

## Evaluación antropométrica y rendimiento escolar en estudiantes de educación media de Valparaíso, Chile<sup>1</sup>

*Triana Andrea Toro Diaz, Atilio Aldo Almagia Flores, Daniza María Ivanovic Marincovich*

Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Universidad de Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA)

**RESUMEN.** El propósito de este estudio es determinar la relación entre el estado nutricional y rendimiento escolar (RE). El universo en estudio estuvo conformado por 1498 alumnos de educación media de la ciudad de Valparaíso, Quinta Región de Chile. Se seleccionó una muestra representativa de 165 alumnos de establecimientos municipalizados, que formaban parte del programa de mejoramiento de la calidad de la educación (MECE). El nivel socioeconómico (NSE) se determinó a través de la escala de Graffar modificada. El estado nutricional se evaluó mediante mediciones de peso (P), talla (T), circunferencia craneana (CC), perímetro braquial (PB) y pliegue cutáneo tricípital (PCT). El RE se determinó mediante un test de castellano (REC) y matemáticas (REM), los cuales fueron sometidos a pruebas estadísticas para su validez y confiabilidad. El análisis estadístico de los datos incluyó análisis de varianza, correlación, regresión múltiple y chi-cuadrado. Los resultados mostraron que la CC es el parámetro antropométrico que tiene la mayor asociación con el RE total (REC + REM), en los escolares que egresan del sistema educacional ( $r^2=0,7697$ ), mayor en REC ( $r^2=0,9258$ ), que en REM ( $r^2=0,5268$ ), con un riesgo relativo RR=1,97. Al respecto, se observó que el 75% de los alumnos que presentaron valores de Z CC bajo la mediana, obtuvieron bajo RE. Siendo la CC un indicador directo de la historia nutricional del educando e indirecto del desarrollo cerebral, estos hallazgos incrementan el campo del conocimiento en el área y ponen de manifiesto la necesidad de realizar nuevas investigaciones relativas a las interrelaciones RE-desarrollo cerebral.

**Palabras clave:** Evaluación nutricional, educación, estado nutricional, estudiantes, rendimiento escolar.

### INTRODUCCION

Por décadas ha existido gran preocupación en el ámbito educacional y de salud, respecto al estado nutricional de los educandos y su relación con rendimiento escolar. Sin embargo, es necesario señalar que el estado nutricional no es el único factor que condiciona el proceso enseñanza-aprendizaje, ya que existen variables psicológicas, biológicas y sociales que pueden ser codeterminantes directas o indirectas, tanto del estado nutricional, como de los logros escolares. Por ello, es un tema de constante interés, debido principalmente a la escasez de investigaciones nacionales e internacionales regis-

**SUMMARY.** **Anthropometric assessment and school achievement in school-age children from high school in Valparaiso, Chile.** The purpose of this study was to determine the interrelationship between nutritional status and scholastic achievement (SA). The total population included 1,488 high school students from Valparaíso, City, V Region of Chile. A representative sample of 165 school-age children was chosen from public schools in which the Improvement Education Quality Program (MECE) from the Ministry of Education of Chile was tried. Socioeconomic status (SES) was measured by means of the Graffar's modified method. Nutritional status was assessed through anthropometric measurements of weight (W), height (T), head circumference (HC), arm circumference (AC) and triceps skinfold (TS). SA was determined by a language (SAL) and mathematics (SAM) test. Statistical analysis included analysis of variance, correlation multiple regression and chi-square. Results showed that HC is the anthropometric parameter with the greatest explanatory power in SA variance, in high school graduates ( $r^2=0,7697$ ), both SAL ( $r^2=0,9258$ ) and SAM ( $r^2=0,5268$ ), with a RR= 1,97. In this respect, 75% of school children with Z-HC values below median obtained a low percentage of achievement in the SA test. Considering that HC is a direct indicator of nutritional background and indirect indicator of brain development, these findings increase the knowledge in this area and reveal the need to carry out further research related to the interrelationship SA-brain development.

**Key words:** Nutrition assessment, education, nutritional status, students, educational achievement.

tradas en esta área.

En Chile, se han efectuado algunas investigaciones tendientes a evaluar las interrelaciones entre el rendimiento escolar y el estado nutricional de los escolares, verificándose una asociación significativa con la historia nutricional del educando; de esta forma, los escolares que obtienen bajo rendimiento escolar, presentan una historia nutricional muy

1. Financiado mediante Grant No 122707/1995 de la Dirección General de Investigación y Postgrado (DGI), Universidad Católica de Valparaíso.

negativa, expresada como desnutrición, talla baja y perímetro cefálico subóptimo, a la vez que presentan ingestas alimentarias deficientes, hábitos alimentarios inadecuados, mayor prevalencia de signos clínicos de malnutrición, unido a una deteriorada situación socioeconómica, sociocultural y familiar (1-6).

En lo que respecta a las relaciones entre indicadores antropométricos y el rendimiento escolar, en Chile se ha descrito que el perímetro cefálico es el parámetro antropométrico más relevante en su asociación con los logros académicos del educando, especialmente en quienes egresan de la educación media, por lo cual la selectividad del sistema educacional, al parecer, operaría en base al perímetro cefálico, ya que los escolares con circunferencias craneanas bajo el promedio, disminuyen significativamente a lo largo del sistema educacional; observándose el caso opuesto, para la desnutrición y el retraso estatural (5,7). Igualmente, se ha descrito que el parámetro antropométrico más sensible de alterarse en condiciones de malnutrición acaecida durante los dos primeros años de vida, es el perímetro cefálico, indicador directo de la historia nutricional e indirecto, del desarrollo cerebral (8-12)

Por las consideraciones expuestas, el propósito fundamental de esta investigación es estimar la relación entre el estado nutricional y el rendimiento escolar, de estudiantes de educación media de la ciudad de Valparaíso, capital de la Quinta Región de Chile, pertenecientes a establecimientos educacionales municipalizados, que forman parte de un plan piloto del programa de mejoramiento de la calidad de la educación (MECE), implementado por el Ministerio de Educación de Chile, con el objeto de aportar nuevos antecedentes cuya utilidad apunte a mejorar la calidad de la vida y la protección del capital humano desde las edades más tempranas.

## MATERIAL Y METODO

**Selección de la muestra:** El Ministerio de Educación, implementó un programa de mejoramiento de la calidad de la Educación en 120 liceos de todo Chile; de ellos 12 pertenecen a la Quinta Región y 3 a la ciudad de Valparaíso, capital de la Quinta Región. El universo en estudio estuvo constituido por 1498 alumnos de Educación Media, pertenecientes a I y hasta IV año medio, de liceos seleccionados por el Ministerio Regional de Educación para la aplicación del Programa Piloto de Mejoramiento de la Educación Media, como parte del MECE. Para llevar a cabo la elección de los estudiantes se contó con el listado de cada curso y se les asignó una enumeración correlativa según sexo y nivel estudiantil. Mediante una tabla de números aleatorios se hizo la elección. Se seleccionó una muestra representativa de 165 alumnos, 11% de la población general de estudiantes incorporados en el Plan Piloto, muestra que fue calculada con un 95% de confiabilidad y 5% de error. El estudio en terreno se efectuó durante el

período 1995-1996. Cuando algún alumno no estaba disponible debido a su retiro del establecimiento, posterior a la información que se disponía, se procedió a incorporar al alumno de igual sexo inmediatamente superior o en su defecto al inmediatamente inferior en la lista del curso. La edad promedio de los escolares fue de 15,9 + 1,4 años (rango entre 14 y 20 años).

**Nivel socioeconómico (NSE):** El NSE se determinó mediante la escala de Graffar Modificado, la cual considera el nivel de escolaridad y ocupación del jefe del hogar y vivienda (calidad, tenencia, abastecimiento de agua, eliminación de excretas y bienes del hogar) (13). Permite categorizar la muestra en 6 categorías: NSE alto-alto; 2 NSE medio-alto; 3 NSE medio; 4 NSE medio bajo; 5 NSE bajo-bajo y 6 miseria. Se considera NSE alto a la unión de las categorías 1+2, NSE medio a la categoría 3 y NSE bajo, a la unión de las categorías 4+5+6. En este estudio la muestra se agrupó en cuatro estratos: NSE medio-alto (1+2); NSE medio (3); NSE medio bajo (4) y NSE bajo-bajo (5+6), de acuerdo a las normas de la mencionada escala.(13).

**Estado nutricional:** El estudio antropométrico incluyó mediciones de los siguientes parámetros: peso (P), talla (T), circunferencia craneana (CC), perímetro braquial (PB) y pliegue cutáneo tricipital (PCT). Las mediciones de P y T se compararon con las Tablas del National Center for Health Statistics, adoptadas por la OMS, (1980) (14), expresándose los indicadores P/E y T/E en puntaje Z. El indicador P/T se expresó como % de adecuación según las Tablas de la OMS (1980) (14), para los escolares de sexo masculino y femenino cuyas tallas no excedían de 145 cm y 137 cm, respectivamente. Para los escolares con tallas superiores, el %P/T se calculó mediante las Tablas de Baldwin (15). El índice de masa corporal (IMC) se calculó de acuerdo a las normas de Garrow (16). La circunferencia craneana (CC) se comparó con las tablas de Tanner, Nellhaus, Roche y cols e Ivanovic y cols. (17-20) y se expresó como porcentaje de adecuación a la media y como puntaje Z. En lo referente a antropometría braquial, se determinaron los siguientes indicadores: % perímetro braquial/edad, % pliegue cutáneo tricipital /edad, % área magra braquial/edad y % área grasa braquial/edad, utilizando como estándares los establecidos por Frisancho (21).

**Estudio de rendimiento escolar (RE):** El RE se evaluó en base a un test de Castellano y Matemáticas, para cada uno de los cursos de educación media, basado en los objetivos específicos contemplados en los programas oficiales de estudio del Ministerio de Educación de Chile, para la educación media, en las respectivas asignaturas (22). La validez de contenido del test está basada en los objetivos curriculares contemplados en los programas de estudio que para la educación media, ha formulado el Ministerio de Educación, por los cuales se rigen todos los establecimientos educacionales del país (22), además de someterse a jueces. Se confeccionó una tabla de especificaciones, de objetivos específicos versus

contenidos. Se efectuó un test piloto en 40 escolares de cada curso, en donde la fiabilidad se determinó por la correlación de Spearman con la corrección Spearman-Brown, siendo igual o superior a 0,80 en todos ellos, al comparar las preguntas pares con las impares. La consistencia ítem-test se determinó mediante la correlación de Pearson, entre el puntaje total y el acierto o no, en la respectiva pregunta, siendo igual o superior a 0,25 en todas las preguntas seleccionadas (23). Todas las preguntas con correlaciones inferiores a 0,25 se rechazaron. Se utilizó la correlación de Pearson, porque además de ser una estimación de la fiabilidad, permitía en lo particular, establecer el grado de discriminación del test, con mayor exactitud que la correlación biserial (23). Los resultados se expresaron como % de respuestas correctas tanto en el rendimiento escolar total (castellano+matemáticas) (RE), en castellano (REC) y en matemáticas (REM).

**Análisis estadístico:** El análisis estadístico de los datos incluyó análisis de varianza, correlación, regresión múltiple, test de Scheffe para comparación de medias, y chi-cuadrado (23). Los datos fueron procesados mediante el sistema SAS (Statistical Analysis System) (24). Además, se analiza la información en base al enfoque de riesgo, recomendado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (25).

## RESULTADOS

### Características socioeconómicas y socioculturales

La Tabla 1 describe las condiciones socioeconómicas y socioculturales de la muestra de escolares de educación media de la Quinta Región de Chile. El 4,8% de los estudiantes pertenecía a NSE medio-alto, 34,6% a NSE medio, 55,8% a NSE medio-bajo y 4,8% a NSE bajo. En lo que respecta a la persona que ejerce el cargo de jefe del hogar, en el 75,0% de los hogares de NSE medio-alto, este rol lo asume el padre, cifra que desciende a 37,5% en el NSE bajo. En este estrato socioeconómico, dicha función es desempeñada en el 62,5% de los hogares, por la madre u otra persona. Igualmente, es posible observar que en el NSE bajo, tanto en el jefe del hogar como en la madre, se constatan menores niveles de escolaridad y de ocupación y deterioradas condiciones de vivienda, tanto en la calidad, tenencia, saneamiento básico y bienes del hogar.

### Estado nutricional

El comportamiento de los parámetros Z T y Z P, según edad, se muestra en la Tabla 2. Se encontró que el 57,4% de los escolares presentó talla normal, la cual disminuyó significativamente con la edad; por el contrario, el retraso estatural (moderado + severo), que afectó al 42,6% de la muestra aumentó significativamente con la edad, siendo el retraso moderado más prevalente entre los 16,0 y 16,9 años y el severo, entre 17,0 y 17,9 años ( $p < 0,001$ ). En lo que respecta al parámetro ZP, aunque el 74,6% de los estudiantes presentó un peso normal respecto a su edad, la prevalencia de desnutrición fue de 20,1%, la cual aumentó con la edad.

**TABLA 1**  
Condiciones socioeconómicas, socioculturales y demográficas de escolares de Educación Media según nivel socioeconómico. Valparaíso. Chile. 1995-1996

Variables	Nivel Socioeconómico			Total	Total
	Medio-Alto(8)	Medio(57)	Medio-Bajo(92)		
-% de casos					
<b>Jefe de Hogar</b>					
Padre	75,0	70,2	66,3	37,5	66,7
Madre	-	12,3	13,0	37,5	13,3
Otra persona	25,0	17,5	20,7	25,0	20,0
<b>Nivel de escolaridad del jefe del hogar</b>					
Analfabetos	-	-	-	16,6	0,7
Básica incompleta	-	-	25,6	66,7	16,5
Básica completa y media incompleta	-	23,2	59,8	-	40,8
Media completa	-	76,8	14,6	16,7	36,8
Universitaria incompleta	12,5	-	-	-	0,6
Universitaria completa	87,5	-	-	-	4,6
<b>Nivel de ocupación del jefe del hogar</b>					
Cargos directivos	12,5	-	-	-	0,6
Empleado de gradación media	50,0	3,5	-	-	3,6
Empleados sin responsabilidad	37,5	54,4	2,2	-	22,0
Obreros no especializados	-	42,1	73,6	12,5	56,1
Cesante con auxilio de cesantía	-	-	17,6	87,5	14,0
Cesante sin auxilio de cesantía	-	-	6,6	-	3,7
<b>Nivel de escolaridad de la madre</b>					
Analfabeta	-	-	1,1	14,2	1,3
Básica incompleta	-	5,5	35,2	57,2	24,0
Básica completa y media incompleta	-	50,9	46,6	14,3	44,3
Media completa	37,5	43,6	17,1	14,3	27,2
Universitaria incompleta	25,0	-	-	-	1,3
Universitaria completa	37,5	-	-	-	1,9
<b>Nivel de ocupación de la madre</b>					
Cargos directivos	-	-	-	-	-
Empleadas de gradación media	-	1,8	-	-	0,6
Empleadas sin responsabilidad	66,7	7,0	2,2	-	6,2
Obreras no especializadas	-	17,5	24,4	28,6	21,3
Cesantes con y sin auxilio de cesantía	-	1,8	7,8	42,8	6,9
Dueñas de casa	33,3	71,9	65,6	28,6	65,0
<b>Calidad de la vivienda</b>					
De lujo	-	5,3	2,3	-	3,1
De buena calidad	50,0	24,6	6,8	-	15,0
<b>Poblaciones construidas por empresas</b>					
Autoconstrucción modesta	50,0	26,6	6,8	-	15,0
Mejora (con más de tres piezas)	-	10,5	21,6	57,1	18,1
	-	3,5	19,3	28,6	13,1

Mejora (con menos de tres piezas)	-	-	3,4	-	1,9
<b>Tenencia de la vivienda</b>					
Propietarios	62,5	73,2	64,8	42,9	66,7
Arrendatarios	37,5	23,2	24,2	28,6	24,7
Usufructuarios	-	3,6	8,8	-	6,2
Allegados	-	-	1,1	-	0,6
Toma de sitio	-	-	1,1	28,6	1,8
<b>Eliminación de excretas</b>					
Con alcantarillado	100,0	100,0	97,8	87,5	98,8
Sin alcantarillado	-	-	2,2	12,5	1,8
<b>Abastecimiento de agua potable</b>					
Con agua potable	100,0	100,0	98,9	87,5	98,8
Sin agua potable	-	-	1,1	12,5	1,2
<b>Bienes del hogar</b>					
<b>Televisor</b>					
(blanco y negro)	37,5	35,1	30,4	28,6	32,3
Televisor color	100,0	93,0	94,6	100,0	94,5
TV cable	62,5	49,1	39,1	14,3	42,7
Equipo de video	62,5	61,4	48,9	14,3	52,4
Filmadora de video	37,5	15,8	8,7	-	12,2
Computador	50,0	17,5	8,7	-	13,4
Equipo modular	75,0	91,2	71,4	57,1	78,1
Lavadora	100,0	89,5	85,9	71,4	87,2
Refrigerador	100,0	91,2	79,4	57,1	83,5
Automóvil	62,5	28,1	16,3	-	22,0
Teléfono	87,5	57,9	40,2	14,3	47,6
Teléfono celular	37,5	12,3	6,5	14,2	10,4
Máquina de coser	75,0	68,40	50,0	42,9	57,3
Estufa	62,5	80,7	66,3	28,6	69,5
Aspiradora	75,0	38,6	32,6	28,6	36,6

Nota. El número de casos se indica entre paréntesis.

TABLE 2

Estado nutricional Z peso y Z talla de escolares de educación media según edad. Valparaíso. Chile. 1995-1996

Parámetros Antropométricos	Edad (años)				Total
	14.0-14.9	15.0-15.9	16.0-16.9	17.0-17.9	
-----% de casos-----					
<b>Z Talla</b>					
Retraso severo (< -2DE)	0	6.9	10.0	15.6	9.0
Retraso Moderado (-2DE - <-1DE)	7.1	25.9	46.7	46.9	33.6
Talla Normal (-1DE - +1DE)	92.9	67.2	43.3	37.5	57.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Número de casos	(14)	(58)	(30)	(32)	(134)
<b>Z Peso</b>					
Desnutridos y en riesgo de desnutrir (< -1DE)	7.1	17.2	23.4	28.1	20.1
Eutrofia (-1DE - +1DE)	92.2	77.6	70.0	65.6	74.6
Sobrepeso (+1DE - +2DE)	0.0	5.2	6.6	6.3	5.3
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Número de casos	(14)	(58)	(30)	(32)	(134)

$X_0^2=3.231$  3gl NS. Para el cálculo del  $X^2$  se consideraron las categorías desnutridos y eutrofia+sobrepeso

La Tabla 3 muestra el comportamiento de los parámetro % P/T e IMC. En lo que respecta al indicador % P/T se registró un 54,2% de eutrofia, 34,2% presentó sobrenutrición y 11,6%, desnutrición, sin diferencias significativas según edad. El IMC es normal para el 56,7% de la muestra, 30,5% presentó estado de enflaquecimiento, el cual fue disminuyendo significativamente con la edad y 12,8%, obesidad, la cual fue aumentando significativamente con la edad ( $p < 0,05$ ).

TABLE 3

Estado nutricional % peso/talla e índice de masa corporal de escolares de educación media según edad. Valparaíso. Chile. 1995-1996

Parámetros antropométricos	Edad (años)					Total
	14.0-14.9	15.0-15.9	16.0-16.9	17.0-17.9	18 y más	
-----% de casos-----						
<b>% Peso/Talla</b>						
Desnutrición (<90%)	14.3	10.3	6.7	15.2	15.0	11.6
Eutrofia (90-110%)	42.9	55.2	56.7	48.5	65.0	54.2
<b>Sobrepeso</b>						
(110-120%)	28.6	19.0	16.6	21.2	15.0	19.4
Obesidad (>120%)	14.2	15.5	20.0	15.1	5.0	14.8
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Nº de casos	(14)	(58)	(30)	(33)	(20)	(155)

$X_0^2=2.410$  4gl NS. Para el cálculo del  $X^2$  se consideraron las categorías desnutrición+eutrofia y sobrepeso+obesidad.

#### Índice de masa corporal (IMC)

< 20	50.0	39.7	30.0	24.2	10.3	30.5
20.0-24.9	50.0	48.2	60.0	60.6	69.0	56.7
25.0	0.0	12.1	10.0	15.2	20.7	12.8
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Nº de casos	(14)	58.0	(30)	(33)	(29)	(164)

$X_0^2=10.978$  4gl  $p < 0.05$ . Para el cálculo del  $X^2$  se consideraron las categorías < 20 y  $\geq 20$ .

Los valores del puntaje Z CC se encontraron, en su mayoría, dentro de rangos de normalidad, según se ilustra en la Tabla 4; no obstante, se observó una tendencia ( $p > 0,05$  y  $> 0,1$ ), en el sentido que los escolares con valores de CC sobre 1DE tendieron a aumentar a medida que aumenta la edad, en la misma forma que aquellos con valores más bajos tendieron a disminuir. Sólo el 1,2% y el 3,1% de la muestra presentaron valores del puntaje Z CC < -2 DE y > 2 DE, respectivamente.

#### Rendimiento escolar

El RE de los estudiantes fue bajo, registrándose una media  $\pm$  DE de  $33,5 \pm 9,5\%$  de respuestas correctas, observándose este hecho tanto en castellano ( $39,5 \pm 12,5$ ), como en matemáticas ( $29,9 \pm 14,3$ ). El RE total se asoció significativamente al REC ( $r=0.622$   $p < 0.0001$ ) y al REM ( $r=0.790$   $p < 0.0001$ ). Por otra parte, a medida que ascendemos en los niveles de educación media, en la muestra total, se observó, una correlación inversa y significativa entre el RE y edad ( $r=-0,231$   $p < 0.001$ ). Este hecho se observó en el NSE medio-alto ( $r=$

- 0,81  $p < 0.02$ ), en el nivel medio ( $r = -0,27$   $p < 0.05$ ), tendencia que se repite en el nivel bajo ( $r = -0,178$   $p > 0.05$  y  $< 0.1$ ).

TABLA 4

Puntaje Z de circunferencia craneana de escolares de educación media según edad. Valparaíso. Chile. 1995-1996

Puntaje Z circunferencia craneana <sup>1</sup>	Edad (años)					Total
	14.0-14.9	15.0-15.9	16.0-16.9	17.0-17.9	18 y más	
	% de casos					
< -1 DE	0	18.7	16.7	12.1	7.4	13.5
-1DE - < Media	35.7	22.0	36.7	18.2	18.5	24.5
Media + 1DE	57.2	23.7	20.0	36.4	25.9	28.8
> 1DE	7.1	35.6	26.6	33.3	48.2	33.2
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Nº de casos	(14)	(59)	(30)	(33)	(27)	(163)

$X_0^2 = 14.677$  8gl  $p > 0.05$  y  $< 0.1$ . Para el cálculo del  $X^2$  se consideraron las categorías < media, media+1DE y > 1DE.

1. El puntaje Z circunferencia craneana se estableció en base a las Tablas de Tanner, Nellhaus, Roche y cols e Ivanovic y cols (17-20). Es indiferente cual tabla usar, ya que la correlación entre ellas es superior a 0.95 (20).

### Relación entre rendimiento escolar y variables socioeconómicas, socioculturales y nutricionales

En lo que respecta a las variables socioeconómicas y socioculturales, el RE sólo correlacionó positiva y significativamente con la calidad de la vivienda ( $r = 0.162$   $p < 0.05$ ), previsión del jefe del hogar ( $r = 0.162$   $p < 0.05$ ) y número de integrantes del grupo familiar ( $r = 0.168$   $p < 0.05$ ), pero la calidad de la vivienda es la variable socioeconómica con el mayor poder explicatorio, aunque bajo, en la varianza del rendimiento escolar ( $r^2 = 0,0386$   $F = 5,7846$   $p < 0,02$ ).

La Tabla 5 ilustra los coeficientes de correlación de Pearson entre el RE y los parámetros antropométricos. Al efectuar un análisis del comportamiento de estas variables, se observa que hay correlación positiva y significativa entre % perímetro braquial/edad en I año medio ( $r = 0,296$   $p < 0,05$ ). En IV año medio, se registró una correlación inversa y significativa con el IMC ( $r = -0,382$   $p < 0,05$ ) y positiva con el puntaje Z CC ( $r = 0,443$   $p < 0,05$ ).

Al examinar los resultados de la regresión múltiple efectuada entre el RE (variable dependiente) y los parámetros antropométricos medidos en la muestra (Tabla 6), se constató que sólo en IV año medio, el puntaje Z CC es el parámetro antropométrico con el mayor poder explicatorio en la varianza del RE ( $r^2 = 0,7697$ ), tanto REC ( $r^2 = 0,9258$ ) y REM ( $r^2 = 0,5268$ ). En este contexto, el puntaje Z CC fue el único parámetro antropométrico que ingresó al modelo estadístico de regresión múltiple. La Figura 1 muestra que en los escolares que egresaban de IV año medio, se encontró un RR = 1,97, entre RE y Z CC, lo que implicaría que los escolares que tienen

CC bajo la mediana tienen casi el doble de probabilidad de obtener deficiente RE. Al respecto, se observa que el 75% de los alumnos que presentaron valores de Z CC bajo la mediana, obtuvieron bajo RE. Esta relación se encontró utilizando cualquiera de los indicadores de CC, ya que la correlación entre ellos es muy elevada ( $r > 0.96$ ) (20).

TABLA 5

Coefficientes de correlación de Pearson entre el rendimiento escolar y parámetros antropométricos de estudiantes que egresan de educación media. Valparaíso, Chile. 1995-1996

Parámetros antropométricos	Curso			
	I	II	III	IV
Z P	0,080	-0,145		-0,156
Z T	0,023	-0,199		0,260
% P/T	0,107	-0,040	0,167	-0,397
IMC	0,073	-0,013	0,057	-0,382*
Z CC	0,034	-0,000	-0,136	0,443*
% PB/E	0,296*	0,128	-0,112	-0,299
% PCT/E	0,213	0,067	-0,021	-0,022
% AMB/E	0,169	0,098	-0,032	-0,152
% AGB/E	0,213	0,064	-0,016	-0,287

Número de casos

Nota. P= peso; T= talla; % P/T= porcentaje peso para la talla; IMC= índice de masa corporal; CC= circunferencia craneana; % PB/E= porcentaje de perímetro braquial para la edad; % PCT/E= porcentaje de pliegue cutáneo tricipital para la edad; % AMB/E= porcentaje de área magra braquial para la edad; % AGB/E= porcentaje de área grasa braquial para la edad.

\*  $p < 0,05$

TABLA 6

Regresión múltiple entre rendimiento escolar (variable dependiente) y parámetros antropométricos (variables independientes) en escolares que egresan de IV año medio. Valparaíso. Chile. 1995-1996

Asignatura	Variable independiente	ingresada en el modelo	R <sup>2</sup> parcial	R <sup>2</sup> modelo	F
Castellano	Z CC		0,9258	0,9258	87,3211****
Matemáticas (M)	Z CC		0,5268	0,5268	7,7919*
Rendimiento total (C+M)	Z CC		0,7697	0,7697	23,4003***

Nota. Z CC= puntaje Z de circunferencia craneana para la edad.

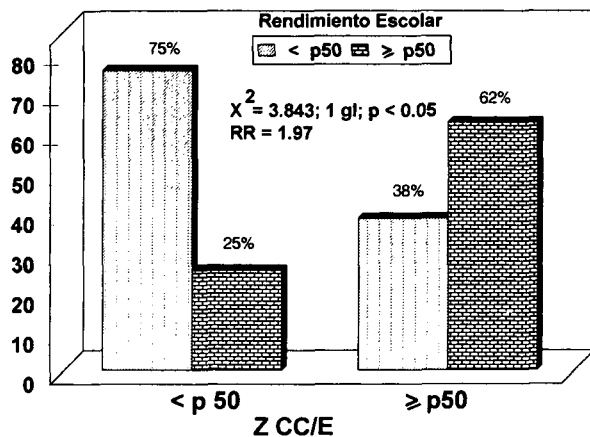
\*  $p < 0,05$ ;

\*\*\*  $p < 0,001$ ;

\*\*\*\*  $p < 0,0001$

FIGURA 1

Riesgo relativo simple (RR) entre el rendimiento escolar y puntaje Z de circunferencia craneana (Z CC/E) en escolares que egresan de educación media. Valparaíso, Chile. 1995-1996



## DISCUSION

El RE obtenido, tanto en REC, como en REM, dejan evidencia que la muestra analizada, disminuyó fundamentalmente sus puntajes, a mayor edad y ascenso en los niveles de educación media, a la vez que presentaron mayor retraso estatural, desnutrición y CC subóptima., lo que indica que la historia nutricional del grupo en estudio, registraba notorias deficiencias, probablemente porque la mayoría de la muestra pertenecía a NSE bajo, en donde se ha descrito que hay mayor prevalencia de deficiencias nutricionales (7, 26-36). Así es como dentro de las variables socioeconómicas y socioculturales, la calidad de la vivienda es la variable que mayormente contribuyó a explicar el RE del educando, probablemente por el efecto de estimulación que tiene en el niño. Otros estudios efectuados en Chile, también han encontrado una positiva y significativa asociación entre la calidad de la vivienda y el RE del educando (6).

Tomando en consideración los resultados anteriormente indicados, hay concordancia con otros estudios realizados en Chile, los cuales han confirmado que el RE se asocia significativamente a la historia nutricional del educando (1-5, 37).

Las condiciones de malnutrición y la subalimentación acaecidas durante los primeros años de vida pueden retardar el crecimiento del niño; sin embargo, aunque dicho crecimiento continúa hasta los 18 años, los efectos de la malnutrición podrían aminorarse al proporcionar una adecuada nutrición. No ocurre lo mismo con el cerebro y, en general, con todo el sistema nervioso. Los dos primeros años de vida no sólo corresponden al de máximo crecimiento de este órgano, sino que al final del primer año de vida se alcanza el 70% del peso del cerebro adulto, constituyendo también, casi el período

total de crecimiento de este órgano. De allí es que la desnutrición infantil y la subalimentación crónica podrían ocasionar un retraso en el crecimiento cerebral, reducción de su tamaño, del perímetro cefálico y el consecuente menor desarrollo intelectual (8-12, 38-50).

Los hallazgos del presente estudio, en relación a que la CC es el único parámetro que se asocia significativamente al RE del educando, son de trascendental importancia para la educación y son coincidentes con los obtenidos en estudios previos, los que han confirmado que la CC es el parámetro antropométrico de mayor relevancia para el proceso educativo y cuyo impacto en el RE va aumentando a medida que ascendemos en el Sistema Educativo (5). De esta forma en escolares que egresan de educación media, es el único parámetro antropométrico que se asocia significativamente al RE, constatándose que un alto porcentaje de los escolares que obtienen bajos puntajes en la Prueba de Aptitud Académica (PAA) presentan CC subóptima. Al respecto se constató que la CC aumenta significativamente su impacto en el RE a medida que ascendemos en el Sistema Educativo, siendo en IV Año Medio, el único parámetro antropométrico que se asocia significativamente al RE. Por otra parte, a diferencia de la CC, el P y la T, disminuyen su impacto en el rendimiento escolar, a medida que ascendemos en el Sistema Educativo (5). No obstante, en todos los estratos socioeconómicos y en todos los cursos estudiados, los escolares desnutridos, con retraso estatural y con CC subóptima presentaron un significativo menor RE, con excepción de los escolares de IV Año Medio, en que como se señaló, sólo la CC se asoció directa y significativamente al rendimiento escolar en todos los estratos socioeconómicos (5).

La selectividad en el Sistema Educativo no está dada por el impacto del estado nutricional P/E o T/E, ya que los escolares desnutridos y con retraso estatural aumentan significativamente, a medida que ascendemos en el Sistema Educativo. Este hecho contrasta con el observado en relación a la CC, ya que se observa que ingresan a I Año Básico un 59.0% de niños con CC subóptima, porcentaje que se reduce a un 40% en los escolares de IV Año Medio. De esta forma, la selectividad del Sistema Educativo se produciría a expensas de la CC, ya que por ende, ingresarían al sistema un 41% de escolares con CC óptima o superior, cifra que asciende significativamente a 60% en los escolares de IV Año Medio (5).

En el presente estudio se ha verificado un RR de 1.97 entre RE y Z CC, constatándose que el 75% de los escolares que presentan CC bajo la media obtuvieron un deficiente RE. Este hecho es coincidente con hallazgos previos, en que se constató que aproximadamente el 70% de los alumnos que obtuvieron bajos puntajes en la PAA, presentaban CC subóptima, con un riesgo relativo de 2.1, hecho que implicaría que aquellos escolares que tienen CC subóptima tienen el doble de probabilidad de obtener un bajo logro en la prueba de aptitud académica (5).

La medición de la CC ha sido descrita como buen indicador indirecto del desarrollo cerebral; por otra parte, la CC se ha encontrado asociada a la inadecuación nutricional en los primeros años de vida, o sea, el período postnatal de rápido crecimiento cerebral (51,52). Por esta razón, siempre se la ha considerado como un indicador de la historia nutricional. En el caso de los estudiantes del presente estudio, este hecho podría tener especial connotación ya que la mayoría de ellos pertenecía a NSE bajo, en donde es probable, a juzgar por el comportamiento de los parámetros nutricionales, especialmente la CC, que hayan estado sometidos a condiciones de malnutrición en sus primeros años de vida. De esta forma, la medición de la CC en niños mayores, preescolares y escolares, proporciona una importante evidencia inferencial de la malnutrición acaecida a edad temprana (52). En este sentido, existe evidencia que en niños mayores, la CC reflejaría más propiamente que la estatura, las deficiencias nutricionales que han ocurrido a edad temprana, siendo su medición por lo tanto, de gran utilidad para identificar el período en que ocurrió la malnutrición temprana, en poblaciones de niños preescolares (52-54).

En otro contexto, la malnutrición acaecida a edad temprana reduce la tasa de división celular en el cerebro, reduciendo la mielinización, la concentración de proteínas y el contenido de ADN y ARN, observándose una estrecha correlación entre la CC y el crecimiento cerebral (38). Más aún, se ha descrito que estos eventos provocarían una disminución de la capacidad intelectual, en donde las condiciones nutricionales y ambientales son inseparables (8-12). No obstante, en autopsias de niños que han fallecido de desnutrición severa, se ha verificado que presentaban menor peso cerebral, menor concentración de proteínas, menor contenido de ADN y ARN, al mismo tiempo que una menor circunferencia craneana, al compararlos con niños normales fallecidos por causas accidentales (39,40).

Diversas investigaciones han confirmado que existiría una directa y significativa asociación entre el tamaño del cerebro, especialmente del eje medio-ventricular (correspondiente a la línea horizontal a través del cerebro en donde se concentran las habilidades para el lenguaje y la visualización) y el coeficiente intelectual, de estudiantes que ingresaban a la universidad, utilizando la técnica de Resonancia Magnética por Imágenes para determinar el desarrollo cerebral (55,56). Al respecto, los autores concluyen que un cerebro más grande, probablemente implica un mayor número de neuronas en la corteza cerebral, a la vez que se observó una mayor delimitación de las áreas de sustancia blanca, la que indicaría una mejor mielinización, la cual favorecería una conducción neuronal más eficiente. Además, se observó que los cerebros de los estudiantes con bajo coeficiente intelectual tienden a tener la apariencia del de una persona en pleno período de envejecimiento, etapa que involucra un deterioro progresivo de la mielina de las fibras nerviosas (55). Al mismo tiempo, la capacidad intelectual se configura como el mejor predictor

del rendimiento escolar estando directa y significativamente asociada a la CC (37).

Los resultados del presente estudio son de importancia no sólo para Chile, sino para la comunidad científica internacional, ya que contribuyen a incrementar el campo del conocimiento en relación a las interrelaciones RE y estado nutricional, especialmente en lo concerniente al perímetro cefálico, indicador indirecto del desarrollo cerebral, lo que corresponde a una temática en que la investigación, tanto en Chile como en el extranjero, se encuentra en las fronteras del conocimiento.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus sinceros agradecimientos a la Dirección General de Investigación y Postgrado de la Universidad Católica de Valparaíso, por el financiamiento del Proyecto 122707/1995, que hizo posible la realización del presente estudio. Al Sr. Leopoldo Salgado, del Laboratorio Fotográfico del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), de la Universidad de Chile, por su trabajo fotográfico.

## REFERENCIAS

1. Ivanovic D, Marambio M. Nutrition and Education I. Educational achievement and anthropometric parameters of Chilean elementary and high school graduates. *Nutr Rep Int* 1989;39(5):983-993.
2. Ivanovic D, Vásquez M, Marambio M, Ballester D, Zacarías I, Aguayo M. Nutrition and education II. Educational achievement and nutrient intake of Chilean elementary and high school graduates. *Arch Latinoamer Nutr* 1991; 41(4):499-515.
3. Ivanovic D, Vásquez M, Aguayo M, Ballester D, Marambio M, Zacarías I. Nutrition and Education III. Educational achievement and food habits of Chilean elementary and high school graduates. *Arch Latinoamer Nutr* 1992; 42(1):9-14.
4. Ivanovic D. Nutrition and education IV. Clinical signs of malnutrition and its relationship with socioeconomic, anthropometric, dietetic and educational achievement parameters. *Arch Latinoamer Nutr* 1992; 42(1):15-25.
5. Ivanovic D, Olivares M, Castro CG, Ivanovic R. Nutrition and learning of Chilean school children: Chile's Metropolitan Region- Survey 1986-1987. *Nutrition* 1996; 12(5):321-328.
6. Ivanovic D, Castro CG, Ivanovic R. No existe una teoría sobre el rendimiento escolar. *Revista de Educación (Ministerio de Educación de Chile)* 1995; 224:40-44.
7. Durán MC, Ivanovic R, Hazbún J, Ivanovic D. Estado nutricional de escolares rurales de la región metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989. *Arch Latinoamer Nutr* 1996; 46(2):97-106.
8. Stoch MB, Smythe PM. Does undernutrition during infancy inhibit brain growth and subsequent intellectual development?. *Arch Dis Child* 1963; 68:546-552.
9. Stoch MB, Smythe PM. The effect of undernutrition during infancy on subsequent brain growth and intellectual

- development. *S Afr Med J* 1967; 41:1027-1030.
10. Stoch MB, Smythe PM. 15-year developmental study on effects of severe undernutrition during infancy on subsequent physical growth and intellectual functioning. *Arch Dis Child* 1976; 51:327-336.
  11. Stoch MB, Smythe PM, Moodie AD, Bradshaw D. Psychosocial outcome and CT findings after gross undernourishment during infancy: a 20-year developmental study. *Dev Med Child Neurol* 1982; 24:419-436.
  12. Ivanovic, D. Does undernutrition during infancy inhibit brain growth and subsequent intellectual development ?. (Comments). *Nutrition* 1996; 12:568-571.
  13. Alvarez ML, Muzzo S, Ivanovic D. Escala para medición del nivel socioeconómico en el área de la salud. *Rev Méd Chile* 1985; 113:243-249.
  14. OMS. Medición del efecto nutricional de programas de suplementación alimentaria a grupos vulnerables. Ginebra. 1980.
  15. Jelliffe D.B. The assessment of the nutritional status of the community. Geneva: WHO. 1966;
  16. Garrow J.S. Treat obesity seriously: a clinical manual. London Churchill Livingstone, 1981.
  17. Nellhaus, G. Head circumference from birth to eighteen years. Practical composite international and interracial graphs. *Pediatrics* 1968; 41:106-114.
  18. Roche AF, Mukherjee D, Guo S, Moore W. Head circumference reference data: birth to 18 years. *Pediatrics* 1987; 79:706-712.
  19. Tanner JM. Physical growth and development. In: Forfar JO, Arneil GC, editors. *Textbook of Pediatrics*. Edinburgh:Churchill Livingstone, 1984; 278-330.
  20. Ivanovic D, Olivares M, Castro CG, Ivanovic R. Circunferencia craneana de escolares chilenos de 5 a 18 años. Región Metropolitana de Chile. 1986-1987 y 1992. *Rev Méd Chile* 1995; 123:587-599.
  21. Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1981; 34:2540-2545.
  22. Chile. Ministerio de Educación. Planes y Programas de Estudio para la Educación General Básica. Ministerio de Educación-CPEIP. Santiago, Chile. *Revista de Educación* 1980; 79:106-107.
  23. Guilford JP, Fruchter B. Estadística Aplicada a la Psicología y a la Educación. 6a.Edición. McGraw Hill, México, 1984.
  24. SAS Institute Inc. Introductory Guide Cary, N. C., USA. SAS Institute Inc. 1983.
  25. OPS. Manual sobre el enfoque de riesgo en la atención materno-infantil. OPS/OMS, editor. Serie Paltex N°7 Washington. USA.1986.
  26. Ivanovic D, Alvarez ML, Barrera G, Muzzo S. Influencia del nivel socioeconómico en el estado nutricional de estudiantes egresados de Educación Básica y Media. *Rev Méd Chile* 1984; 112:1165-1171.
  27. Ivanovic, D., G. Barrera, M.L. Alvarez and S. Muzzo. Características antropométricas de escolares que egresan de Educación Básica y Media en el Area Metropolitana de Santiago de Chile. *Arch Latinoamer Nutr* 1985; 35:406-420.
  28. Ivanovic D, Aguayo M, Vásquez M, Truffello I, Ballester D, Zacarías I.(1986). Ingesta dietaria de escolares que egresan de Educación Básica en el Area Metropolitana de Santiago de Chile. *Arch Latinoam Nutr* 1986; 36:379-400.
  29. Ivanovic D, Ivanovic R, Buitrón C. Nutritional status, birth weight and breast feeding of elementary first grade Chilean students. *Nutr Rep Int* 1987; 36:1347-1361.
  30. Ivanovic D, Zacarías I, Vasquez M. Ingesta dietaria de escolares adolescentes que egresan de educación media en el Area Metropolitana de Santiago, Chile. *Rev Méd Chile* 1987; 115:1029-1033.
  31. Ivanovic R, Ivanovic D. Características socioeconómicas, socioculturales, familiares y demográficas de estudiantes de Educación Básica y Media (Región Metropolitana de Chile, 1986-1987). *Revista de Sociología* 1990; 5:183-201.
  32. Ivanovic R, Olivares M, Ivanovic D. Estado utricional en escolares chilenos urbanos y rurales de la Región Metropolitana, 1986-1987. *Rev Chil Pediatr* 1990; 61:210-217.
  33. Ivanovic D, Olivares M, Ivanovic R. Peso y estatura de escolares de la Región Metropolitana de Chile: impacto del nivel socioeconómico. *Rev Méd Chile* 1991; 119:1322-1333.
  34. Ivanovic D, Olivares M, Ivanovic R. Nutritional status of Chilean school children from different socioeconomic status and sex. Chile's Metropolitan Region. Survey 1986-1987. *Ecol Food Nutr* 1991; 26:1-16.
  35. Ivanovic D, Ivanovic R, Durán MC, Hazbún J. Ingesta alimentaria de escolares rurales de la Región Metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989. *Arch Latinoamer Nutr* 1992; 42:374-388.
  36. Ivanovic D, Olivares M, Castro CG, Ivanovic R. Estado nutricional de escolares en condiciones de pobreza urbana y rural. *Rev Méd Chile* 1995; 123:509-525.
  37. Ivanovic D, Ivanovic R, Truffello I, Buitrón C. Nutritional status and educational achievement of elementary first grade Chilean students. *Nutr Rep Int* 1989; 39:163-175.
  38. Winick. M. Nutrition and brain development. In: Serban G, editor. *Nutrition and mental functions*. 1975; 65-73. New York:Plenum Press.
  39. Winick M, Rosso P. The effect of severe early malnutrition on cellular growth of human brain. *Pediatr Res* 1969; 3:181-184.
  40. Winick M, Rosso P. Head circumference and cellular growth of the brain in normal and marasmic children. *J Pediatr* 1969; 74:774-778.
  41. Brown L, Pollitt E. Malnutrition, poverty and intellectual development. *Sci Am* 1996; 274:26-31.
  42. Hack M, Breslau N. Very low birth weight infants: effects of brain growth during infancy on intelligence quotient at 3 years of age. *Pediatrics* 1986; 77:196-202.
  43. Hack M, Breslau N, Weissman B, Aram, D, Klein N, Borawski E. Effect of very low birth weight and subnormal head size on cognitive abilities at school age. *N Engl J Med* 1991; 325:231-237.
  44. Levitsky DA, Strupp BJ. Malnutrition and the brain: changing concepts, changing concerns. *J Nutr* 1995; 125:2212S-2220S.
  45. Grantham-McGregor S. A review of studies of the effect of severe malnutrition on mental development. *J Nutr* 1995; 125:2233S-2238S.
  46. McLaren DS, Yaktin US, Kanawati AA, Sabbagh S, Kadi Z. The subsequent mental and physical development of rehabilitated marasmic infants. *J Ment Defic Res* 1973; 17:273-281.
  47. McLaren DS, Yaktin US, Kanawati AA, Sabbagh S, Kadi Z. The relationship of severe marasmic protein-energy

- malnutrition and rehabilitation in infancy to subsequent mental development. In R.E. Olson RE, editor. Protein-Calorie Malnutrition. New York:Academic Press 1975; 107-112.
48. Monckeberg F. Effect of early marasmic malnutrition on subsequent physical and psychological development. In: Scrimshaw N, Gordon J, editors. Malnutrition, Learning and Behavior. Cambridge,MA:The MIT Press. 1968; 269-278.
49. Morgane PJ, Austin-LaFrance R, Bronzino J, Tonkiss J, Diaz-Cintra S, Cintra L, Kemper T, Galler JR. Prenatal malnutrition and development of the brain. *Neurosci Biobehav Rev* 1993; 17:91-128.
50. Henrichsen L, Skinhoj K, Andersen GE. Delayed growth and reduced intelligence in 9-17 year old intrauterine growth retarded children compared with their monozygous co-twins. *Acta Pediatr Scand* 1986; 75:31-35.
51. Rumsey JM, Rapoport JL. Assessing behavioral and cognitive effects of diet in pediatric populations. In Wurtman RJ, Wurtman JJ, editors. Nutrition and the Brain. New York:Raven Press,1983; 6:101-161.
52. Johnston F, Lampl M. Anthropometry in studies of malnutrition and behavior. In Brozek J, Schürch B, editors. Malnutrition and Behavior: Critical Assessment of Key Issues. Nestlé Foundation Publication Series. Lausanne:Nestlé Foundation 1984; 4:51-70.
53. Malina RM, Habicht JP, Martorell R, Lechtig A, Yarbrough C, Klein RE. Head and chest circumference in rural Guatemalan Ladino children birth to years of age. *Am J Clin Nutr* 1975; 28:1061-1070.
54. Yarbrough C, J.P. Habicht JP, R. Martorell R, R.E. Klein RE. Anthropometry as an index of nutritional status. In Roche AF, Falkner F, editors. Nutrition and Malnutrition Identification and Measurement. New York: Plenum Press, 1974; 5-26.
55. Willerman L, Schultz R, Rutledge JN, Bigler ED. In vivo brain size and intelligence. *Intelligence*. 1991; 15:223-228.
56. Reiss AL, Abrams MT, Singer HS, Ross JL, Denckla MB. Brain development, gender and IQ in children: a volumetric imaging study. *Brain* 1996; 119:1763-1774.

Recibido: 22-01-1998

Aceptado: 28-07-1998