un plicómetro y ha permitido evaluar el tejido adiposo a nivel subcutáneo. Se usaron

plicómetros (Lange, Inglaterra), con una precisión de 1 mm y una escala de 0 a 60 mm.

Análisis de lípidos y lipoproteínas

Los valores de referencia fueron obtenidas de niños y adolescentes residentes a nivel del mar, a partir de valores percentiles, para los parámetros de Colesterol total, Triglicéridos y LDL-colesterol. En dicha referencia se realizó la siguiente categorización, todos expresados en mg/dL, **1. Valor aceptable (percentil 75), 2. Valor límite alto (entre percentil 75 a 94) y 3. Valor elevado (percentil 95)**; siendo para colesterol total los valores de: < 170; 170 – 199; y = > 200 respectivamente. Para los triglicéridos, se subdividen por edades, 0 a 9 años: < 75; 75 – 99; y = > 100 respectivamente. Para 10 a 19 años: < 90; 90 – 129; y = > 130 respectivamente. Para la lipoproteína de baja densidad, LDL-c: < 110; 110 – 129; y = > 130 respectivamente. En estas variables no se incorpora la categoría de valor bajo.

Para la lipoproteína de alta densidad, HDL-c, los valores de referencia presentan la siguiente categorización, expresados en mg/dL, **1. Valor bajo (percentil 10), 2. Valor aceptable (percentil 75) y 3. Valor límite alto (entre percentil 75 a 94)**; siendo: < 40; > 45; 40 – 45 respectivamente ¹². Nótese que en esta variable no se incorpora la categoría de valor elevado.

La determinación de los lípidos y lipoproteínas en plasma sanguíneo, fue ejecutada en los escolares participantes, previo ayuno de 8 horas, mediante la extracción de 5 mL de sangre de vena periférica (región antecubital) previa limpieza y antisepsia de la zona dérmica. La muestra sanguínea se la dividió en dos alícuotas y se las trasladó a un congelador, para mantenerlas a – 70 C. Dentro de las 24 horas posteriores a la extracción se midió a los triglicéridos, al colesterol total y a las lipoproteínas HDL-c y la LDL-c, en la Unidad de Epidemiología Clínica del IINSAD.

Para la determinación de los lípidos y lipoproteínas, excepto la LDL-C, se han utilizado reactivos de industria de la Comunidad Europea (CE); y la lectura se efectuó en el equipo STAT FAX, modelo 3300, (USA), un fotocolorímetro digitalizado que determina la concentración de una sustancia. En el caso de los triglicéridos se ha realizado mediante una prueba Colorimétrica

Cuantitativa Enzimática en suero. Se utilizó el kit Stanbio LiquidColor Triglicéridos, Proced No. 2100C. Para la determinación de Colesterol Total en suero, se utilizó el método enzimático, con el kit Stanbio LiquidColor Colesterol (Trinder), Proced. No. 1010. El principio de la prueba es un método enzimático, utilizando colesterol oxidasa de origen bacteriano, seguida de saponificación química de los ésteres del colesterol. Las lipoproteínas de alta densidad como el HDL, se las determinó en el fluido sobrenadante, utilizando el factor de dilución derivados del cálculo. El reactivo precipitante usado fue el Kit Stanbio HDL Colesterol, Proced. No. 0599. Las lipoproteínas de baja densidad, como el LDL, fueron determinadas utilizando el reactivo precipitante LDL Colesterol, de la línea Weiner Lab. 2000, Rosario, Argentina. El fundamento de este método se basa en la separación de las lipoproteínas de baja densidad, estas se separan del suero precipitándolas selectivamente mediante el agregado de polímeros de alto peso molecular. Luego de centrifugar, en el sobrenadante quedan las demás lipoproteínas (HDL-VLDL), el colesterol ligado a las mismas se determina empleando el sistema enzimático Colesterol oxidasa/Peroxidasa con colorimetría. Por diferencia entre el colesterol total y el determinado en el sobrenadante, se obtiene el colesterol unido a las LDL.

El personal de Laboratorio Clínico, encargado de realizar las determinaciones de laboratorio no tuvo información acerca de la identidad de los escolares involucrados en el estudio. En el aspecto ético, los padres firmaron el consentimiento informado escrito, estando presentes sea padre, madre o tutor, en el momento de la extracción sanguínea. También se informó verbalmente y se solicitó el asentimiento a los escolares para participar.

Tratamiento Estadístico

Los resultados se analizaron a través de la estadística descriptiva, usando la media aritmética, la desviación estándar, frecuencias y porcentajes. Las diferencias entre escolares de zona periférica y no periférica se verificaron a través del test de ANOVA. Otras diferencias se verificaron a través del test "t". La asociación entre variables fue verificada por medio de la correlación y sus grados de significación. En todo el análisis estadístico, se adoptó una $p < 0.05$. Se utilizaron

software estadísticos como el SPSS, versión 17.0, y el NCSS, 2007.

El programa de investigación científica sobre el "Retraso del Crecimiento en Altitud", tiene a este proyecto como uno de los varios proyectos que se están desarrollando, en nuestra Unidad de Investigación, con el propósito doble de realizar proyectos de investigación y proyectos de interacción social. Uno de los proyectos de interacción social incluye el manejo y prevención de factores de riesgo de la ECV, mismos a ser transmitidos a los niños y niñas escolares, a sus familias y a las autoridades de la unidad de educación correspondiente. Este proceso es llevado adelante en forma progresiva y bajo el análisis comprensivo de todos los factores involucrados en el tema específico de estudio. El contexto de gran altitud, nos obliga a reflexionar sobre cada uno de los temas que se enfrentan en la edad infantil, para buscar soluciones realistas y de beneficio hacia la comunidad, como es el caso de la presente publicación.

RESULTADOS

Se ha logrado trabajar con 93 escolares, habiendo sido necesario excluir por diferentes razones a 9 escolares y finalmente se han analizado a 84 escolares, de los cuales 60 correspondían a una escuela pública de Las Lomas, una zona periférica de La Paz, de nivel socioeconómico (NSE) bajo y 24 escolares de otras escuelas fuera de la zona periférica de La Paz, de NSE medio, el rango de edad fue de 6 a 13 años. La totalidad de los padres firmaron el consentimiento informado para participar en el estudio.

En la zona periférica de la ciudad, se identificaron a 5 escolares con obesidad (> 2 DE, ZIMC), representa el 8.3 %. En este mismo grupo hubo 8 escolares que presentaron retraso del crecimiento (< 2 DE, ZTE), representa el 13.3 %.

En los escolares de zona no periférica, se identificaron a 2 escolares con obesidad (> 2 DE, ZIMC), representa el 8 %, y 1 escolar presento retraso del crecimiento (< 2 DE, ZTE).

El análisis estadístico de ambos grupos demuestra que no presentan diferencias estadísticamente significativas en sus características generales.

El cuadro 1, muestra las características de los escolares según género. En las mujeres, se identificaron a

3 con obesidad (> 2 DE, ZIMC), (6 %); 8 escolares presentaron retraso del crecimiento (< 2 DE, ZTE), (17 %). En los varones, se identificaron a 4 escolares con obesidad (> 2 DE, ZIMC), (11%), 2 escolares con retraso del crecimiento (< 2 DE, ZTE), (5%).

En el total de los escolares estudiados según el IMC, 7 escolares presentaban obesidad (8.3 %), a predominio de los varones. En 24 escolares, se presentó incremento en la circunferencia de su cintura, en el 28.5 %, a predominio de las mujeres 17 (70.8 %). Así mismo, existen diferencias estadísticamente significativas en los pliegues subcutáneos a favor de las mujeres.

Cuadro N° 1

Características físicas de la población de estudio según género. ^a

	Varones	Mujeres
n	37	47
Edad (años) ^a	9.9 ± 1.3	10.0 ± 1.2
Peso (kg)	31.4 ± 8.8	33.5 ± 8.9
Talla (cm)	133.8 ± 8.5	134.4 ± 10.0
PCT (mm) ^b	10.6 ± 4.3	13.2 ± 3.8 *
PCS (mm) ^c	9.0 ± 7.1	12.5 ± 6.6 *
PCSup (mm) ^d	9.8 ± 8.0	13.0 ± 6.7 *
CC (cm) ^e	64.8 ± 9.6	66.1 ± 8.0
IMC (kg/m ²) ^f	17.2 ± 3.2	18.2 ± 2.8
Puntaje Z I.M.C	0.07 ± 1.4	0.47 ± 1.1
Puntaje Z T/E	-0.59 ± 0.95 *	-0.73 ± 1.2
Puntaje Z P/E	0.07 ± 1.3	-0.03 ± 1.0

^a Valores expresados en promedio y desvío estándar. ^b Pliegue cutáneo tricóipital; ^c

Pliegue cutáneo subescapular; ^d Pliegue cutáneo suprailíaco;

^e Circunferencia cintura;

^f Índice masa corporal.

* p : diferencia significativa entre mujeres y varones, p = 0.05

En el cuadro 2, se observa que los valores de colesterol y LDL-c, según el NSE, expresados en promedio, se encontraban entre los valores normales acorde a la referencia. Los triglicéridos en los escolares mayores de 10 años, también estaban entre los valores normales de referencia. La HDL-c, en los escolares de NSE medio, se encontraba por encima de los valores normales de referencia; así mismo, existe una diferencia estadísticamente significativa a favor de los escolares de NSE medio.

Cuadro N° 2

Características del perfil lipídico de la población de estudio, según nivel socioeconómico. ^a

	NSE Bajo	NSE Medio
n	60	24
Colesterol total (mg/dL) ^a	146.3 ± 24.4	154.2 ± 26.0
LDL colesterol (mg/dL)	86.0 ± 23.8	86.9 ± 28.5
HDL colesterol (mg/dL)	42.4 ± 9.2	48.3 ± 10.8 ^b
Triglicéridos (mg/dL)	86.5 ± 34.8	81.7 ± 37.3

^a Valores expresados en promedio y desvío estándar.

^b p : diferencia significativa entre los grupos NSE bajo y NSE medio, p = 0.05

En el cuadro 3, se observa los valores de lípidos y lipoproteínas expresados en cuartiles, según el NSE. En el grupo de NSE medio, la mayoría de los valores de las variables estaban más elevados que la del grupo NSE bajo, excepto con los valores de los triglicéridos.

Cuadro N° 3

Cuartiles del perfil lipídico de la población de estudio, según nivel socioeconómico. ^a

Percentiles ^a	NSE Bajo			NSE Medio		
	25	50	75	25	50	75
n		(60)			(24)	
Colesterol total (mg/dL)	129	143	161	135	151	177
LDL colesterol (mg/dL)	71	85	95	65	83	107
HDL colesterol (mg/dL)	36	41	47	41	46	57
Triglicéridos (mg/dL)	61	78	109	57	78	98

^a Valores expresados acorde al percentil 25, 50, 75 (primer, segundo y tercer cuartil).

El análisis de los lípidos y las lipoproteínas, según sexo, muestra en el cuadro 4, que existe diferencia estadísticamente significativa en las variables

de colesterol total, LDL-c y HDL-c a favor de los varones.

Cuadro N° 4
Características del perfil lipídico de la población de estudio, según género. ^a

	Varones	Mujeres
n	37	47
Colesterol total (mg/dL) ^a	151.0 ± 30.6 ^b	146.7 ± 19.7
LDL colesterol (mg/dL)	86.9 ± 31.0 ^b	85.7 ± 19.7
HDL colesterol (mg/dL)	46.8 ± 10.8 ^b	41.9 ± 8.8
Triglicéridos (mg/dL)	84.0 ± 39.2	86. ± 32.4

^a Valores expresados en promedio y desvío estándar.

^b p : diferencia significativa entre mujeres y varones, p = 0.05

Analizando la totalidad de la población de escolares y acorde a la clasificación por categorías de los valores de referencia, de nivel del mar, de lípidos y lipoproteínas en niños y adolescentes (Panel expertos, 2011). Se ha identificado en la categoría de **valor aceptable**, correspondiente al percentil

75, a 66 escolares con colesterol total con valores < 170 mg/dL; a 42 escolares mayores de 10 años de edad, cuyos triglicéridos tenían valores < 90 mg/dL; en 71 escolares se encontró la LDL-c, en valores < 110 mg/dL. Por otro lado, en la categoría de **valor límite alto**, percentiles entre 75 a 94, se ha identificado a 17 escolares con colesterol total que tenían valores entre 170 a 199 mg/dL; en 24 escolares se ha encontrado la HDL-c, con valores entre 40 a 45 mg/dL. Así mismo, en la categoría de **valor elevado**, percentil 95, se identificó a 1 escolar cuyo colesterol total tenía un valor > 200 mg/dL; a 13 escolares cuyos triglicéridos, en los menores de 10 años de edad, tenían valor > 100 mg/dL. En la categoría de **valor bajo**, percentil 10, se encontró a 28 escolares con la HDL-c, tenían valores > 40 mg/dL. Ver cuadro 5.

Cuadro N° 5
Porcentajes de escolares con valores de lípidos y lipoproteínas de la población total de estudio, según los valores de referencia.

Categoría	Valor bajo *	Valor aceptable *	Valores límite alto *	Valor elevado *
n = 84	%	%	%	%
Colesterol (mg/dL)		78.6	20.2	1.1
Triglicérido (mg/dL)				
0 – 9 años (n=42)		50	19	30.9
10 – 19 años (n=42)		64.3	23.8	11.9
LDL-c (mg/dL) ^a		85.5	8.4	6
HDL-c (mg/dL) ^b	33.3	38	28.5	

^a LDL-c: Lipoproteína de baja densidad-colesterol. ^b HDL-c: Lipoproteína de alta densidad-colesterol

* Valores de referencia de lípidos y lipoproteínas acorde a (12)

En el cuadro 6, se analiza a la población acorde al NSE, y de igual manera a lo descrito precedentemente, se identificó en el grupo de NSE bajo, en la categoría de **valor aceptable**, percentil 75, a 49 escolares con colesterol total cuyos valores eran < 170 mg/dL; a 28 escolares mayores de 10 años de edad, cuyos triglicéridos tenían valores < 90 mg/dL; en 52 escolares se encontró el colesterol “malo”, LDL-c, con valores < 110 mg/dL; en 19 escolares se ha identificado HDL-c, con valores > 45 mg/dL. Por otro lado, en la categoría de **valor límite alto**, percentiles entre 75 a 94, se ha identificado a 11 escolares con colesterol total cuyos valores estaban entre 170 a 199 mg/dL; en 18 escolares se ha encontrado la HDL-c,

con valores entre 40 a 45 mg/dL. Así mismo, en la categoría de **valor elevado**, percentil 95, no se identificó a ningún escolar con colesterol total > 200 mg/dL; a 11 escolares cuyos triglicéridos, en menores de 10 años de edad, tenían valor > 100 mg/dL. En la categoría de **valor bajo**, percentil 10, se encontró en 23 escolares la HDL-c, con valores < 40 mg/dL.

En el grupo de NSE medio, en **valor aceptable**, percentil 75, se ha identificado a 17 escolares con colesterol total cuyos valores eran < 170 mg/dL; a 14 escolares mayores de 10 años de edad, cuyos triglicéridos tenían valores < 90 mg/dL; en 19 escolares se encontró la LDL-c, con valores < 110 mg/dL; en 13 escolares se encontró la HDL-c, con

valores > 45 mg/dL. Por otro lado, en **valor límite alto**, percentiles entre 75 a 94, se ha identificado a 6 escolares con colesterol total cuyos valores eran entre 170 a 199 mg/dL; en 6 escolares se ha encontrado la HDL-c, con valores entre 40 a 45

mg/dL. Así mismo, en **valor elevado**, percentil 95, se identificó a 1 escolar cuyo colesterol total tenía un valor > 200 mg/dL. En **valor bajo**, percentil 10, se identificó en 5 escolares la HDL-c, con valores < 40 mg/dL.

Cuadro N° 6

Porcentajes de escolares con valores de lípidos y lipoproteínas de la población de estudio, según nivel socioeconómico, acorde a los valores de referencia.

Categoría	Valor bajo *	Valor aceptable *	Valores Límites alto *	Valor elevado *
Nivel socioeconómico bajo (n = 60)	%	%	%	%
Colesterol (mg/dL)	----	81.7	18.3	----
Triglicérido (mg/dL)				
0 – 9 años (n=32)	----	53.1	12.5	34
10 – 19 años (n=28)	----	60.7	25	14.2
LDL-c (mg/dL) ^a	----	88.1	5	6.7
HDL-c (mg/dL) ^b	38.3	31.6	30	----
Nivel socioeconómico medio (n = 24)	----	70.8	25	4.1
Colesterol (mg/dL)	----	40	40	20
Triglicérido (mg/dL)	----			
0 – 9 años (n=10)	----	71.4	21.4	7.1
10 – 19 años (n=14)	----	79.2	16.6	4.1
LDL-c (mg/dL) ^a	----			
	20.8	54.1	25	----
HDL-c (mg/dL) ^b				

^a LDL-c: Lipoproteína de baja densidad-colesterol. ^b HDL-c: Lipoproteína de alta densidad-colesterol

* Valores de referencia de lípidos y lipoproteínas

Por otro lado, los escolares clasificados con obesidad, acorde al IMCZ > 2 DE, todos tenían valores de colesterol total por debajo de 200 mg/dL. Los valores de triglicéridos y de LDL-c, no alcanzaron valores de incremento grave para su edad.

Según el cuadro 7, la correlación observada entre el IMC vs. los lípidos y lipoproteínas, es más “fuerte”, y positiva en los varones que en las mujeres, siendo las más altas en relación a LDL-c y los triglicéridos, con significancia estadística. La relación con la HDL-c, es muy baja, negativa, y no significativa.

Cuadro N° 7

Correlación y nivel de significancia entre el índice de masa corporal, y lípidos, según sexo.

	Coeficiente de Correlación (r)		p	Coeficiente de Correlación (r)		p ^b
	Varones			Mujeres		
IMC vs. Colesterol ^a	0.440		0.006	0.176		0.23
IMC vs. LDL-colesterol	0.477		0.003	0.131		0.37
IMC vs. HDL-colesterol	-0.09		0.5	-0.224		0.13
IMC vs. Triglicéridos	0.467		0.004	0.463		0.001

^a IMC: índice de masa corporal.

^b p : diferencia significativa en la asociación de estudio, p = 0.05

DISCUSIÓN

En el presente estudio descriptivo en niños y niñas escolares, habitantes permanentes de gran altitud, se ha establecido que los varones tenían valores más elevados de colesterol total, LDL-c y HDL-c que las mujeres, siendo esta diferencia estadísticamente significativa. Los triglicéridos estaban incrementados en un tercio del total de escolares y a la inversa la lipoproteína HDL-c estaba disminuida también en un tercio. Los escolares de NSE bajo y menores de 10 años, tenían triglicéridos elevados en un tercio. La lipoproteína HDL-c, estaba baja también en un tercio de los escolares. Este mismo patrón se ha observado en mujeres y varones, menores de 10 años. Este análisis se ha elaborado tomando en cuenta las referencias para lípidos y lipoproteínas, producidas desde poblaciones infantiles que habitan a nivel del mar.

A partir de la bibliografía para poblaciones de nivel del mar, se ha establecido un patrón combinado para enfermedades cardiovasculares infantiles¹², en la misma se identifica a la obesidad, el incremento de triglicéridos, de LDL-c y la disminución de HDL-c, como una combinación de factores que favorecerían el inicio de lesiones por aterosclerosis en la etapa infantil. En el estudio, se ha identificado a 2 factores, los valores alterados de triglicéridos y la HDL-c, como posibles dislipidemias en nuestros escolares habitantes de gran altitud.

En altitud, considerada como aquella mayor a 2500 metros sobre el nivel del mar, existen a nivel mundial un total de 140 millones de habitantes¹³.

Los habitantes sanos y bien nutridos de altitud, se someten a uno de los principales factores de altitud, como es, una presión de oxígeno ambiental baja, con la consecuente disminución del contenido de oxígeno en sangre y por ende en sus tejidos corporales, ello activa factores de transcripción como el Factor Inducible por Hipoxia, HIF-1 alfa, denominado “**Regulador maestro de la homeostasis del oxígeno**”, estudiado por el grupo de investigación de Semenza (1998)¹⁴. Este factor HIF-1 alfa, es el regulador de la producción de eritropoyetina.

Así mismo, se ha establecido que el HIF-1 alfa, ante condiciones de hipoxia, en las células se

estabiliza y permanece activo mayor tiempo, induciendo cambios genéticos que actúan sobre una gran variedad de vías metabólicas, fisiológicas, que buscan “adaptar” las funciones de nuestro organismo a nuestro medio ambiente de gran altitud¹⁵. Por lo tanto, el HIF-1 alfa, es un excelente disparador de la expresión genética en los sujetos residentes de gran altitud. Los genes que son estimulados por este factor, se relacionan con muchas respuestas fisiológicas inducidas por un medio de hipoxia hipobárica como el nuestro. Estos hechos demostrados, fundamentan estimaciones sobre los habitantes de altitud, que tienen diferencias en los parámetros fisiológicos con los sujetos del nivel del mar, lo anterior demostrado en estudios de los sistemas sanguíneos y a nivel cardiorespiratorio. Un estudio de ensayo clínico en poblaciones infantiles de Bolivia, demostró que los escolares de gran altitud, sanos y bien nutridos, tienen un consumo de oxígeno de 184 mL/min, a diferencia de los 153 mL/min, en niños de baja altitud, con una diferencia estadísticamente significativa¹⁶. Por lo tanto, los cambios fisiológicos inducidos por la altitud, pudieran generar un incremento en el gasto energético en las poblaciones residentes de gran altitud, y por ende también podrían existir diferencias en los parámetros fisiológicos de lípidos y lipoproteínas plasmáticas.

Por lo tanto, los resultados encontrados en nuestros escolares, deben ser analizados con el criterio de poder identificar a los niños y niñas con dislipidemias, que pudieran correr el riesgo de una lesión temprana de sus vasos sanguíneos, y que pudieran llevarlos a las etapas iniciales del proceso de aterosclerosis. Se hace evidente que nuestro propósito, debe estar dirigido a prevenir el desarrollo de los factores de riesgo que lleven a los niños y niñas hacia enfermedades cardiovasculares y también a prevenir el advenimiento de futuras enfermedades cardiovasculares, a través de un manejo efectivo, en la identificación de factores de riesgo para estas enfermedades. Para lograr estos objetivos, debemos realizar una evaluación comprensiva de los niveles de parámetros de referencia de lípidos y lipoproteínas plasmáticas en nuestros escolares residentes permanentes de gran altitud, para así poder desarrollar estrategias de prevención y tratamiento adecuados a nuestro

contexto.

Las múltiples variables involucradas en el desarrollo de la ECV infantil, establecen lo complejo de su análisis e interpretación, debiéndose tomar en cuenta, las alteraciones del metabolismo de glúcidos, la presión arterial sistémica, la respuesta inflamatoria, la dieta y la actividad física para lograr predecir el futuro en nuestros niños escolares residentes de gran altitud. Lo anterior requiere de mayores estudios científicos que debemos realizar en nuestro medio de altitud, para lograr dar respuestas pertinentes y adecuadas en este campo de la salud y el crecimiento de nuestros niños y niñas.

CONCLUSIONES

Se establece en nuestro estudio que los escolares residentes de gran altitud presentaron valores elevados de triglicéridos, siendo este incremento a predominio de los menores de 10 años, provenientes de un NSE bajo. Así mismo,

las lipoproteínas HDL-c estaban disminuidas en estos mismos grupos. La prevención primaria de los factores de riesgo, frente a la enfermedad cardiovascular, debe ser uno de los principales propósitos, de alta prioridad, de las estrategias de salud escolar en nuestro contexto de altitud. Sin embargo, son necesarios futuros estudios para determinar las estrategias óptimas para prevenir y tratar estas enfermedades cardiovasculares en el contexto de altitud.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Dra. María del Pilar Navia Bueno, y a los colegas de la Unidad de Epidemiología Clínica, por la eficiencia y desprendimiento demostrados en el análisis de las muestras de sangre. Así mismo, a la Lic. María Catherine Romero, por la dedicación y efectividad en la toma de muestras de sangre en nuestros escolares.

REFERENCIAS

1. National Cholesterol Educative Program (NCEP): highlights of the report of the Expert Panel on Blood Cholesterol levels in children and adolescents. *Pediatrics* 1992;89(3):495-501.
2. Silverthorn DU, Ober WC, Garrison CW, Silverthorn AC, Johnson BR. *Fisiología Humana, un enfoque integrado*. 4 ed. 2a reimp. Buenos Aires: Panamericana; 2010.
3. McMahan CA, Gidding SS, Malcom GT, Schreiner PJ, Strong JP, Tracy RE, et al. Comparison of coronary heart disease risk factors in autopsied young adult from the PDAY study with living young adults from the CARDIA study. *Cardiovascular Pathol* 2007;16:151-158.
4. Freedman DS, Mei Z, Srinivasan SR, Berenson GS, Dietz WH. Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *J Pediatr* 2007;150:12-17.
5. Shay CM, Ning H, Daniels SR, Rooks CR, Gidding SS, Lloyd-Jones DM, et al. Status of cardiovascular health in US adolescents, prevalence estimates from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2005-2010. *Circulation* 2013;127:1369-1376.
6. Kusters DM, Beaufort C, Widhalm K, Guardamagna O, Bratina N, Ose L, et al. Paediatric screening for hypercholesterolaemia en Europe. *Arch Dis Child* 2012;97:272-276.
7. Linetzky B, Morello P, Virgolini M, Ferrante D. Resultados de la primera encuesta nacional de salud escolar. Argentina, 2007. *Arch Argent Pediatr* 2011;109(2):111-116.
8. Greksa LP. Growth and development of Andean high altitude residents. *High Alt Med Biol* 2006;7(2):116-
9. De Onis M, Blossner M. Prevalence and trends of overweight among preschool children in developing countries. *Am J Clin Nutr* 2000 ;72: 1032-9.
10. San Miguel JL, Urteaga NA, Muñoz M, Aguilar AM. *Manual de antropometría infanto-juvenil*. La Paz: Proinsa-Industria Gráfica;2009.
11. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. *WHO child growth standars: length/height-for-age, weight-for-age, weigth-for-length, weigth-for-heigth and body mass index-for-age: methods and development*. Geneva: World Health Organization, 2006.

12. *Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. Pediatrics 2011;128(Suppl 5):S213-56.*
13. *World Health Organization. World health statistic annual 1995. Geneva: WHO, 1996*
14. *Iyer NV, Kotch LE, Agani F, Leung SW, Laughner E, Wenger RH, et al. Cellular and development control of O2 homeostasis by hypoxia-inducible factor-1-alpha. Genes Dev 1998;12:149-162.*
15. *Hall JE, Guyton AC. Tratado de Fisiología médica. 12 ed. Barcelona: Elsevier, 2011.*
16. *San Miguel JL, Spielvogel H, Berger J, Araoz M, Lujan C, Tellez W, Caceres E, Gachon P, Coudert J, Beaufriere B. Effect of high altitude on protein metabolism in Bolivian children. High Altitude Medecine & Biology 2002, 3: 377-386.*