

**ANALISIS CRITICO DE LA VALIDEZ DEL PERIMETRO
DEL BRAZO COMO INDICADOR DEL ESTADO
NUTRICIONAL PROTEINICO-ENERGETICO
EN NIÑOS PREESCOLARES¹**

Hernán L. Delgado,² Víctor Valverde² y Robert E. Klein³

**Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),
Guatemala, Guatemala, C. A.**

RESUMEN

El perímetro del brazo se ha recomendado como una medida para detectar, a nivel de campo, desnutrición proteínico-energética aguda y crónica. Sus grandes ventajas serían la facilidad para obtener la medida, el bajo costo del instrumental requerido, y la rapidez de la medición. En este artículo se proporciona información y criterios de decisión al personal de salud y nutrición responsable de seleccionar y utilizar instrumentos y métodos para la

Manuscrito modificado recibido: 5-7-82.

- 1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos de la Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana (Subvención No. 80 W3-AMR-1430) y de la Agencia Internacional para el Desarrollo (USAID/Washington, D.C., Contrato AID/ta-C/1342).
- 2 Miembro de la División de Desarrollo Humano del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C.A.
- 3 Jefe de la misma División.

Publicación INCAP E-1106.

escogencia de grupos de población o individuos con alto riesgo de padecer desnutrición. Se concluye que el perímetro del brazo se puede clasificar como un método para detectar desnutrición global, con sensibilidad y especificidad relativamente bajas, muy poco válido como medida de desnutrición aguda o crónica. Se evidencia, además, notable variabilidad del valor crítico o "de quiebre" del perímetro del brazo, que maximiza la selección de niños realmente desnutridos en los diferentes grupos de edad considerados. Finalmente, la comparación de la adecuación de peso-para-edad y de perímetro del brazo como métodos para seleccionar niños menores de cinco años de edad con desnutrición aguda o crónica, revela que el peso-para-edad es consistentemente superior al perímetro del brazo, en todas las categorías de edad consideradas. Se recomienda a los salubristas tomar nota de todas estas posibles limitaciones en el uso del perímetro del brazo.

INTRODUCCION

Los indicadores antropométricos más recomendados para evaluar el estado nutricional de una población y para la detección de individuos o grupos con alto riesgo de presentar desnutrición proteínico-energética en la población son el peso y la talla (1-3). A partir de esas medidas del estado nutricional combinadas entre sí o con la edad, es factible obtener indicadores que permiten diferenciar los casos de desnutrición proteínico-energética aguda (por ejemplo, la relación de peso-para-talla) de aquéllos con desnutrición crónica (por ejemplo, la relación de talla-para-edad) (4, 5).

La medición de peso y talla, particularmente a nivel de áreas rurales, está sujeta a múltiples fuentes de error (6). Además, la obtención de ambas medidas se encuentra limitada por la falta de equipo apropiado para utilizar en el medio rural. Los instrumentos más recomendables en esas circunstancias son las balanzas de reloj y los infantómetros-tallímetros; sin embargo, su uso se cuestiona por ser éstos relativamente costosos y de difícil transporte. A lo expuesto debe agregarse la dificultad de obtener medidas confiables de la edad de los niños, sobre todo en los países menos desarrollados (7).

En varias publicaciones se ha sugerido el uso del perímetro del brazo como un método alternativo, de bajo costo y fácil utilización, para recabar datos sobre el estado nutricional de individuos y grupos poblacionales (8-10). En esta oportunidad se analiza la validez del perímetro del brazo como un indicador del estado nutricional capaz de ser utilizado en la selección de individuos y

grupos de población con alto riesgo de desnutrición proteínico-energética. Además, se le compara con uno de los indicadores del estado nutricional, la relación de peso-para-edad, indicador frecuentemente recomendado para ese propósito.

MATERIAL Y METODOS

Se tomaron medidas de peso, talla y perímetro del brazo a todos los niños menores de cinco años de edad (total = 3,699) residentes en 27 fincas cafetaleras del área rural de Guatemala y presentes en las comunidades en la fecha de la encuesta. La población residente en esas fincas es indígena y representa regiones del sur-occidente, altiplano y norte de Guatemala (departamentos de Quetzaltenango, Suchitupéquez, Escuintla, Chimaltenango y Alta Verapaz).

Las mismas mediciones se hicieron en 112 niños internados en tres centros de recuperación nutricional en el departamento de Guatemala.

Las auxiliares de enfermería encargadas de recolectar la información antropométrica utilizaron técnicas de medición aceptadas internacionalmente (11), y lograron un alto grado de precisión y exactitud en la toma de las medidas. Además, en cada caso se trató de obtener la información más confiable sobre la edad del niño, por medio de interrogatorio a la madre o a la persona responsable del niño y, cuando fue posible, se verificó esa información con los certificados de nacimientos del Registro Civil.

Al relacionar las medidas antropométricas recolectadas, entre sí y con la edad, se obtuvieron los indicadores de peso-para-edad, talla-para-edad y peso-para-talla, además de la medida del perímetro del brazo en centímetros. Las mediciones en esta población también se relacionaron con valores de la población de referencia del NCHS (National Center for Health Statistics), expresándose como porcentajes de la mediana de peso-para-edad, talla-para-edad y peso-para-talla.

ANALISIS DE DATOS

Es conocido el hecho de que pocas pruebas diagnósticas clasifican adecuadamente a los individuos en sanos o enfermos. La situación más común es que algunas personas sanas se clasifiquen

como enfermas y otras enfermedades sean consideradas como sanas. Si bien estos errores no necesariamente invalidan una prueba, justifican la necesidad de definir los límites de error máximos aceptables. Una de las técnicas recomendadas para evaluar la validez de una prueba diagnóstica es la prueba de tamizaje (12, 13). En este trabajo se utilizó esa técnica para evaluar la medida del perímetro del brazo como prueba diagnóstica para seleccionar individuos con alta probabilidad de padecer desnutrición proteínico-energética (14, 15).

En la Tabla 1 se detalla la metodología de la prueba de tamizaje para calcular la validez de un indicador. A partir de esa información se pueden obtener por cientos de especificidad, sensibilidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y prevalencia de la desnutrición real y de la diagnosticada. Estos valores se determinan comparando los resultados obtenidos por la prueba diagnóstica con aquéllos derivados de procedimientos diagnósticos considerados como verdaderos (sin error) o más definitivos (7). Es deseable que la prueba diagnóstica clasifique correctamente como desnutridos a no menos de un porcentaje especificado de aquéllos verdaderamente desnutridos (sensibilidad), y que no clasifique incorrectamente como desnutridos a más de un porcentaje especificado (falsos positivos). La definición de estos porcentajes dependerá no sólo de consideraciones estadísticas, sino también de los recursos disponibles y de los costos asociados a la selección inadecuada de sanos o desnutridos (13). El primer paso es definir el valor crítico o "de quiebre" de la prueba diagnóstica (perímetro del brazo), por debajo del cual se clasifica a los niños como desnutridos, y proceder luego a la evaluación de la prueba diagnóstica.

Por otra parte, cuando existen otras pruebas diagnósticas en uso, es posible compararlas en términos de su capacidad de detectar niños desnutridos. Greenhouse y Mantel (16) recomiendan la comparación, valiéndose de la prueba de "t", de las sensibilidades de diferentes pruebas diagnósticas, predefinido un valor crítico o porcentaje de falsos positivos común a ambas pruebas diagnósticas. En el caso que la misma muestra de individuos se haya utilizado para ambas pruebas diagnósticas, la varianza de la diferencia podría obtenerse por medio de aproximaciones a las series de Taylor. Youden (17, 18) sugirió un índice que resume parte de la información de la Tabla 1 y que resulta al restar del porcentaje de sensibilidad el por ciento de falsos positivos. En caso de compararse dos pruebas, se debe obtener la estimación del índice de Youden y la medida del error estándar para cada prueba diagnóstica, pudiendo compararse

TABLA 1

PRUEBA DE TAMIZAJE

		Estado de nutrición*	
		Desnutrido	No desnutrido
Resultado de la prueba diagnóstica**	Desnutrido	Positivo verdadero (a)	Falso positivo (b)
	No desnutrido	Falso negativo (c)	Negativo verdadero (d)

* El estado de nutrición se define por los indicadores peso-para-edad, talla-para-edad y peso-para-talla; se consideran desnutridos los niños con indicadores antropométricos por debajo de ciertos valores críticos.

** El resultado de la prueba diagnóstica se define por la medida del perímetro del brazo; se consideran desnutridos los niños con perímetro del brazo por debajo de ciertos valores críticos.

$$\text{Sensibilidad} = \frac{a}{a + c} \times 100 = \text{porcentaje de niños desnutridos que son detectados por la prueba.}$$

$$\text{Especificidad} = \frac{d}{b + d} \times 100 = \text{porcentaje de niños no desnutridos no detectados por la prueba.}$$

$$\text{Falsos negativos} = \frac{c}{a + c} \times 100 = \text{porcentaje de niños desnutridos que no son detectados por la prueba.}$$

$$\text{Falsos positivos} = \frac{b}{b + d} \times 100 = \text{porcentaje de niños no desnutridos detectados como desnutridos por la prueba.}$$

$$\text{Indice de Youden} = \frac{a}{a + c} - \frac{b}{b + d}$$

$$\text{Error estándar} = \text{EEy} \quad \sqrt{\frac{ac}{(a + c)^3} + \frac{bd}{(b + d)^3}}$$

ambas pruebas diagnósticas por medio de la prueba de "t". Dada la facilidad de entender y computar, el índice de Youden fue seleccionado como el método principal para las comparaciones entre las pruebas diagnósticas que se presentan a continuación.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se expone el número de casos, el promedio y la desviación estándar de la medida de perímetro del brazo, así como las adecuaciones de peso-para-talla, talla-para-edad y peso-para-edad. Además, se presentan los coeficientes de correlación entre el perímetro del brazo y los otros indicadores del estado nutricional (específicos para los grupos de edad considerados). Según se observa, los coeficientes de correlación son más altos entre el perímetro del brazo y la adecuación de peso-para-edad que entre el perímetro del brazo y las adecuaciones de talla-para-edad y peso-para-talla.

La Tabla 3 muestra el porcentaje de niños en o por debajo de los valores usualmente considerados como críticos en las adecuaciones de peso-para-talla, peso-para-edad y talla-para-edad, específicos para los grupos de edad estudiados. Se aprecian diferentes prevalencias de desnutrición en diferentes grupos de edad. El grupo más afectado por la desnutrición aguda —según el indicador peso-para-talla— es el de 12 a 29 meses de edad, mientras que la desnutrición crónica —según el indicador talla-para-edad— aumenta progresivamente a partir de los 12 meses de edad. El indicador peso-para-edad, que refleja desnutrición global, presenta un patrón similar al de peso-para-talla. En la Tabla 3 se da a conocer, además, la comparación del perímetro del brazo por grupos de edad, con el patrón de referencia de Wolanski (19), observándose valores más bajos de adecuación en el primer semestre de vida y entre los 12 y 35 meses de edad.

Los resultados de la prueba de validación del perímetro del brazo en su capacidad de detectar desnutrición, comparado con los indicadores de talla-para-edad y peso-para-talla, se presentan en las Tablas 4 y 5, respectivamente. Los dos valores críticos, tanto de talla-para-edad como de peso-para-edad que diferencian a los niños desnutridos de los bien nutridos, están representados por las adecuaciones igual o menor al 85% o igual o menor al 90% de la mediana del NCHS. La categorización de los indicadores peso-para-talla y talla-para-edad en dos niveles cada uno, permite analizar la capacidad del perímetro del brazo para detectar niños en dos

TABLA 2

RELACION DEL PERIMETRO DEL BRAZO, CON LAS ADECUACIONES DE PESO-PARA-EDAD,
TALLA-PARA-EDAD Y PESO-PARA-TALLA POR GRUPOS DE EDAD

Grupos de edad	Número de casos	Promedio y desviación estándar ($\bar{x} \pm DE$)				Coeficiente de correlación perímetro del brazo y		
		Perímetro del brazo (cm)	Peso para edad (o/o)	Talla para edad (o/o)	Peso para talla (o/o)	Peso para edad	Talla para edad	Peso para talla
0- 5	330	10.8 \pm 1.8	90.6 \pm 14.8	94.4 \pm 4.8	104.7 \pm 12.6	0.61	0.41	0.58
6-11	400	13.2 \pm 1.3	84.4 \pm 13.8	92.6 \pm 5.1	101.4 \pm 14.0	0.58	0.38	0.39
12-17	384	12.8 \pm 1.3	76.3 \pm 12.0	89.5 \pm 5.0	94.2 \pm 12.2	0.59	0.41	0.44
18-23	390	13.4 \pm 1.2	76.2 \pm 11.4	88.0 \pm 5.3	93.5 \pm 10.9	0.61	0.40	0.45
24-29	326	13.1 \pm 1.4	77.6 \pm 11.8	88.6 \pm 5.1	95.0 \pm 10.5	0.51	0.31	0.45
30-35	345	13.7 \pm 1.2	78.7 \pm 10.0	88.5 \pm 5.0	97.7 \pm 10.1	0.57	0.34	0.47
36-47	595	14.2 \pm 1.2	79.1 \pm 10.9	87.2 \pm 5.4	100.1 \pm 10.2	0.64	0.41	0.56
48-59	527	14.6 \pm 1.1	78.9 \pm 10.7	86.3 \pm 5.1	101.8 \pm 9.7	0.64	0.39	0.54

TABLA 3

PORCENTAJE DE DESNUTRICION PROTEINICO-ENERGETICA AGUDA Y CRONICA POR GRUPOS DE EDAD EN NIÑOS MENORES DE CINCO AÑOS, SEGUN VARIOS INDICADORES ANTROPOMETRICOS

Indicadores antropométricos	Grupos de edad, en meses							
	0-5	6-11	12-17	18-23	24-29	30-35	36-47	48-60
Peso para $\leq 85\%$	4.6	10.9	22.1	18.8	15.8	9.4	8.4	3.9
talla $\leq 90\%$	8.2	19.8	37.8	36.7	28.0	21.5	15.0	10.2
Talla para $\leq 85\%$	4.1	5.6	14.9	28.2	22.2	22.6	34.8	41.2
edad $\leq 90\%$	16.9	31.1	55.8	69.1	65.2	66.9	74.7	78.4
Peso para $\leq 60\%$	4.9	4.2	8.6	7.0	6.1	2.1	4.1	4.0
edad $\leq 70\%$	15.9	25.4	49.2	47.8	47.4	38.5	36.5	36.9

RELACION DEL PROMEDIO DEL PERIMETRO DEL BRAZO CON EL PATRON DE REFERENCIA DE WOLANSKI (19), POR GRUPOS DE EDAD

Adecuación del promedio del perímetro del brazo (o/o)	Grupos de edad, en meses							
	0-5	6-11	12-17	18-23	24-29	30-35	36-47	48-60
	81.3	87.1	80.5	83.5	79.4	84.3	86.6	85.6

TABLA 4

RELACION ENTRE CATEGORIAS DE RIESGO DE DESNUTRICION, DEFINIDAS POR LA ADECUACION DE TALLA-PARA-EDAD Y EL PERIMETRO DE BRAZO

Grupos de edad (meses)	Perímetro del brazo (cm)		Adecuación de talla para edad							
	Valor crítico	o/o de casos por debajo del V.C.*	≤ 85o/o				≤ 90o/o			
			Prevalencia	Sensibilidad	Falsos positivos	Valor predictivo positivo	Prevalencia	Sensibilidad	Falsos positivos	Valor predictivo positivo
0- 5	< 8.5	8.8	4.1	71.4	6.2	33.3	16.9	29.8	4.6	56.7
	< 10.0	35.2		85.7	23.0	10.1		59.6	30.2	28.6
6-11	< 12.0	15.1	5.6	65.2	12.1	24.2	31.1	29.7	8.5	61.3
	< 12.5	28.5		73.9	25.8	14.5		46.1	20.5	50.4
12-17	< 12.5	39.6	14.9	69.5	34.3	26.3	55.8	52.3	23.6	73.7
	< 13.0	53.3		79.7	48.7	22.4		63.2	40.8	66.2
18-23	< 12.5	33.4	28.2	59.6	23.1	50.4	69.1	41.2	16.0	85.2
	< 13.0	48.7		70.2	39.0	41.4		42.6	26.4	82.9
24-29	< 12.5	26.2	22.9	54.6	17.8	47.7	65.2	37.4	5.1	93.2
	< 13.0	64.6		62.3	33.6	35.6		48.9	23.9	79.3
30-35	< 13.0	22.4	22.6	42.5	16.5	43.0	66.9	28.4	10.3	84.8
	< 13.5	41.1		66.2	33.7	36.6		48.7	25.6	20.7
36-47	< 14.0	43.6	34.8	62.5	33.4	50.0	74.7	48.2	29.8	82.7
	< 14.5	64.5		79.8	56.3	43.1		69.7	49.0	80.8
48-60	< 14.5	47.9	41.2	58.8	40.2	50.6	78.4	51.5	65.5	84.4
	< 15.0	68.2		80.0	59.8	48.4		71.5	56.0	82.2

* V. C. = Valor crítico.

prevalencias de desnutrición aguda y dos prevalencias de desnutrición crónica, respectivamente.

En la Tabla 4 se presenta información del perímetro del brazo y de talla-para-edad. Como los datos lo revelan, el valor del perímetro del brazo, con el cual se obtiene el más alto porcentaje de sensibilidad para detectar niños desnutridos y el más bajo porcentaje de falsos positivos (mayor especificidad), varía con la edad de éstos y con la prevalencia de desnutrición. En niños menores de un año de edad, el valor crítico varía ostensiblemente del primero al segundo semestres de vida. De los 12 hasta los 29 meses de edad, dos valores de perímetro del brazo, menor de 12.5 cm uno y menor de 13 cm el otro, presentan la mayor sensibilidad y especificidad para detectar desnutrición definida como talla-para-edad igual o menor del 850/o y del 900/o de la mediana del NCHS, respectivamente. En niños mayores de 29 meses, los valores críticos de perímetro del brazo aumentan de 13.0 y 13.5 cm en el grupo de 30 a 35 meses de edad, a 14.5 y 15.0 cm en los niños entre 48 y 60 meses de edad. En la misma Tabla 4 se aprecia, además, el valor predictivo de una prueba positiva, es decir, la probabilidad de que un individuo tenga realmente desnutrición, ya que el resultado de la prueba diagnóstica (el perímetro del brazo) así lo indica. En general, los valores predictivos de perímetro del brazo son menores del 500/o para la adecuación de talla-para-edad igual o menor del 850/o, y mayores del 500/o para la adecuación de talla-para-edad igual o menor del 900/o.

La relación entre perímetro del brazo y la adecuación de peso-para-talla se muestra en la Tabla 5. En este caso se observa que el valor de perímetro del brazo con el cual se obtiene la mayor sensibilidad para detectar niños desnutridos aumenta progresivamente de la categoría de 0 a 5 meses de edad hasta la categoría de 48 a 60 meses de edad. Por otro lado, el porcentaje de falsos positivos es elevado y el valor predictivo de una prueba positiva es consistentemente bajo en todos los grupos de edad y en los dos niveles de adecuación de peso-para-talla considerados.

Por último, en la Tabla 6 se observa la relación existente entre el perímetro del brazo y la adecuación del peso para la edad, comúnmente utilizada como indicador del estado nutricional global. Al igual que en los análisis anteriores, se seleccionaron los valores de perímetro del brazo con la mayor sensibilidad para detectar niños desnutridos de acuerdo con la adecuación del peso-para-edad igual o menor a 600/o e igual o menor a 700/o. En esta Tabla, los porcentajes de sensibilidad en las pruebas de validación

TABLA 5

RELACION ENTRE CATEGORIAS DE RIESGO DE DESNUTRICION, DEFINIDAS POR LA ADECUACION DE PESO PARA TALLA Y EL PERIMETRO DEL BRAZO

Grupos de edad (meses)	Perímetro del brazo (cm)		Adecuación de peso-para-talla							
	Valor crítico	o/o de casos por debajo del V.C.*	≤ 85o/o				≤ 90o/o			
			Prevalencia	Sensibilidad	Falsos positivos	Valor predictivo positivo	Prevalencia	Sensibilidad	Falsos positivos	Valor predictivo positivo
0- 5	< 10.0	36.5	4.6	73.3	34.7	9.2	8.2	66.7	33.8	15.0
	< 10.5	52.0		86.7	50.3			7.6	82.5	49.0
6-11	< 12.5	28.2	10.9	47.7	25.8	18.4	19.8	56.2	21.3	39.5
	< 13.0	44.6		68.2	41.7			16.7	73.8	37.4
12-17	< 12.0	25.1	22.9	52.9	17.3	46.5	37.8	46.3	12.2	69.7
	< 12.5	39.8		67.8	31.9			37.6	62.4	26.1
18-23	< 12.5	33.2	18.8	56.0	27.9	31.8	36.7	48.6	24.2	53.8
	< 13.0	47.7		70.7	42.4			27.9	66.4	36.9
24-29	< 12.5	26.5	15.8	55.8	22.1	33.3	28.0	52.2	16.5	55.2
	< 13.0	40.8		73.1	34.8			28.4	64.1	31.8
30-35	< 13.0	22.7	9.4	60.6	18.8	25.0	21.5	52.6	14.4	50.0
	< 13.5	41.4		84.8	26.9			19.2	80.3	30.7
36-47	< 13.5	27.6	8.4	72.0	23.5	22.0	15.0	67.4	20.6	36.6
	< 14.0	43.5		88.0	39.4			17.6	85.4	36.2
48-60	< 13.5	17.8	3.9	66.7	15.9	14.6	10.2	52.7	13.9	30.2
	< 14.0	28.2		81.0	26.1			11.2	65.4	24.0

* V. C. = Valor crítico.

TABLA 6

RELACION ENTRE CATEGORIAS DE RIESGO DE DESNUTRICION, DEFINIDAS POR LA ADECUACION DE PESO-PARA-EDAD Y EL PERIMETRO DEL BRAZO

Grupos de edad (meses)	Perímetro del brazo (cm)		Adecuación de peso para edad								
	Valor crítico	o/o de casos por debajo del V.C.*	≤60%o				Valor predictivo positivo	≤70%o			
			Prevalencia	Sensibilidad	Falsos positivos	Prevalencia		Sensibilidad	Falsos positivos	Valor predictivo positivo	
0- 5	< 9.5	24.2	4.9	81.3	11.2	16.5	11.0	66.7	18.9	30.4	
	< 10.0	36.7		87.5	34.1	11.7		83.3	30.9	25.4	
6-11	< 12.0	15.3	4.2	70.6	22.9	19.4	15.5	58.7	7.3	59.7	
	< 12.5	28.8		76.5	26.7	11.1		71.4	21.0	38.5	
12-17	< 11.5	18.5	8.6	76.5	13.1	35.6	34.3	40.0	7.3	74.0	
	< 12.5	40.1		97.1	34.7	20.9		73.3	22.8	62.7	
18-23	< 12.0	17.2	7.0	75.0	12.8	30.4	31.8	41.4	5.8	76.8	
	< 12.5	33.1		82.1	29.4	17.3		64.1	18.6	61.7	
24-29	< 11.5	6.8	5.6	68.4	3.2	56.5	25.3	24.7	0.8	91.3	
	< 12.5	26.2		79.0	23.0	17.0		63.5	13.6	61.4	
30-35	< 12.5	12.4	2.8	80.0	10.5	18.2	19.8	42.9	5.0	68.2	
	< 13.5	41.2		90.0	39.8	6.2		82.9	31.0	39.7	
36-47	< 13.5	27.6	4.3	80.8	25.2	12.6	22.1	66.2	16.7	53.0	
	< 14.0	43.7		96.2	58.6	9.5		85.0	32.0	43.0	
48-59	< 13.0	7.2	4.1	63.6	4.8	35.9	19.8	31.8	0.9	10.5	
	< 14.0	28.3		86.4	15.9	12.4		70.1	17.8	49.3	

* V. C. = Valor crítico.

de perímetro del brazo son más altos que los encontrados con respecto a las adecuaciones de peso-para-talla y talla-para-edad. El valor predictivo de una prueba positiva es, sin embargo, consistentemente bajo.

Con base en los resultados expuestos, se plantea la interrogante de cuál es la posibilidad de utilizar el perímetro del brazo como un sustituto del peso-para-edad para seleccionar, particularmente a nivel rural, individuos con alto riesgo de desnutrición proteínico-energética actual o pasada. Con el objeto de examinar esta posibilidad se compararon los índices de Youden, específicos para los grupos de edad estudiados, y tres categorías de porcentaje de falsos positivos, de la adecuación de peso-para-edad y el perímetro del brazo, con los indicadores peso-para-talla y talla-para-edad. Las Tablas 7 y 8 resumen estas comparaciones. En ellas se observa que prácticamente todas las comparaciones (con excepción de la categoría de peso-para-talla igual a o menor del 90%/o, edad de 24 a 29 meses, y con menos del 5%/o de falsos positivos) el peso-para-edad tiene un índice de Youden mayor que el perímetro del brazo y que, en una importante proporción de estas comparaciones, las diferencias presentadas son estadísticamente significativas ($P < 0.05$ ó $P < 0.01$).

DISCUSION Y COMENTARIOS

El perímetro del brazo ha sido recomendado como un método para la selección de niños sujetos a alto riesgo de desnutrición, sobre todo en áreas rurales y en poblaciones en las que no se cuenta con información precisa de la edad del niño. Se ha informado, además, acerca de la existencia de correlaciones altas entre peso-para-edad y perímetro del brazo (20), lo que también se constató en la muestra de nuestro estudio. La existencia de una asociación más estrecha entre perímetro del brazo y la adecuación de peso-para-edad, que entre el perímetro del brazo y las adecuaciones de talla-para edad y peso-para talla, se observa también en las pruebas de tamizaje presentadas. Los valores de sensibilidad y especificidad, y el valor predictivo de una prueba positiva son mayores en la relación de perímetro del brazo con peso-para-edad que en la relación de perímetro del brazo con talla-para-edad o con peso-para-talla. Con base en las asociaciones encontradas se comparó el perímetro del brazo con el peso-para-edad en cuanto a la capacidad de seleccionar niños con adecuaciones bajas de talla-

TABLA 7

COMPARACION DE LOS INDICADORES DE PESO-PARA-EDAD Y PERIMETRO DEL BRAZO PARA DETECTAR NIÑOS CON ADECUACIONES BAJAS DE TALLA-PARA-EDAD, EN TRES CATEGORIAS DE FALSOS POSITIVOS

	Porcentaje de falsos positivos	Grupos de edad							
		0-5	6-11	12-17	18-23	24-29	30-35	36-47	48-59
Talla para edad	≤ 5.0	0.12 ± 0.17	0.06 ± 0.14	0.06 ± 0.09	0.14** ± 0.05	0.02 ± 0.07	0.07 ± 0.07	0.11** ± 0.04	0.05 ± 0.04
por ciento	≤ 10.0	0.09 ± 0.16	0.23 ± 0.14	—	0.12 ± 0.07	0.08 ± 0.08	0.22** ± 0.08	0.18 ± 0.05	—
	≤ 15.0	—	0.18 ± 0.13	0.10 ± 0.10	—	—	—	—	—
Prevalencia de T/e ≤ 85		4.1	5.6	14.9	28.2	22.9	22.6	34.8	41.2
Talla para edad	≤ 5.0	0.19* ± 0.09	0.02 ± 0.05	0.19** ± 0.04	0.12** ± 0.04	0.12* ± 0.05	0.12** ± 0.05	0.14** ± 0.03	0.14** ± 0.03
por ciento	≤ 10.0	0.32** ± 0.09	0.07 ± 0.06	—	0.22** ± 0.05	—	—	0.26* ± 0.04	0.24** ± 0.05
	≤ 15.0	—	—	0.23** ± 0.06	—	—	0.17** ± 0.06	—	—
Prevalencia de T/e ≤ 90		16.9	31.1	55.8	69.1	65.2	66.9	74.7	78.4

En cada celda se presentan las diferencias del índice de Youden de peso para edad, menos el índice de Youden del perímetro del brazo, y el error estándar de la diferencia.

* $P \leq 0.05$.

** $P \leq 0.01$ en prueba de "t" de las diferencias de promedios.

TABLA 8

COMPARACION DE LOS INDICADORES DE PESO-PARA-EDAD Y EL PERIMETRO DEL BRAZO PARA DETECTAR NIÑOS CON ADECUACIONES BAJAS DE PESO-PARA-TALLA, EN TRES CATEGORIAS DE FALSOS POSITIVOS

	Porcentaje de falsos positivos	Grupos de edad							
		0-5	6-11	12-17	18-23	24-29	30-35	36-47	48-59
Peso para talla ≤ 85 por ciento	≤ 5.0	0.16 ± 0.14	0.22* ± 0.10	0.11 ± 0.06	0.09 ± 0.07	0.05 ± 0.09	0.40** ± 0.12	0.06 ± 0.09	0.29* ± 0.14
	≤ 10.0	0.19 ± 0.17	0.28** ± 0.10	0.27** ± 0.07	0.28** ± 0.08	0.20* ± 0.10	—	0.27** ± 0.10	0.32* ± 0.13
	≤ 15.0	0.28 ± 0.17	—	—	—	—	0.42 ± 0.11	—	—
	Prevalencia de P/T ≤ 85	4.6	10.9	22.9	18.8	15.8	9.4	6.4	3.9
Peso para talla ≤ 90 por ciento	≤ 5.0	0.10 ± 0.10	0.05 ± 0.08	0.01 ± 0.05	0.03 ± 0.04	0.09 ± 0.06	0.15* ± 0.07	0.22** ± 0.07	0.26** ± 0.09
	≤ 10.0	0.12 ± 0.13	0.18* ± 0.08	0.08 ± 0.06	0.14* ± 0.06	—	0.21 ± 0.08	—	—
	≤ 15.0	0.18 ± 0.13	—	0.21** ± 0.06	—	—	—	—	0.32** ± 0.09
	Prevalencia de P/T ≤ 90	8.2	13.8	37.8	36.7	28.0	21.5	15.0	10.2

En cada celda se presentan las diferencias del índice de Youden de peso para edad, menos el índice de Youden del perímetro del brazo, y el error estándar de la diferencia.

* $P < 0.05$.

** $P < 0.01$ en prueba de "t" de las diferencias de promedios.

para-edad y de peso-para-talla. Los resultados revelan que la adecuación de peso-para-edad es un indicador con mayor sensibilidad y especificidad que el perímetro del brazo, cuando se trata de seleccionar niños con desnutrición proteínico-energética crónica y aguda, respectivamente. Esto significa que, en el caso de contarse con los recursos necesarios, es más recomendable utilizar el indicador de peso-para-edad para seleccionar a niños con desnutrición aguda o crónica que el perímetro del brazo. En tal caso, el mayor problema estribaría en la dificultad de obtener medidas confiables de edad en niños menores de cinco años; sin embargo, en la población indígena tema del presente artículo, encontramos que la estimación de la fecha de nacimiento no constituyó mayor problema, a pesar de las dificultades idiomáticas en la comunicación y la falta de registros de nacimientos en la mayoría de la población estudiada. Desde el punto de vista de equipo, la utilización de balanzas de reloj, con rango hasta de 25 kg, ha resuelto el problema de obtener la medida de peso en las áreas rurales. En nuestra experiencia, esas balanzas son de gran durabilidad y alta precisión, además de ser muy portátiles.

Otro hallazgo importante fue la notable variabilidad del valor crítico o "de quiebre" de perímetro del brazo, que maximizó la sensibilidad y especificidad de este indicador en la selección de niños con desnutrición aguda o desnutrición crónica, en los diferentes grupos de edad considerados. Esto indica que establecer un solo valor crítico de perímetro del brazo para seleccionar niños desnutridos de 12 a 60 meses de edad, tal como el valor crítico de 12.5 cm propuesto en la literatura (21), daría porcentajes variables de falsos positivos y falsos negativos en los diferentes grupos de edad. Así, tomando como valor crítico de perímetro del brazo el valor de 12.5 cm, se encuentra que para la categoría de desnutrición definida por la adecuación peso-para-talla igual o menor de 85%, los porcentajes de falsos negativos son 32.2, 44.0, 44.2, 66.7, 62.0 y 76.2, y de falsos positivos, 31.9, 27.9, 22.2, 10.3, 5.1 y 2.3, para los grupos de edad de 12-17, 18-23, 24-29, 30-35, 36-47 y 48-59 meses, respectivamente. Esta es una consideración que debe tenerse muy en cuenta y que sugiere revisar las recomendaciones en cuanto al uso de valores críticos únicos en grupos de edad diferentes.

Las consideraciones que anteceden llevan a aseverar que la medida de perímetro del brazo, con las ventajas asociadas a su facilidad de obtención, tiene también desventajas que deben tenerse en cuenta antes de recomendar su uso en programas de

salud pública. De los datos aquí analizados, es evidente que, aun utilizando valores críticos de perímetro del brazo que maximicen su sensibilidad y especificidad como indicador en cada grupo de edad (índice de Youden más elevado) con respecto a la adecuación de peso-para-talla igual o menor de 850/o, se encuentran 89 falsos negativos de un total de 318 niños clasificados como desnutridos. Por el contrario, utilizando la adecuación de peso-para-edad como criterio diagnóstico, 44 niños desnutridos fueron erróneamente clasificados como bien nutridos. La conclusión, al igual que la de Acciarri y colaboradores (22, 23), es que el uso del perímetro del brazo como método de selección de niños desnutridos debe subordinarse a los objetivos específicos del programa que se desee poner en práctica, tomando en consideración las limitaciones del perímetro del brazo como un criterio para seleccionar niños con alto riesgo de desnutrición.

SUMMARY

CRITICAL ANALYSIS OF THE VALIDITY OF ARM CIRCUMFERENCE AS AN INDICATOR OF PROTEIN-ENERGY NUTRITIONAL STATUS OF PRESCHOOL CHILDREN

Arm circumference has been recommended as a useful indicator for malnutrition screening, particularly in rural areas. The great advantages of the arm circumference over other anthropometric indicators are that the measure is easily obtained in rural areas and that the method for assessing arm circumference is simple, inexpensive and rapid. In this paper the validity (specificity and sensitivity) of arm circumference is analyzed as compared to more valid indicators of nutritional status in preschool children. We conclude that arm circumference is relatively valid for detecting global malnutrition (as indicated by weight-for-age), but of limited validity when used for detecting acute or chronic protein-calorie malnutrition. Furthermore, when compared to weight-for-age in detecting populations or individuals at high risk of acute or chronic protein-calorie malnutrition, it was found that weight-for-age has a higher level of specificity and sensitivity than arm circumference. Finally, it was found that sensitivity and specificity of arm circumference vary with age, suggesting that arm circumference cannot be considered an age-independent indicator of nutritional status. It is therefore recommended that these possible limitations of arm circumference be kept in mind when used in public health programs.

BIBLIOGRAFIA

1. Garn, S. M. Optimal nutritional assessment. In: **Human Nutrition. A Comprehensive Treatise**. Vol. II. **Nutrition and Growth**. D. B. Jelliffe and E. F. P. Jelliffe (Eds.). New York, Plenum Press, 1979, p. 273-298.
2. Jelliffe, D. B. **The Assessment of the Nutritional Status of the Community** (with special reference to field surveys in developing regions of the world). Geneva, World Health Organization, 1966, 271 p. (WHO Monograph Series 53).
3. Seoane, N. & M. C. Latham. Nutritional anthropometry in the identification of malnutrition in childhood. **J. Trop. Pediat. Environ. Child Hlth**, **17**: 98-104, 1971.
4. World Health Organization. Joint FAO/WHO Expert Committee on Nutrition. 8th Report. **Food Fortification, Protein-Calorie Malnutrition**. Geneva, WHO, 1971 (WHO Technical Report Series No. 477).
5. Waterlow, J. C. Classification and definition of protein-calorie malnutrition. **Br. Med. J.**, **3**: 566-569, 1972.
6. Zerfas, A. J. Anthropometric field methods: general. In: **Human Nutrition. Vol. II. Nutrition and Growth**. D. B. Jelliffe and E. F. P. Jelliffe (Eds.). New York, Plenum Press, 1979, p. 339-364.
7. Martorell, R., V. Valverde & H. Delgado. La antropometría en los sistemas de salud. **Bol. Of. Sanit. Panam.**, 1981. En prensa.
8. Jelliffe, D. B. & E. F. P. Jelliffe. The nutritional status of Haitian children. **Acta Trop. (Basel)**, **18**: 1-45, 1961.
9. Shakir, A. The surveillance of protein-calorie malnutrition by simple and economic means. **J. Trop. Pediat. Environ. Child Hlth**, **21**: 69-85, 1975.
10. Gurney, M., D. B. Jelliffe & J. Neill. Anthropometry in the differential diagnosis of protein-calorie malnutrition. **J. Trop. Pediat. Environ. Child Hlth**, **18**: 1-2, 1972.
11. Weiner, J. S. & J. A. Lourie. **Human Biology. A Guide to Field Methods**. Oxford, Blackwell Scientific Publications Ltd., 1969 (IBP Handbook No. 9).
12. Vecchio, T. J. Predictive value of a single diagnostic test in unselected populations. **New Engl. J. Med.**, **274**: 1171-1173, 1966.
13. MacMahon, B. & T. F. Pugh. **Epidemiology: Principles and Methods**. Boston, Little Brown and Company, 1970, 376 p.
14. Habicht, J-P. Some characteristics of indicators of nutritional status for use in screening and surveillance. **Am. J. Clin. Nutr.**, **33**: 531-535, 1980.
15. Trowbridge, F. L. & N. Staehling. Sensitivity and specificity of arm circumference indicators in identifying malnourished children. **Am.**

- J. Clin. Nutr.**, **33**: 687-696, 1980.
16. Greenhouse, S. W. & N. Mantel. The evaluation of diagnostic tests. **Biometrics**, **6**: 399-412, 1950.
 17. Youden, W. J. Index for rating diagnostic tests. **Cancer**, **3**: 32-35, 1950.
 18. Armitage, P. **Statistical Methods in Medical Research**. New York, John Wiley and Sons, 1971, 504 p.
 19. Wolánski, N. L. Referred to by Jelliffe, D. B. and E. F. P. Jelliffe, reference 8.
 20. Jelliffe, E. F. P. & D. B. Jelliffe. The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. **J. Trop. Pediat.**, **15**: 177-188, 1969.
 21. Shakir, A. Arm circumference in the surveillance of protein-calorie malnutrition in Baghdad. **Am. J. Clin. Nutr.**, **28**: 661-665, 1975.
 22. Acciarri, G., J. C. Eckroad, L. F. Fajardo, R. Muñoz, R. Mercado, A. Pradilla, G. Quintero, B. Ramírez, F. Victoria & D. H. Wilson. Screening for malnutrition with arm circumference. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **27**: 343-357, 1977.
 23. Acciarri, G., J. C. Eckroad, L. F. Fajardo, R. Muñoz, R. Mercado, A. Pradilla, G. Quintero, B. Ramírez, F. Victoria & D. H. Wilson. Comparative analysis of some anthropometric measurements. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **27**: 359-375, 1977.