

10

Nutrición materna y crecimiento fetal*

A. LECHTIG y R. E. KLEIN

I. INTRODUCCION

La nutrición materna es un tema altamente relevante en términos del posible efecto positivo que las intervenciones nutricionales tengan sobre la reducción de la alta incidencia de niños con bajo peso al nacer, la alta prevalencia de desarrollo pre y posnatal subóptimo y la alta mortalidad infantil (Lechtig y cols., 1976b). Además, es un tema de debate el si la suplementación de la dieta de mujeres durante el embarazo tiene algún efecto sobre su salud o si solamente es beneficiosa para el crecimiento del feto. Estos dos resultados, crecimiento fetal y salud materna, serán discutidos en el presente trabajo.

II. INFLUENCIA DE LA NUTRICION MATERNA SOBRE EL CRECIMIENTO FETAL

A. Aspectos generales

El crecimiento es un proceso dinámico que depende del suministro y utilización adecuados de nutrientes. Durante el embarazo, las modificaciones en el sistema hormonal de la madre ayudan a mantener la disponibilidad de nutrientes al feto, de forma relativamente independiente de alteraciones en la dieta materna. Estos cambios hormonales causan un aumento en la retención de nitrógeno, estimulan la acumulación y movilización subsecuente de depósitos de grasa en la madre, y aseguran un suministro adecuado de glucosa y aminoácidos al feto (Page, 1969; Neinsmith, 1969; Bea-

ton, 1961; Knopp, 1970; Sakurai, 1969). Sin embargo, cuando las deficiencias en la dieta materna alcanzan niveles muy bajos, la efectividad de estos mecanismos para mantener la homeostasia nutricional del feto disminuye. Por tanto, puede haber requerimientos mínimos de nutrimento que deben ser proporcionados por la dieta y las reservas corporales de la madre a fin de asegurar el crecimiento normal del feto.

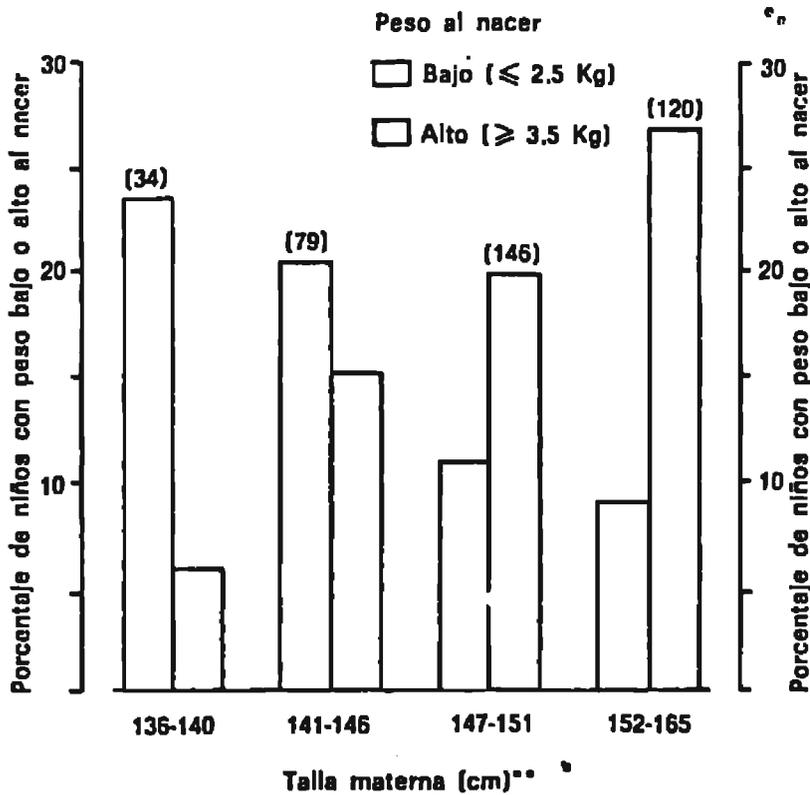
Experimentos en animales han demostrado que la desnutrición grave de energía o proteína durante el embarazo retarda el crecimiento del feto (McCance y Widdowson, 1962); este retraso puede ser irreversible en aquellos órganos en los cuales el daño nutricional ha afectado el ritmo de división celular (Winick y Noble, 1966).

En los humanos, se ha demostrado que la nutrición materna afecta el peso al nacer en casos de inanición aguda. El peso de los recién nacidos de madres cuyos embarazos cursaron durante épocas de hambre fue constantemente más bajo que el de los nacidos en el mismo país durante épocas de alimentación suficiente (Antonov, 1947; Smith, 1947; Gruenwald y Funakawa, 1967). Sin embargo, la influencia de niveles moderados de desnutrición crónica de la madre en el crecimiento del feto no está tan clara (Lechtig y cols., 1971).

B. Influencia de la historia nutricional materna

El estado nutricional de la madre antes del embarazo es usualmente evaluado por medio de la medición de su talla y su peso. La mayor parte de las diferencias en la talla media mínima entre mujeres adultas de grupos socioeconómicos bajos de Guatemala y una muestra de población blanca de Estados Unidos son ya evidentes a los 7 años de edad. Este dato sugiere que las diferencias en talla

* Esta investigación fue subvencionada, en parte, por el Contrato NOI-HD-5-0640 del Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano; Instituto Nacional de Salud, Bethesda, Maryland, y el Contrato AID-TA-C/1224 de la Agencia para el Desarrollo Internacional, Washington, D.C.



** p < 0,01.

En paréntesis: número de casos. Incap 78-172

Fig. 10-1. Relación entre talla materna y proporción de niños con peso bajo y alto al nacer.

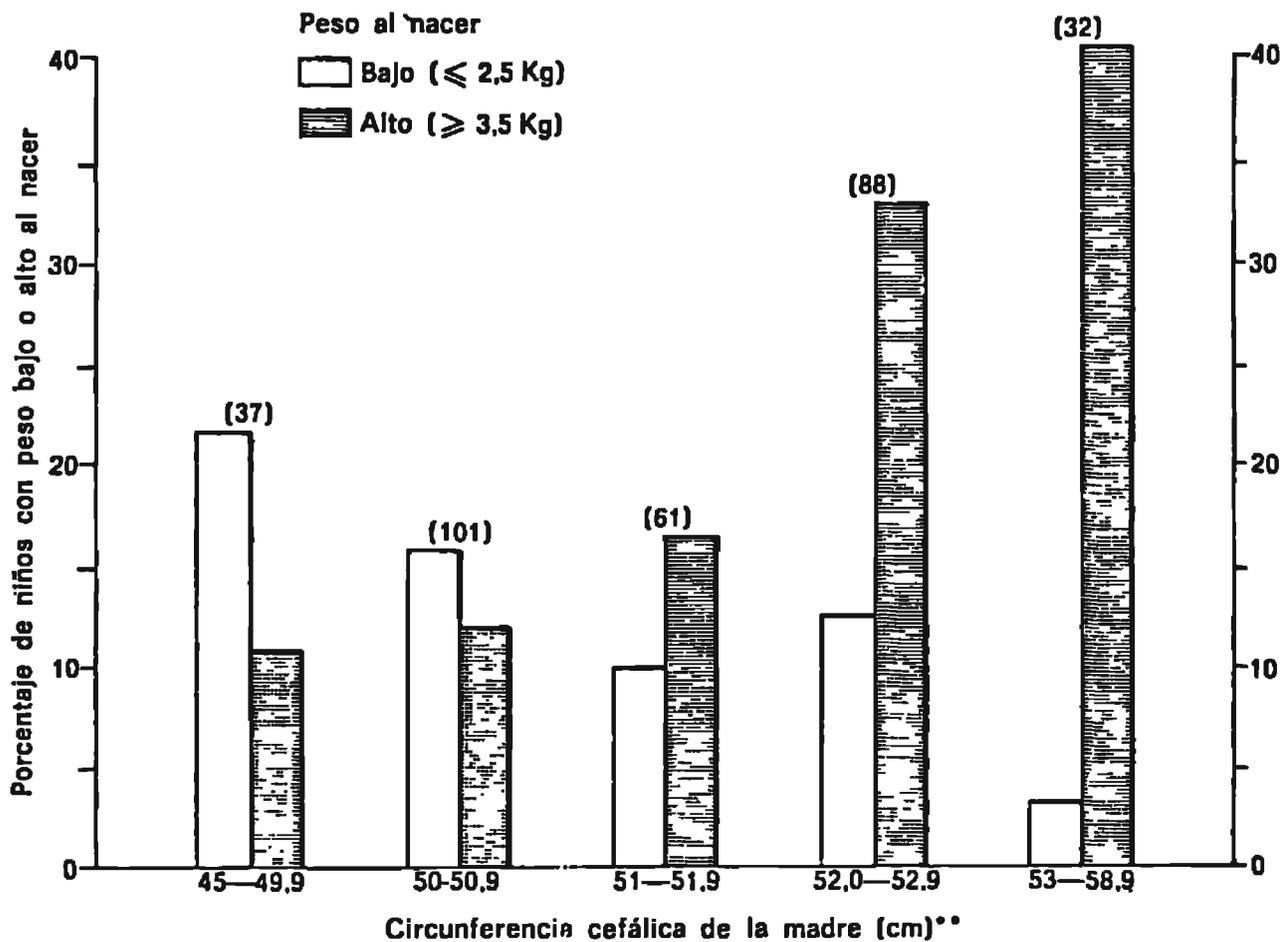
son causadas por el retraso en el crecimiento durante los primeros siete años de vida, o aun antes (revisado por Lechtig y cols., 1975b).

La figura 10-1 demuestra una notable asociación entre talla materna y peso al nacer en cuatro aldeas de Guatemala. Una relación similar se ha observado también entre peso de la madre antes del embarazo y peso al nacer al analizar madres de la misma talla (Niswander y Gordon, 1972).

Asimismo, las diferencias en la circunferencia cefálica en adultos son debidas principalmente al ritmo de crecimiento de la cabeza durante los primeros dos años de vida (Mönckeberg, 1968; Datta-Banik y cols., 1970; Lechtig y cols., 1975b,c). Los resultados presentados en la figura 10-2 indican una relación entre la circunferencia cefálica de la madre y la proporción de recién nacidos con bajo y alto peso al nacer, en el área rural de Guatemala. Esto refleja la influencia de la historia nutricional en épocas muy tempranas de la vida de la madre sobre el crecimiento del feto.

C. Influencia de la nutrición materna durante el embarazo

La nutrición de la madre durante el embarazo es evaluada frecuentemente a través del aumento



En paréntesis: número de casos; ** p < 0,01.

Fig. 10-2. Relación entre circunferencia cefálica de la madre y proporción de niños con peso bajo y alto al nacer.

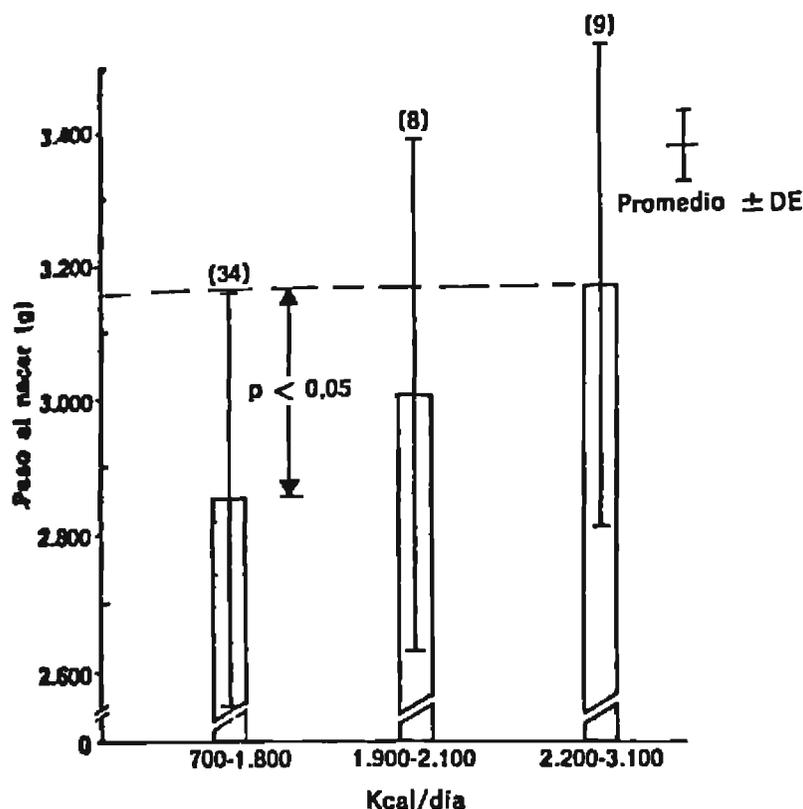


Fig. 10-3. Relación entre ingesta dietética durante el embarazo y peso al nacer.

de peso y de la ingesta dietética. El aumento de peso durante la gestación está muy relacionado con el peso del niño al nacer, tanto en las sociedades industrializadas como en las que están en desarrollo (Niswander y Gordon, 1972; Lechtig y cols., 1972b). Por el contrario, la mayor parte de los estudios llevados a cabo en países industrializados no han llegado a encontrar una relación entre el consumo de nutrientes durante el embarazo y el peso al nacer (Dieckman y cols., 1944; Thomson, 1959; Eastman y Jackson, 1968). Esto puede ser debido a la poca fiabilidad de los datos sobre aquel consumo o al hecho de que la mayoría de las mujeres en las muestras estudiadas estaban relativamente bien nutridas. Estudios realizados en países en desarrollo han demostrado una relación entre la ingesta nutricional materna y el peso al nacer. Los datos de la figura 10-3 indican que el peso al nacer aumentó progresivamente al aumentarse el consumo de alimentos, en zonas rurales de Guatemala (Lechtig y cols., 1972a).

A continuación describiremos con más detalle los resultados de un estudio de suplementación alimentaria realizada en cuatro aldeas ladinas* del este de Guatemala (Klein y cols., 1973). El diseño del estudio y los principales exámenes realizados se muestran en la tabla 10-1. Se distribuyeron dos tipos de alimento: «atole» (bebida espesa caliente) y «fresco» (bebida fría, refresco). El contenido

* Los ladinos hablan castellano; no así los indígenas, que son descendientes y herederos de la cultura maya. Por lo tanto, ambos grupos son lingüística y culturalmente diferentes.

nutricional de ambos suplementos se presenta en la tabla 10-2. Puede observarse que el fresco no contiene proteínas y que proporciona solamente un tercio de la energía contenida en igual volumen de atole. Además, ambas preparaciones contienen concentraciones similares de las vitaminas y minerales que son posiblemente limitantes en las dietas de estas poblaciones. Dos de las aldeas recibieron atole, mientras que las otras dos recibieron fresco. La asistencia al centro de suplementación fue voluntaria y esto dio como resultado una amplia fluctuación en el consumo de suplemento durante el embarazo. Además, todos los habitantes de las aldeas recibieron tratamiento médico preventivo y curativo.

En estas aldeas, el ingreso medio por familia fue de aproximadamente 200 dólares por año. La

Tabla 10-1. Diseño de estudio de suplementación alimentaria (cuatro aldeas)

Dos aldeas: atole* = suplemento proteínico energético.
 Dos aldeas: fresco** = suplemento energético.

- Variable independiente:
Medida de la cantidad de suplemento ingerido por los sujetos que asistieron a los centros de suplementación
- Variables dependientes:
Evaluación del crecimiento físico
Evaluación del desarrollo mental
Mortalidad infantil
Componentes de intervalo entre partos
- Variables adicionales:
Historia obstétrica***
Información sobre el alumbramiento
Examen clínico
Encuesta dietética
Encuesta sobre morbilidad
Encuesta socioeconómica de la familia

Información recabada sobre madres y niños.

* Nombre de una bebida espesa elaborada comestentemente con maíz.

** Bebida fría.

*** Diagnóstico de embarazo por ausencia de menstruación.

Tabla 10-2. Contenido de nutrientes por taza* (180 ml)

	Clase de suplemento	
	Atole	Fresco
Calorías totales (kcal)	163	59
Proteína (g)	11,5	—
Grasas (g)	0,7	—
Carbohidratos (g)	27	15,3
Acido ascórbico (mg)	4	4
Calcio (g)	0,4	—
Fósforo (g)	0,3	—
Tiamina (mg)	1,1	1,1
Riboflavina (mg)	1,5	1,5
Niacina (mg)	18,5	18,5
Vitamina A (mg)	1,2	1,2
Hierro (mg)	5,4	5
Flúor (mg)	0,2	0,2

* Números aproximados al último decimal.

Tabla 10-3. Relación entre energía suplementada durante el embarazo y la ingesta energética en el hogar

A. Para las cuatro aldeas:

Valor de correlación (r) = -0,015Valor de pendiente (b) = -3,1 kcal de la dieta hogareña/100 kcal suplementadasValor de probabilidad (p) = > 0,10 (N.S.)Número de casos (n) = 357

B. Para dos niveles de suplementación energética durante el embarazo

	Grupo con baja suplementación (< 20.000 kcal)	Grupo con alta suplementación (≥ 20.000 kcal)	Diferencia entre los promedios		
			(GAS)	(GBS)	p
Ingesta energética hogareña (kcal/día)	1.415 ± 443	1.374 ± 364	-41		N.S.
Energía suplementada durante el embarazo	7.200 ± 6.221	42.001 ± 19.221	34,801		0,001
Total de ingesta energética (kcal/día)*	1.458 ± 446	1.607 ± 380	149**		0,001
Peso al nacer (g)	2.997 ± 471	3.114 ± 476	117		0,05
Número de casos	192	165			

* Calculado por la suma de la ingesta energética diaria en el hogar y la razón de calorías suplementadas por 180 días.

** Equivalente a 26.820 kcal durante los dos últimos trimestres de embarazo.

vivienda típica está construida de adobe, no tiene instalaciones sanitarias y el agua de beber está altamente contaminada.

Antes de empezar el estudio, aproximadamente el 15 % de los niños morían durante el primer año de vida, cifra muy alta comparada con las tasas actuales de menos del 2 % en sociedades desarrolladas. La desnutrición grave (kwashiorkor) es prevalente y los niños están considerablemente retardados en su crecimiento físico a los 7 años de edad (Yarbrough y cols., 1975). La incidencia de infección intrauterina es también muy alta comparada con la que se observa en sociedades desarrolladas (Lechtig y cols., 1974). El maíz y el frijol son los componentes principales de la dieta y, como lo indican las encuestas nutricionales, el consumo medio diario durante el embarazo es de aproximadamente 1.500 kcal y 40 g de proteínas. Por consiguiente, no fue sorprendente que la desnutrición y las enfermedades infecciosas fueran endémicas en las cuatro aldeas al inicio del estudio.

Las madres presentan un promedio de talla de 149 cm y un peso de 49 kg al final del tercer trimestre de embarazo. El aumento medio de peso durante la gestación es de 7 kg, cerca de la mitad de lo normal (Hytten y Letich, 1971). La mediana del número de partos es cuatro (fluctuación: 0 a 13), y el promedio de edad es 26 años (fluctua-

ción: 14 a 46 años). En una muestra pequeña de recién nacidos ($n = 42$) obtenida al principio del estudio, la tercera parte pesaron 2.500 g o menos.

La meta de la suplementación alimentaria fue la de aumentar el consumo total de energía y proteína durante el embarazo con el propósito de estudiar la relación entre la ingesta dietética materna durante el embarazo y el peso al nacer.

La tabla 10-3 muestra que no hay diferencia significativa en la ingesta de energía en el hogar para dos niveles de suplementación energética. Por lo tanto, el programa de suplementación produjo un aumento neto en el consumo total de energía. El aumento medio neto en la ingesta total de energía producido por la suplementación fueron 26.820 kcal (equivalentes a 149 kcal/día durante los últimos dos trimestres del embarazo).

Como demuestran los datos de la tabla 10-4, el aumento de peso al nacer no fue significativamente diferente entre las aldeas a las que se les suministró fresco (suplementación energética) y aquellas a las que se les dio atole (suplementación proteínico-energética). Es evidente una correlación positiva significativa entre la suplementación energética durante el embarazo y el peso al nacer ($p < 0,01$) en las cuatro aldeas combinadas.

La tabla 10-5 muestra que hubo una diferencia significativa ($p < 0,025$) entre el peso medio al na-

Tabla 10-4. Correlación entre la energía suplementada durante el embarazo y peso al nacer

	Índice de correlación (r)	Relación dosis-respuesta* (peso en g/10 000 kcal suplementadas)	N.º de casos (n)	Valores de probabilidad ($p < $)
Aldeas suplementadas con atole	0,113	23	219	0,10
Aldeas suplementadas con fresco	0,123	30	186	0,10
Cuatro aldeas (atole y fresco)	0,135	29	405	0,01

De Lechtig y cols., 1975d

*Relación dosis-respuesta para fresco mayor que para atole. prueba de covarianza: N.S.

Tabla 10-5. Relación entre la energía suplementada durante el embarazo y peso al nacer para dos niveles de suplementación energética

	Peso medio al nacer (g)			
	Atole	Fresco	Total	
Energía suplementada durante el embarazo	Alta ≥ 20.000 kcal	3.173 (102)	3.035 (68)	3.105 (170)
	Baja < 20.000 kcal	3.042 (117)	2.948 (118)	2.994 (235)
	Total	3.107 (219)	2.992 (186)	3.049 \pm 469 (405)

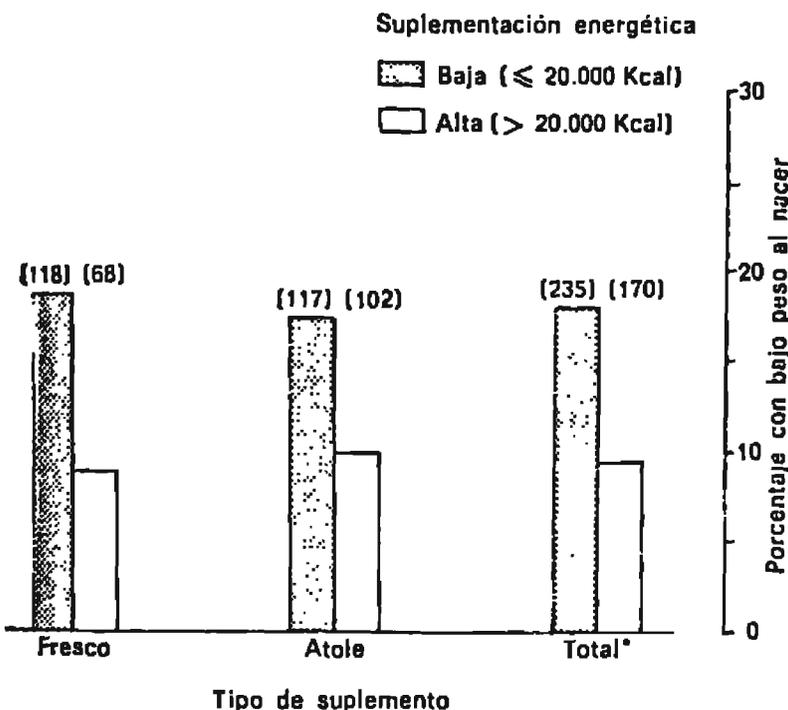
Análisis de varianza para las diferencias de peso al nacer entre los cuatro grupos:

	Valores de probabilidad (p)
"Alta" mayor que "baja"	< 0.025
Atole mayor que fresco	< 0.025
Interacción	N.S.

En paréntesis, número de casos.

cer para dos niveles de suplementación energética durante el embarazo (grupo de baja suplementación ≤ 20.000 kcal; grupo de alta suplementación > 20.000 kcal). Nuevamente, de acuerdo con este análisis, no hubo una diferencia significativa entre los grupos suplementados con energía y con proteína y energía.

Finalmente, la figura 10-4 muestra que para ambas poblaciones (fresco y atole) el porcentaje de



En paréntesis: número de casos; * p < 0.05.

Fig. 10-4. Relación entre la cantidad de energía suplementada durante el embarazo y la prevalencia de bajo peso al nacer.

Tabla 10-6. Determinantes maternos de peso al nacer en cuatro aldeas de Guatemala*

	Coefficiente de correlación con el peso al nacer	n
A. En la concepción		
Talla	0,134***	399
Circunferencia cefálica	0,284***	363
Edad	0,116***	401
Paridad	0,154***	404
Indicador del estado socioeconómico	0,219***	363
B. Al final del primer trimestre de embarazo		
	0,277***	221
C. Durante el embarazo		
Edad gestacional	0,217***	395
Indicador de morbilidad	-0,122**	240
Suplementación energética*	0,135***	405

*Valor para la correlación múltiple que predice el peso al nacer: r=0,410***

**p < 0,05.

***p < 0,01.

niños de bajo peso al nacer entre las madres del grupo de alta suplementación fue casi la mitad del observado entre las madres del grupo de baja suplementación.

Las correlaciones entre varias características maternas y peso al nacer se presentan en la tabla 10-6. Además de la suplementación energética durante el embarazo, la edad gestacional, paridad, peso al final del primer trimestre de embarazo y morbilidad materna estuvieron asociados con el peso al nacer. Los datos presentados en la tabla 10-7 indican que la relación entre la energía suplementada durante el embarazo y el peso al nacer continuaron básicamente iguales después de controlar estadísticamente la influencia de todas estas variables maternas. Los valores observados en esta tabla para la pendiente (29 a 30 g de peso al nacer por 10.000 kcal suplementadas) caen dentro de los valores esperados de la relación dosis-respuesta (tablas 10-8 y 10-9).

Tabla 10-7. Relación entre suplementación energética durante el embarazo y peso al nacer (n=405)

	Pendiente	EE
	(gramos de peso al nacer/10.000 kcal)	
Antes de controlar los presuntos factores que pueden dar lugar a confusión (regresión simple)	29**	10,6
Después de controlar los presuntos factores que pueden dar lugar a confusión* (en correlaciones múltiples)	30**	10,6

De Lechtig y cols., 1975d

*Talla, circunferencia cefálica, edad, paridad, estado socioeconómico, peso al final del primer trimestre, edad gestacional, indicador de morbilidad y dieta del hogar

**p < 0,01

Tabla 10-8. Relación dosis-respuesta entre suplementación energética durante el embarazo y peso al nacer

Bases para la estimación	Amplitud de variación (gramos de peso al nacer/10.000 kcal)
A. Aumento ponderal durante el embarazo	28-80
B. Diferencias en peso antes del embarazo entre dos embarazos consecutivos	25-40
C. Ingesta de alimentos, composición corporal y actividad física	36-84

Condensado de Lechtig y cols., 1975a.

Tabla 10-9. Relaciones dosis-respuesta entre la ingesta de energía durante el embarazo y peso al nacer

Indicador del estado nutricional materno durante el embarazo	Valor para la pendiente (peso en g/10.000 kcal suplementadas)	Computado de:
Encuestas dietéticas en el hogar	33	Burke y cols. (1943)
Escasez de alimentos en épocas de hambre		
Leningrado	33	Antonov (1947)
Holanda	20	Smith (1947)
Suplementación alimentaria		
En un hospital	75	Iyengar (1974)
En aldeas	30	Lechtig y cols. (1975a)

Adaptado de Lechtig y cols., 1975e.

La figura 10-5 ilustra las diferencias medias en el peso al nacer de 94 pares de hermanos, divididos en tres grupos según la diferencia en la suplementación energética de la madre entre dos embarazos sucesivos. Este análisis indica la existencia de relación positiva entre la suplementación energética y cambios en el peso al nacer en embarazos consecutivos de la misma madre.

En resumen, los análisis presentados revelan que en esta población la suplementación energética durante el embarazo produjo un aumento importante en el peso al nacer (Lechtig y cols., 1975d, 1976a, 1977f).

D. Otros determinantes del peso al nacer

En la población en estudio, una escala socioeconómica (ESE), basada principalmente en las características del hogar, se asoció de forma consistente con el peso al nacer (fig. 10-6). La relación entre el nivel socioeconómico y el peso al nacer desapareció después de controlar la influencia de la talla materna y de la suplementación durante

el embarazo. Esto indica que el nivel socioeconómico refleja condiciones ambientales que, a su vez, conducen a un peso más bajo al nacer. Esta hipótesis está respaldada por la observación de que la suplementación alimentaria produjo mayores efectos en el grupo de bajo nivel socioeconómico.

Otro determinante importante del peso al nacer fue la duración de la morbilidad materna durante el embarazo. Como se demuestra en la figura 10-7, un indicador de morbilidad (diarrea, acompañada o no de anorexia, cefalalgia o ambas) durante el embarazo se asoció negativamente con el peso al nacer. De hecho, 10 % de las madres con los niveles más bajos de morbilidad tuvieron niños con bajo peso al nacer, comparados con 26 % en las madres con los niveles más altos de morbilidad. La relación entre morbilidad materna y el peso al nacer no se alteró después de controlar la influencia de la talla de la madre, circunferencia cefálica, paridad, edad gestacional, nivel socioeconómico, ingesta en el hogar, suplementación energética durante el embarazo y número de días cubiertos por la encuesta. Dado que se encontró una asociación similar en embarazos consecutivos de la misma madre, concluimos que, en

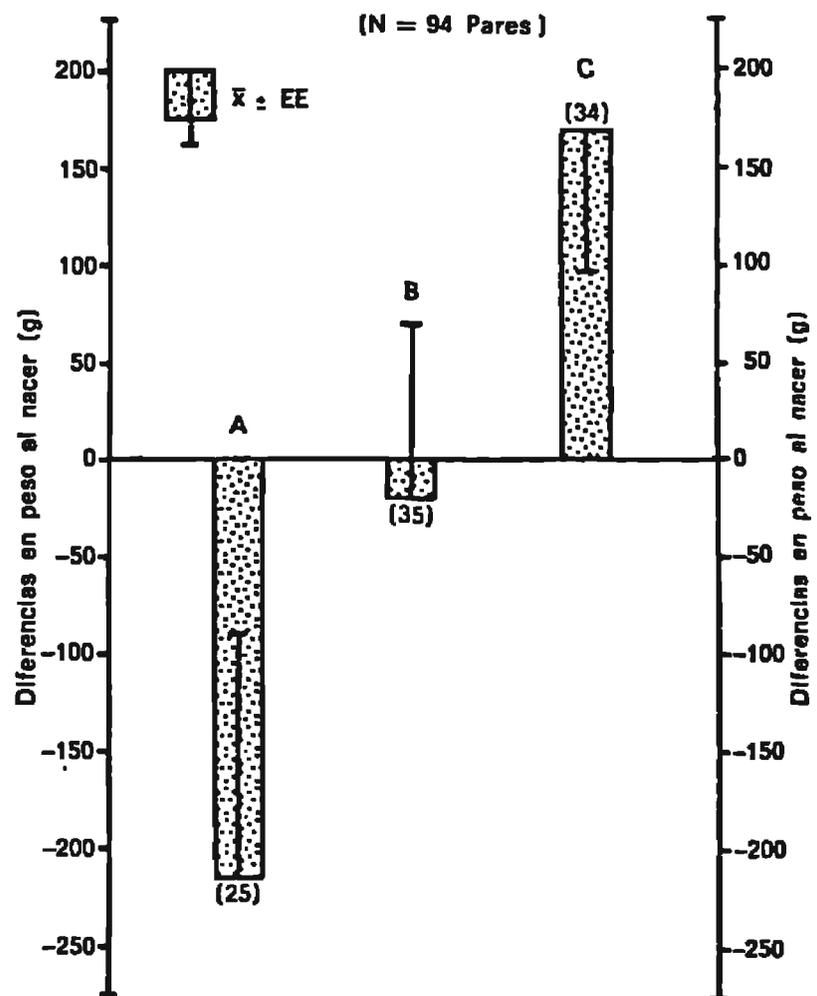


Fig. 10-5. Relación entre diferencias en suplementación energética durante el embarazo y diferencias en peso al nacer entre dos hermanos consecutivos (último embarazo, menos el penúltimo).

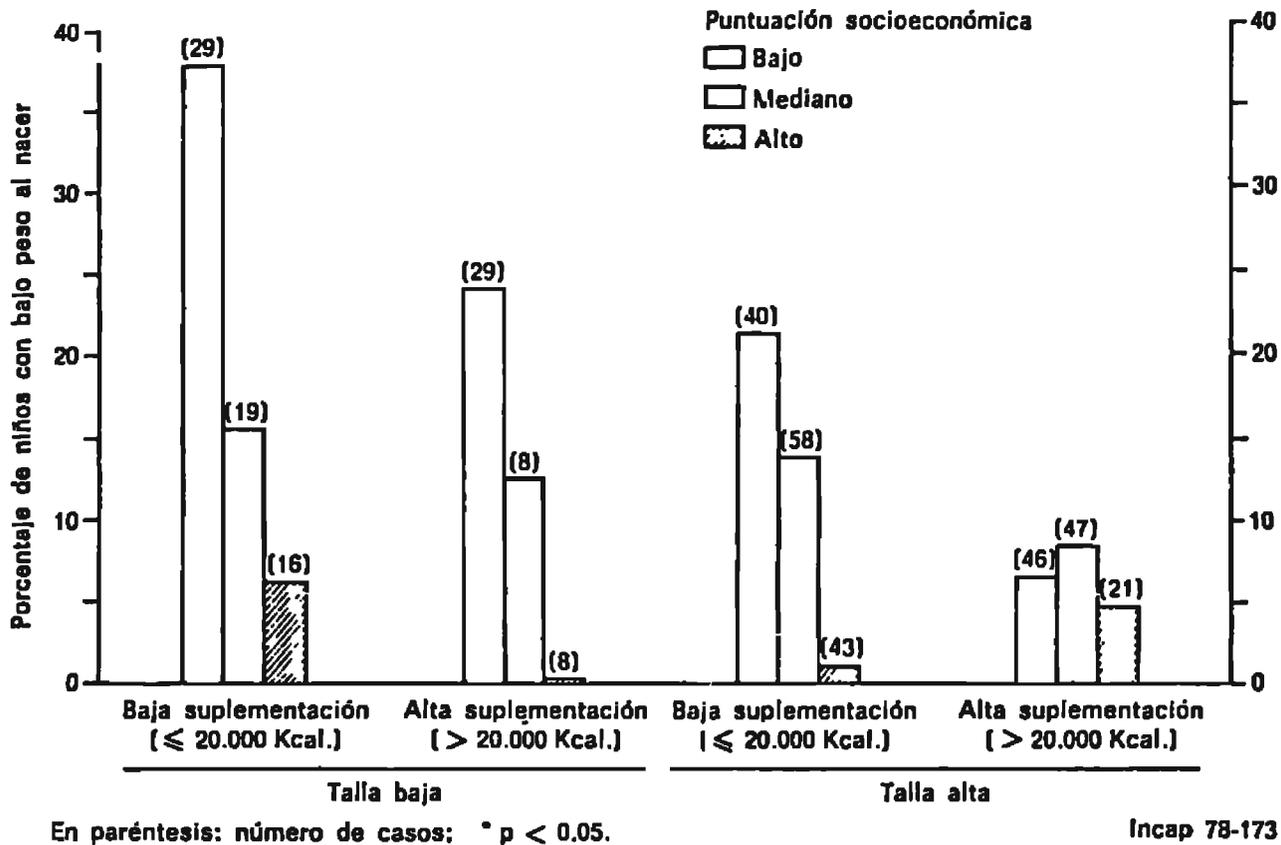


Fig. 10-6. Influencia de la talla materna y de la suplementación energética durante el embarazo sobre la relación entre la puntuación socioeconómica y la proporción de niños con bajo peso al nacer.

esta población, la morbilidad materna durante el embarazo causó una disminución en el peso al nacer (Lechtig y cols., 1976d).

En resumen, de los datos aquí presentados, se ha estimado que respecto al bajo peso al nacer cerca de dos tercios de los niños nacidos en comunidades pobres podría evitarse mejorando la salud y el estado nutricional de las madres embarazadas (Lechtig y cols., 1977a).

III. NUTRICION MATERNA Y MORTALIDAD INFANTIL

A. Aspectos generales

La hipótesis de que la nutrición materna afecta las tasas de mortalidad infantil está respaldada por diferentes estudios. Por ejemplo, el peso al nacer se ha encontrado consistentemente asociado con la mortalidad infantil. La mayor parte de las diferencias de mortalidad infantil entre blancos y entre negros en Estados Unidos se puede atribuir a la mayor proporción de niños con bajo peso al nacer entre los negros. Dicha diferencia en la proporción de BPN cae dentro del área del efecto de la nutrición materna en el peso al nacer, como se ha demostrado por medio de encuestas sobre dietas o programas de suplementación alimentaria (Lechtig y cols., 1975a, b). Por tanto, el bajo nivel socioeconómico puede conducir a mala nutri-

ción de la madre, alta prevalencia de niños de bajo peso al nacer, y consecuentemente, altas tasas de mortalidad infantil. La disminución en las tasas de mortalidad infantil que se registró en Gran

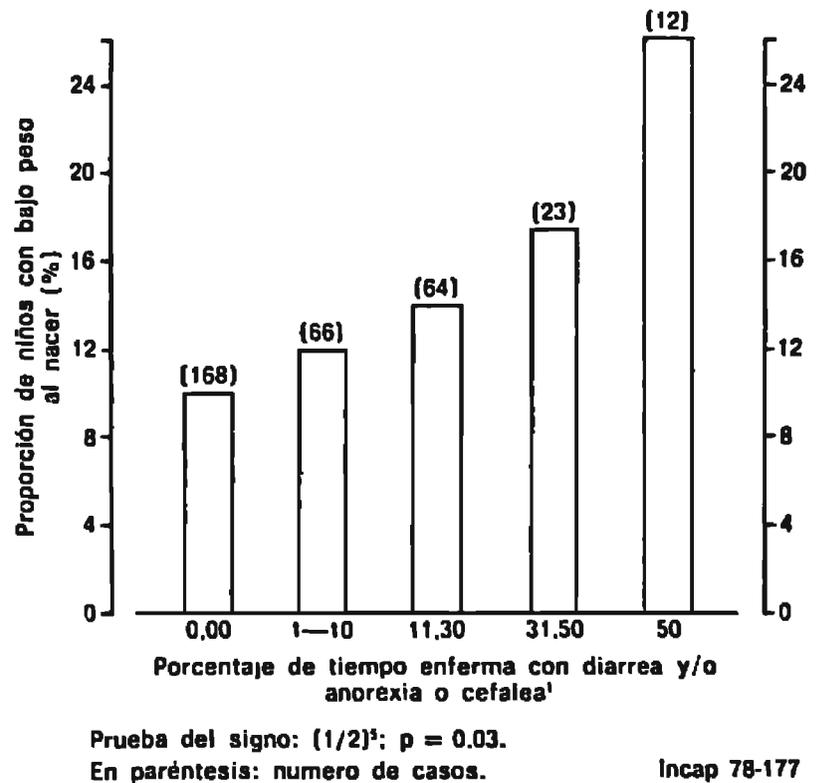


Fig. 10-7. Relación entre el porcentaje de tiempo enfermo durante el embarazo y la proporción de bajo peso al nacer (BPN <= 2,5 kg) (cuatro aldeas rurales de Guatemala, n=334).

Bretaña durante la Segunda Guerra Mundial fue debida al programa de racionamiento de alimentos, el cual favorecía a las madres embarazadas (Baird, 1947). Además, se ha sugerido que la desnutrición materna durante la lactancia y la infancia de la madre puede afectar la mortalidad infantil, y que este efecto puede ser perpetuado por generaciones (Lechtig y cols., 1976a).

Las relaciones entre la nutrición materna y la mortalidad infantil se exploraron a través de dos enfoques diferentes. El primero se llevó a cabo en un grupo de población urbana de bajo nivel socioeconómico en la ciudad de Guatemala, y el segundo, en las cuatro aldeas mencionadas anteriormente.

B. Resultados en un grupo de población urbana

Este fue un estudio retrospectivo de casos y controles con el propósito de identificar indicadores sencillos de riesgo de morir durante el primer año de vida. Se estudiaron 101 casos consecutivos, pertenecientes al bajo nivel socioeconómico, que murieron durante 1975, y se compararon con 199 niños del mismo nivel socioeconómico (grupo control), que fueron atendidos en el mismo hospital y sobrevivieron al primer año de vida. De 42 variables examinadas, 14 mostraron diferencias significativas entre ambos grupos. La tabla 10-10 indica el riesgo relativo y la sensibilidad y especificidad de estas variables como indicadores de la probabilidad de morir durante el primer año de vida. De los 14 indicadores de riesgo, 6 concernían al

estado nutricional del niño o de la madre. Estos son: peso adecuado para la edad ($\leq 80\%$), alimentación con leche materna (≤ 6 meses), peso adecuado para la talla ($\leq 90\%$), talla adecuada para la edad ($\leq 87\%$), bajo peso al nacer ($\leq 2,5$ kg) y perímetro del brazo de la madre (≤ 24 cm). Dos indicadores adicionales probablemente afectaron la supervivencia del niño por medio del estado nutricional deteriorado de la madre. Estos son: intervalo entre partos (≤ 30 meses) y edad materna (≤ 19 años).

Sobre la base de los siete mejores indicadores se construyó una escala de riesgo con una puntuación de 0 a 7. El grupo de población de alto riesgo, compuesto de aquellos niños con alta puntuación (de 5 a 7) en esta escala, abarcó el 86% de los casos de muerte y tuvo un riesgo relativo de muerte durante el primer año de vida 25 veces más alto que el de niños con baja puntuación (de 0 a 4). De los siete componentes de esta escala de riesgo, cinco (peso para edad, alimentación con leche materna, peso al nacer, intervalo entre partos y edad materna) conciernen el estado nutricional del niño, de la madre o de ambos. En conclusión, los resultados de este estudio confirman la hipótesis de que la nutrición materna está relacionada con la capacidad de supervivencia del niño.

C. Resultados en un grupo de población rural

La figura 10-8 presenta la mortalidad infantil para dos categorías de suplementación energética durante el embarazo dentro de categorías de nivel

Tabla 10-10. Estudio urbano: Indicadores de riesgo de mortalidad infantil

Grupo de alto riesgo	Número de casos estudiados		Riesgo relativo ^a	Sensibilidad ^b (%)	Especificidad ^c (%)
	Muertos	Vivos (controles)			
Hemorragia durante el embarazo	101	199	23,2 ^g	13,0	99,0
Talla para edad $\leq 80\%$ ^d	101	197	21,1 ^g	89,0	72,0
Alimentación con leche materna ≤ 6 meses ^d	101	199	19,6 ^g	94,0	55,0
Peso para la talla $\leq 90\%$	31	191	13,9 ^g	81,0	77,2
Circulares de cordón	101	199	12,6 ^g	6,3	100,0
Peso para la edad $\leq 87\%$	70	191	7,6 ^g	36,0	78,3
Peso al nacer $\leq 2,5$ kg ^d	101	199	6,9 ^g	48,2	88,3
Edad gestacional ≤ 37 semanas ^d	101	199	6,0 ^g	30,3	93,4
Hijo anterior muerto	64	147	3,7 ^f	25,4	92,1
Intervalo entre partos ≤ 30 meses ^f	64	147	3,0 ^f	72,3	53,1
Perímetro del brazo ≤ 24 cm	101	199	3,0 ^f	92,0	21,1
Ausencia de cuidados médicos prenatales	101	199	2,9 ^f	64,2	51,1
Edad de la madre ≤ 19 años ^d	101	199	2,6 ^f	24,3	89,2
Edad de la menarquía ≤ 13 años	101	199	1,9 ^f	36,0	78,3
Puntuación de 5-7 en la escala de riesgo ^e	64	147	85,2 ^g	86,1	80,2

^a Incremento de probabilidad de muerte en un grupo de alto riesgo, comparado con el de bajo riesgo.

^b Porcentaje de los niños muertos predicho con exactitud por el indicador.

^c Porcentaje de niños vivos predicho con exactitud por el indicador.

^d Componentes de la escala de riesgo.

^e Amplitud de variación de la puntuación, 0-7

^f $p < 0,05$.

^g $p < 0,01$.

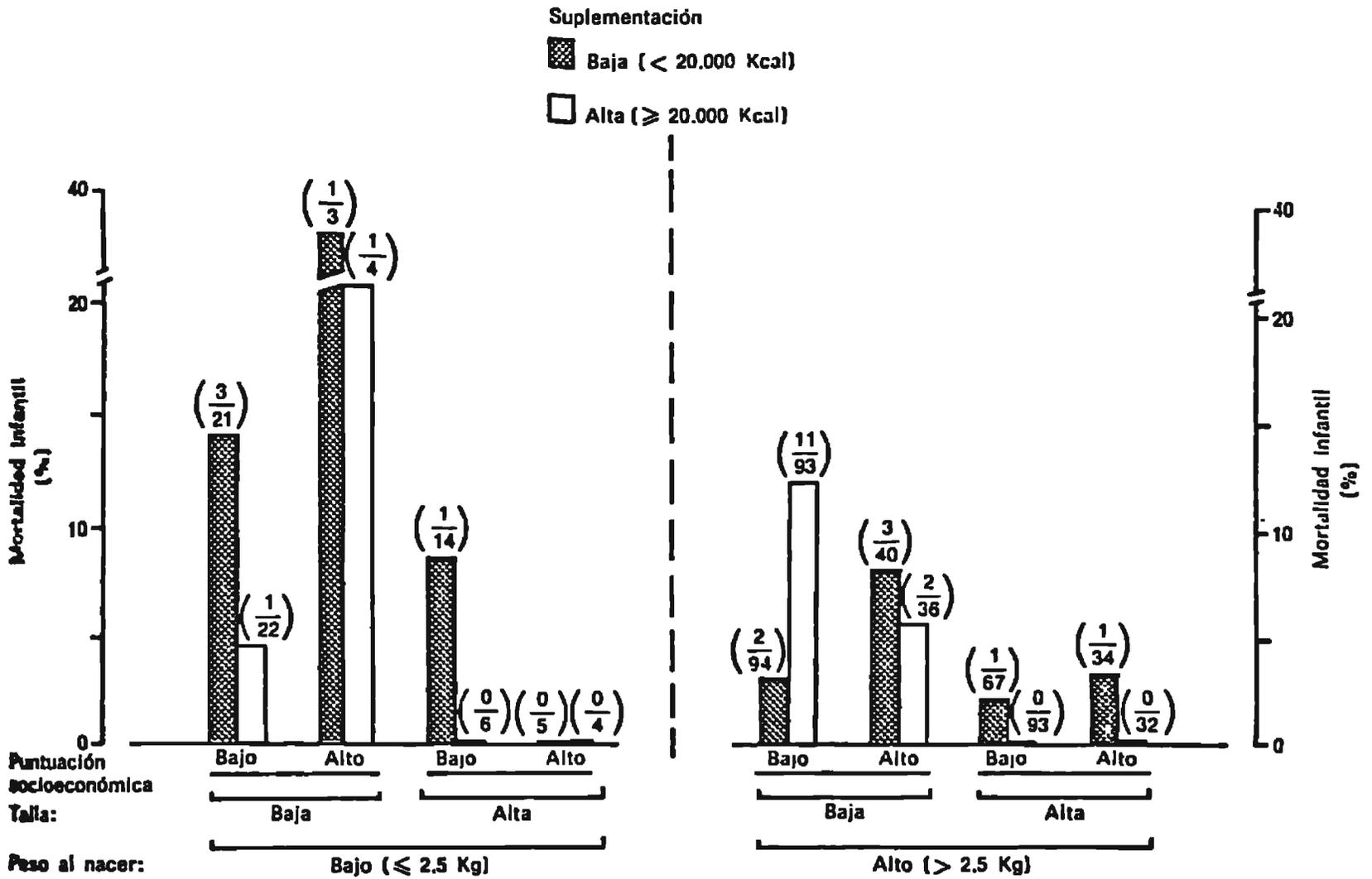


Fig. 10-8. Relación entre la suplementación alimentaria durante el embarazo y mortalidad infantil después de controlar la influencia de la talla, puntuación socioeconómica de la madre y peso al nacer de su recién nacido.

socioeconómico, talla materna y peso al nacer. Los límites para definir estas categorías se presentan en la tabla 10-11. Como se puede observar, la mortalidad infantil fue más baja en el grupo de alta suplementación que en el de baja suplementación en 6 de 8 comparaciones independientes. De las dos restantes, en una no hubo diferencia, y en la otra, esta asociación presentó una dirección opuesta. Resultados similares se obtuvieron estudiando hermanos de la misma madre (Lechtig y cols., 1977b). Los datos en la figura 10-8 indican también que la talla materna baja está consistentemente asociada con una alta mortalidad infantil.

En resumen, dos indicadores de la nutrición materna, la talla (un indicador de la historia nutricional de la madre durante la edad del crecimiento) y la suplementación energética durante el embarazo (un indicador del estado nutricional de la madre durante la vida intrauterina del niño) están consistentemente relacionados con la mortalidad infantil en poblaciones de bajo nivel socioeconómico.

Existen por lo menos dos mecanismos a través de los cuales la desnutrición materna puede afectar la capacidad de supervivencia del niño: 1) La

desnutrición materna puede producir una placenta de menor tamaño y una reducción en el suministro de nutrientes de la madre al feto. Esto resultaría en un retraso en el desarrollo durante la vida intrauterina del niño, y por tanto, en una disminución de la capacidad del infante para sobrevivir durante su vida posnatal; 2) la desnutrición materna puede conducir a un rendimiento subóptimo durante la lactancia, lo cual contribuye a la desnutrición y el retraso en el crecimiento del niño. En consecuencia, esto puede limitar el potencial del niño para sobrevivir en su ambiente.

Tabla 10-11. Límites empleados para dicotomizar variables

Variables	Categoría	
	Baja	Alta
1. Energía suplementada durante el embarazo (kcal)	< 20.000	≥ 20.000
2. Talla materna (cm)	≤ 149	> 149
3. Puntuación socioeconómica	≤ promedio + 1 DE	> promedio + 1 DE
4. Peso al nacer (kg)	≤ 2,5	> 2,5

El deterioro gradual del desarrollo del niño puede aumentar la susceptibilidad a infecciones de los sistemas gastrointestinal y respiratorio, las cuales, a su vez, pueden agravar el estado de salud del niño y terminar siendo la causa «final» de su muerte, evidencia que respalda la plausibilidad de varios aspectos de esta hipótesis discutida recientemente (Lechtig y cols., 1977b).

El hallazgo de que la asociación entre la suplementación energética y la mortalidad infantil no desaparece después de controlar la influencia de peso al nacer sugiere que la suplementación durante el embarazo afecta no sólo el crecimiento fetal, sino también el estado nutricional posnatal de la madre y del niño (fig. 10-8).

Para explorar el impacto producido en la mortalidad infantil por un sistema de cuidado médico primario y la suplementación alimentaria durante el embarazo, se estudiaron 578 niños nacidos vivos entre 1969 y 1975 en las mismas cuatro comunidades rurales de Guatemala. La tasa de mortalidad infantil fue de 11,8 % en niños de bajo peso al nacer ($n = 85$), y de 5,1 % en niños de mayor peso al nacer ($n = 493$). Dentro del grupo de bajo peso al nacer, la tasa de mortalidad infantil fue solamente de 5,2 % ($n = 58$) en aquellos niños que utilizaron el sistema de cuidado médico primario, comparado con el 25,9 % ($n = 27$) en que no lo utilizaron ($p \leq 0,05$).

Se observó un fenómeno similar dentro del grupo de niños con mayor peso al nacer: la tasa de mortalidad infantil fue de 4,2 % ($n = 354$) en aquellos que hicieron uso del sistema de cuidado médico primario, y 7,2 % ($n = 139$) en aquellos que no lo aprovecharon. La tendencia hacia una tasa baja de mortalidad infantil en niños de bajo peso al nacer que utilizaron el sistema de cuidado médico primario se pudo observar aun dentro de las categorías de talla materna y suplementación energética durante el embarazo. En las cuatro aldeas, la tasa de mortalidad infantil disminuyó de 16 % en 1968 a 4,7 % en 1975. Esos resultados confirman la hipótesis de que en poblaciones rurales pobres los sistemas de servicios primarios de salud con un fuerte componente nutricional pueden ser muy efectivos para reducir la proporción de niños con bajo peso al nacer y la tasa de mortalidad infantil.

IV. PROTEINA O ENERGIA: ¿QUE ES MAS IMPORTANTE EN EL EFECTO DE LA NUTRICION MATERNA SOBRE EL PESO AL NACER Y LA MORTALIDAD INFANTIL?

La dieta de la mujer gestante es de primordial importancia. Si el factor limitante principal es la proteína, el incremento en el consumo de este nu-

triente resultaría en el aumento de peso al nacer. Sin embargo, si la energía fuera el factor limitante principal en la dieta, el mismo incremento en el consumo de proteína no produciría tal aumento en el peso al nacer (Lechtig y cols., 1975e).

El ejemplo siguiente, basado en datos de las cuatro aldeas, ilustra la importancia de esta consideración. En estas aldeas, la ingesta energética media en el hogar es muy reducida y deja un margen relativamente bajo para la actividad física. Al nivel de ingesta de 31 kcal/kg/día, no se esperaría un aumento adicional en la retención de nitrógeno, aun con un consumo de 200 mg N/kg/día (62,5 g proteína/día). Un aumento en el consumo de proteína produciría un incremento en el balance de nitrógeno únicamente si la ingesta es mayor de 40 kcal/kg/día (Oldham y Sheft, 1951; Lechtig y cols., 1975e). A la inversa, hay que pensar que el incremento únicamente en ingesta de energía podría producir un aumento significativo en la retención de nitrógeno.

Además de estas consideraciones dietéticas, hay otros factores que pueden también influir en el efecto relativo de proteínas y energía sobre el peso al nacer. Una de ellas es la diferente capacidad de la placenta humana para adaptarse a la deficiencia proteínica en comparación con la deficiencia energética. Experimentos con animales respaldan la teoría de que la placenta humana tiene mayor capacidad para compensar la deficiencia de proteína que la de energía en la dieta materna (revisado por Lechtig y cols., 1975e). Otro factor influyente en la importancia relativa de cada nutriente es la composición corporal del feto. En fetos con peso de 3 a 3,2 kg, el incremento en la masa fetal es función de la síntesis de tejido adiposo (Coltart y cols., 1969; Knopp y cols., 1970). Esto sugiere sin lugar a muchas dudas, que el suministro de energía al feto, ya sea a través de la dieta materna o de las reservas de la madre, puede ser relativamente más importante que el suministro de proteína.

En conclusión, la literatura publicada, así como nuestros propios datos, indican que la contribución relativa de energía y proteína al aumento en peso al nacer y a la supervivencia del infante depende de cuál sea el principal nutriente limitante en la dieta, las capacidades funcionales de la placenta y la distribución del peso al nacer en cada población específica.

V. EFECTO DE LA NUTRICION SOBRE DIVERSAS CARACTERISTICAS MATERNAS

Durante el período del embarazo la mujer está expuesta a cambios fundamentales que afectan, entre otras cosas, su físico, su fecundidad y su estado general de salud.

A. Aumento de peso de la madre durante el embarazo

En las cuatro aldeas de Guatemala mencionadas, el promedio de aumento de peso mensual durante los últimos dos trimestres del embarazo fue de 1,2 kg, la mitad del observado en mujeres bien nutridas de la ciudad de Aberdeen, Escocia (Hytten y Leicht, 1971).

Los resultados que aparecen en la tabla 10-12 indican que el aumento de peso está muy relacionado con cambios en casi todas las circunferencias, diámetros y pliegues cutáneos medidos, sugiriendo que el aumento de peso refleja aumentos en todas las dimensiones del cuerpo.

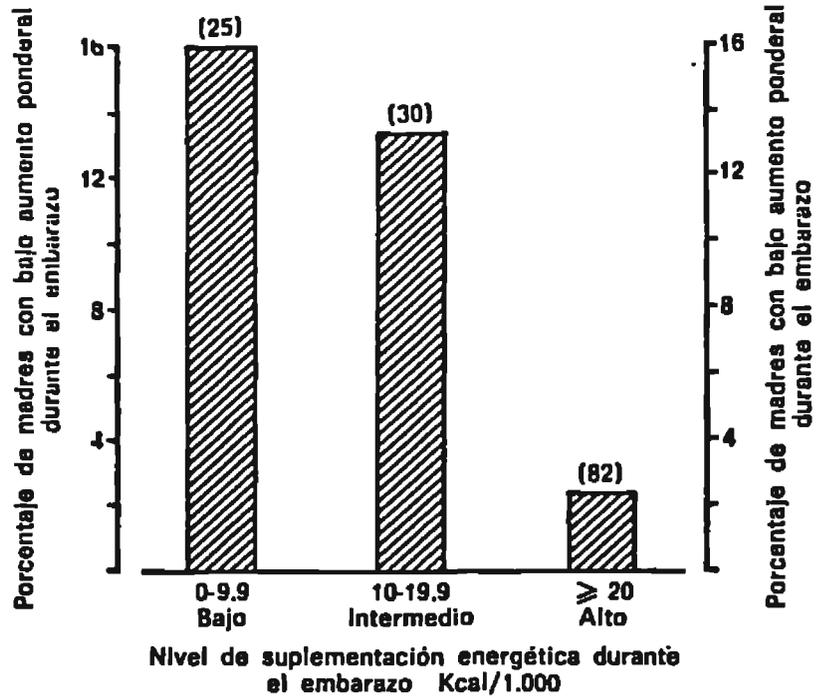
Los datos presentados en la figura 10-9 indican que la proporción de madres con poco aumento de peso (PAP: < 0,5 kg/mes) fue aproximadamente siete veces mayor en el grupo de baja suplementación comparado con el grupo de alta suplementación. Como se sabe, las madres con aumento de peso subnormal muestran un riesgo tres veces mayor de dar a luz niños con bajo peso que aquellas con un aumento normal de peso (computado de Niswander y Gordon, 1972, y discutido por Lechtig y Klein, 1980).

Como se sabe, los niños de bajo peso al nacer sufren una tasa más alta de mortalidad infantil y neonatal. Dado que la suplementación energética incrementa la ganancia de peso durante el embarazo, los programas de mejoramiento nutricional pueden reducir las tasas de mortalidad infantil. Los datos ya presentados en el apartado III sugieren que esta hipótesis es correcta.

Tabla 10-12. Correlación entre cambios antropométricos durante el embarazo y ganancia ponderal mensual (n=135)

Cambios antropométricos (por mes de embarazo)	Correlación (r)
A. Circunferencias	
Tórax	0,48*
Brazo	0,18*
Pantorrilla	0,44*
Muslo	0,07
Cambios medios en circunferencias	0,59*
B. Diámetro	
Biestiloideo	0,02
Bicondilar	0,27*
C. Pliegues cutáneos	
Bicipital	0,36*
Tricipital	0,34*
Subescapular	0,37*
Axilar medio	0,39*
Pantorrilla	0,42*
Parte lateral del muslo	0,37*
Parte superior del muslo	0,46*
Cambios medios en pliegues cutáneos	0,51*

*p < 0,01.



Menos de 0,5 kg por mes de embarazo. En paréntesis: número de casos, p < 0,10.

Fig. 10-9. Efecto de la suplementación energética sobre la proporción de madres con poco aumento de peso durante el embarazo.

El hecho de que el efecto del suplemento, expresado como proporción del peso total, fue menor para la madre (0,5%) que para el feto (1%) sugiere que los mecanismos de protección de la madre no son más eficaces que los que protegen al feto, como se creía anteriormente (Thomson, 1959).

Los datos de la tabla 10-13 muestran que las medidas de volumen, de longitud de circunferencias y del diámetro estiloideo de la madre al final del embarazo se asocian (p < 0,05) con el peso al nacer. Hacia el final del tercer trimestre el aumento del peso de la madre es el indicador más fuerte del peso al nacer. Lo que es más, cuando las variables maternas talla y circunferencias cefálica y del brazo se usaron combinadas en una regresión múltiple para predecir el peso al nacer, demostraron ser tan eficientes como el aumento de peso en el tercer trimestre. Puesto que el valor predictivo de estas tres variables no es afectado por la edad gestacional, dichas variables pueden usarse como indicadores para seleccionar poblaciones de alto riesgo que requieren atención prioritaria de los programas de salud y nutrición.

B. Componentes del intervalo entre partos: amenorrea posparto

En un trabajo reciente (Delgado y cols., 1978) se encontró que para la misma duración de lactancia, madres de Taiwan (grupo socioeconómico bajo) presentaban amenorrea posparto más larga que madres de Boston (clase media). Estos resul-

Tabla 10-13. Correlaciones entre medidas antropométricas maternas y peso al nacer

Medidas antropométricas	Alcanzadas ^a (n=186) ^b	Cambios mensuales (n=136)
A. Masa y longitud		
Talla	0,14 ^d (399)	N.A.
Talla sentado	0,22 ^d	N.A.
Longitud total del brazo	0,08 ^d	N.A.
Peso	0,35 ^d	0,21 ^c
Razón peso/talla	0,34 ^d	N.A.
B. Circunferencia		
Cabeza	0,28 ^d (363)	N.A.
Tórax	0,28 ^d	0,11
Brazo	0,27 ^d	0,02
Pantorrilla	0,33 ^d	0,08
Muslo	0,26 ^d	0,06
Cambios medios en circunferencias	N.A.	0,15
C. Diámetros		
Biestiloide	0,25 ^d	-0,03
Bicondilar	0,14	0,06
D. Pliegues cutáneos		
Bicipital	0,10	0,05
Tricipital	0,12	0,01
Subescapular	0,14	0,04
Axilar medio	0,08	0,03
Pantorrilla	0,04	-0,05
Parte lateral del muslo	0,11	0,08
Parte superior del muslo	0,10	0,01
Cambios medios en pliegues cutáneos	0,10	0,05

^a Al final del tercer trimestre de embarazo.

^b Cuando el número de casos (n) es diferente se presenta en paréntesis; N.A.=No aplicable.

^c $p < 0,05$.

^d $p < 0,01$.

tados implican que, además de la duración del período de lactancia, factores relacionados con el estado socioeconómico, principalmente nutrición, pueden afectar la duración de la amenorrea posparto de 14 meses en el grupo desnutrido a 7,5 meses en el grupo bien nutrido.

En las cuatro aldeas mencionadas anteriormente, la duración media de lactancia es de 18 meses, y la duración media de amenorrea posparto es de 14 meses. Las dos variables están altamente asociadas ($r = 0,62$; 377 casos; $p < 0,01$). En este grupo de población también se encontró una asociación

negativa entre indicadores de la nutrición materna tales como talla, circunferencia de la cabeza y del brazo, peso y pliegues cutáneos (medidos durante el embarazo), y la duración de la amenorrea posparto.

Además, se encontraron asociaciones negativas entre la duración de la amenorrea posparto y los tres factores siguientes: ingesta energética en el hogar, suplementación energética e ingesta energética total durante el embarazo. Los datos presentados en la tabla 10-14 indican que, dentro de todas las categorías de lactancia, la duración de la amenorrea posparto fue mayor en los grupos de baja ingesta de energía que en los de alta ingesta.

Estos resultados confirman la hipótesis de que el mejoramiento en la dieta materna está asociada con una disminución en la duración de la amenorrea posparto, y que esto puede aumentar la probabilidad de un intervalo menor entre partos (Delgado y cols., 1978).

C. Calidad y cantidad de la leche materna

El incremento en la ingesta de energía por parte de las madres lactantes de estas poblaciones se asoció con mayor producción diaria de proteína en la leche materna (Lechtig y cols., 1977g). En una muestra de 55 madres lactantes y sus hijos de las cuatro aldeas mencionadas, se encontró que la ingesta de energía en la dieta hogareña estuvo asociada inversamente con la razón de aminoácidos no esenciales/esenciales (NE/E) en el plasma ($r = -0,34$; $n = 55$; $p < 0,05$) y asociada positivamente con la albúmina sérica materna ($r = 0,34$; $n = 55$; $p < 0,05$), la razón de urea/creatinina (U/C) en la orina materna ($r = 0,59$; $n = 53$; $p < 0,01$) y, en una muestra más grande, con el peso materno ($r = 0,40$; $n = 83$; $p < 0,01$). Además, la razón peso del niño \times U/C (un indicador del consumo diario de proteína por el niño) estuvo asociada con la ingesta energética de la madre en el hogar durante el embarazo ($r = 0,32$; $n = 58$; $p < 0,05$), y con la producción total de proteína y energía en la leche materna ($r = 0,44$; $n = 29$; $p < 0,05$ y $r = 0,48$; $n = 21$; $p < 0,05$, respectivamente). Estos resultados son compatibles con la hipótesis de que la ingesta de energía en el hogar durante el embarazo

Tabla 10-14. Duración de la amenorrea posparto en tres diferentes grupos de ingesta* total de energía dentro de las categorías de duración de la lactancia

Ingesta energética total (kcal/día)	Categorías de lactancia (meses)				
	0-6	7-12	13-18	19-24	25 y más
Baja (≤ 1.308)	—	6,54(13)**	12,03(35)	16,44(45)	19,93(14)
Mediana (1.309-1.630)	—	6,31(13)	11,64(33)	15,47(57)	18,90(10)
Alta (≥ 1.631)	—	5,47(14)	11,13(30)	14,60(47)	19,64(11)

* Ingesta total de energía = Suma de ingesta energética en el hogar más suplementación energética.

** Promedio de duración de la amenorrea posparto (meses) y número de casos.

es uno de los determinantes del estado nutricional de la madre y del niño durante los primeros seis meses de lactancia (Lechtig y cols., 1977d). Además, la edad del niño estuvo asociada inversamente con la concentración de proteína, energía y grasa en la leche materna, probablemente a causa del incremento en el volumen total de la leche materna. Se observó también un alto grado de covariación en la concentración de varios componentes de la leche materna, lo que sugiere que la concentración de un componente (p. ej., grasa) puede ser un indicador útil del nivel de los otros componentes en la leche.

D. Presión arterial, edema y proteinuria durante el embarazo

Existe una alta incidencia de toxemia de embarazo (Davis, 1971; Neutra, 1973) y de presión diastólica elevada en grupos de bajo nivel socioeconómico en los cuales prevalece la desnutrición proteínico-energética. Además, se ha informado de baja incidencia de edema postural en estas poblaciones (Hyttén y Leitch, 1971).

La tabla 10-15 presenta la relación entre la energía suplementada durante el embarazo (ESDE) y la presión diastólica. Se observó una asociación significativa, siendo la pendiente de dosis-respuesta $-0,4$ mm Hg por 10.000 kcal suplementadas durante la gestación. Esta asociación no se debió a las otras características maternas medidas, solas o combinadas. Además, la correlación entre la

suplementación energética durante el embarazo y el cambio en la presión diastólica del primero al tercer trimestre de embarazo fue $-0,176$ ($n = 107$; valor para la pendiente = $-0,7$ mm Hg/100.000 ESDE; $p < 0,10$). Debido al pequeño tamaño de la muestra, no fue posible seleccionar límites «patológicos» para la presión diastólica. Por tanto, se decidió escoger el límite del tercil superior en la distribución de la población (70 mm Hg) para indicar presión diastólica elevada.

Como lo indican los datos en la tabla 10-15, el porcentaje de casos con presión diastólica mayor de 70 mm Hg fue más bajo en el grupo de alta suplementación que en el de baja suplementación. Cuando la suplementación energética durante el último embarazo fue menor que en el anterior, ninguna de las mujeres mostró disminución notable en la presión diastólica durante el último embarazo al compararse con el anterior. Por el contrario, cuando la suplementación energética durante el último embarazo excedió al embarazo precedente la proporción de mujeres con una disminución de 20 mm Hg o más en la presión diastólica fue de 13,9 %. Estos análisis sugieren una asociación inversa entre la suplementación energética y cambios en la presión diastólica en la población total estudiada dentro del mismo embarazo y entre embarazos de la misma madre. Aunque se observaron tendencias similares con la presión sistólica, las asociaciones no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, es importante hacer notar que los siete casos con presión diastólica

Tabla 10-15. Relación entre energía suplementada durante el embarazo (ESDE) y presión sanguínea diastólica (PSD) en el tercer trimestre de embarazo

A. Análisis de variables continuas (n=392)	Correlación (r)	Pendiente (mm de presión sanguínea/10.000 kcal)			Probabilidad (p <)
Correlación de primer orden	-0,104	-0,4			0,05
Regresión múltiple*	-0,124	-0,4			0,05
B. Análisis de variables discretas	Nivel de ESDE			Alto menos bajo (prueba de t) p <	
	Bajo	Medio	Alto		
1. Porcentaje con PSD ≥ 70 mm Hg (n=392)	30,3	19,6	19,7	0,05	
2. Porcentaje de submuestra de hermanos con decremento de 20 mm Hg o mayor en el último embarazo en comparación con el embarazo anterior (n= 135 pares)	La energía suplementada durante el último embarazo fue				
	Menor 0,0	Similar 10,3	Mayor 13,9		
(Alto menos bajo (prueba de t)) p < 0,01					

*Valores obtenidos después de controlar la talla, circunferencia cefálica, edad, paridad, estado socioeconómico, peso al final del primer trimestre, edad gestacional, indicador de morbilidad y dieta en el hogar dentro de la población con mayor cobertura (de julio de 1970 a febrero de 1973).
 **Pendiente para el estudio total de la población mayor que para la población de mayor cobertura (prueba de covarianza: NS). La pendiente para las aldeas suplementadas con fresco no fue diferente de aquella para las aldeas suplementadas con atole: NS (prueba de covarianza).

Tabla 10-16. Relación entre energía suplementada durante el embarazo (ESDE) y de edema postural (EP) al tercer trimestre de embarazo

Análisis de variables discretas	Nivel de ESDE			Alto menos bajo (prueba de t) $p <$
	Bajo	Medio	Alto	
1. Porcentaje con EP (n=353)	7,2	15,4	13,1	0,10
2. Análisis de hermanos. Porcentaje sin EP en el embarazo previo y con EP en el embarazo posterior (n=106 pares)	La energía suplementada durante el último embarazo fue			Alto menos bajo (prueba de t) $p <$
	Menor	Similar	Mayor	
	7,7	14,7	22	N.S.

igual o mayor de 130 mm Hg cayeron dentro del grupo de baja suplementación (prueba de t : $p < 0,05$; Lechtig y cols., 1977c).

Los análisis de variables discretas con tres niveles de energía suplementada se presentan en la tabla 10-16. En éste también puede apreciarse, en la muestra total, una tendencia hacia una mayor proporción de mujeres embarazadas con edema postural en el grupo mejor suplementado que en aquel con menor suplementación. Esta tendencia también se hizo evidente analizando embarazos consecutivos en la misma madre. La proporción de mujeres con edema postural al final del embarazo, en comparación con el anterior, fue tres veces mayor en aquellas con alta suplementación que en aquellas con pobre suplementación. Se observó una tendencia similar en análisis realizados dentro de los grupos de fresco y atole (prueba de los signos, $p = 0,2$). Sobre la base de estos análisis, se infirió que existe una asociación directa entre la suplementación energética y la mayor frecuencia de edema postural en las mujeres embarazadas de esta población rural.

La observación de que el edema postural es producido por una nutrición mejorada durante el embarazo es una indicación de que éste es un fenómeno normal observado en mujeres embarazadas en condiciones satisfactorias, y que su prevalencia puede ser un indicador sencillo del nivel de la nutrición materna durante el embarazo. En las poblaciones incluidas en nuestro estudio, la proporción de mujeres que presentaron edema postural durante el tercer trimestre del embarazo fue de 10,2 %, cifra muy baja si se compara con el 40 % de mujeres embarazadas normotensas, bien nutridas, de Aberden (Thomson y cols., 1959). Además, el edema postural puede ser un buen indicador del crecimiento adecuado del feto.

Finalmente, no se detectó una asociación clara entre la suplementación energética durante el embarazo y la proteinuria. Las discusiones sobre este tema han sido detalladas en un trabajo reciente (Lechtig y cols., 1977c).

Por tanto, los resultados anteriores pueden resumirse como sigue: cantidad de energía suplementada durante el embarazo se asocia inversamente con la presión diastólica y directamente con el edema postural. Ninguna asociación clara se detectó entre la suplementación energética y la presión sistólica y la proteinuria.

VI. IMPLICACIONES DE ESTOS HALLAZGOS

Cerca de 22 millones de niños de bajo peso al nacer ($\leq 2,5$ kg) nacieron en todo el mundo durante 1975 (Lechtig y cols., 1977e).

En todas partes, el bajo peso al nacer está asociado con altas tasas de mortalidad infantil, particularmente en los países en desarrollo, que son responsables del 94 % de todos estos niños. La alta mortalidad representa un rendimiento disminuido de la inversión familiar y social realizada durante el embarazo y los primeros años posnatales.

Las implicaciones del bajo peso al nacer y de la elevada mortalidad infantil para la dinámica de población aún no se comprenden del todo, y no se puede predecir exactamente qué efecto tendrán los cambios en mortalidad infantil sobre los niveles de fertilidad. Por lo tanto, es prudente recomendar que los programas orientados a disminuir la incidencia de niños de bajo peso al nacer sean integrados en los programas de planificación familiar.

Los niños de bajo peso al nacer que sobreviven tienen un alto riesgo de retraso en el crecimiento físico y de desarrollo mental subóptimo. En poblaciones pobres, el retraso en el crecimiento es un indicador de riesgo de alta morbilidad, lo cual implica un costo más elevado en los servicios médicos, y posiblemente, efectos desfavorables en la productividad. Es de esperar, además, rendimiento subóptimo en la escuela, mayor proporción de niños que repiten los primeros grados, y por tanto, baja retribución de la inversión en educación.

La asociación entre bajo peso al nacer y aprendizaje subóptimo puede contribuir a la desigualdad en oportunidades de empleo, productividad más baja, menores ingresos y baja calidad de vida, lo que, a su vez, puede afectar a las generaciones futuras. Además, a medida que el país va desarrollándose, ciertas habilidades tales como iniciativa, receptividad y comprensión de innovaciones tecnológicas llegan a ser determinantes críticos de productividad en poblaciones tanto urbanas como rurales (Lechtig y cols., 1977e).

Basándose en los comentarios anteriores, se puede apreciar que una alta incidencia de niños de bajo peso al nacer no es deseable, ya que esto puede implicar una carga económica grande y presentar un obstáculo importante al desarrollo de muchos países.

En consecuencia, la inversión en programas orientados a mejorar la nutrición materna puede tener una compensación económica lo suficiente importante como para estimular el desarrollo social y económico. Esta inversión se justifica no sólo porque el objetivo final del desarrollo es mejorar la calidad de la vida humana, sino también porque la calidad humana es fundamental para el desarrollo.

Debe anotarse que las metodologías de planeamiento de salud actuales son generalmente inadecuadas para la utilización eficiente de los recursos disponibles para el cuidado de la salud, en particular en el caso de poblaciones pobres (Ahumada y cols., 1965; Hilleboe y cols., 1972). Recientemente se ha tratado de desarrollar modelos simplificados en las áreas de nutrición y salud. Por cierto, se ha desarrollado un modelo sencillo (Stickney y cols., 1976) basado en los resultados de dos estudios longitudinales (Mata y cols., 1971; Klein y cols., 1973; Lechtig y cols., 1975d). Con modelos similares y una cantidad mínima de datos pertinentes, un grupo de planificadores podría

comparar, por ejemplo, los beneficios de un programa nutricional para mujeres embarazadas que reduzca el riesgo de niños de bajo peso al nacer en un 50 %, con un programa para niños orientado a reducir en un 50 % el riesgo de convertirse en desnutridos entre 0 y 24 meses de edad. Además, se pueden efectuar comparaciones entre las intervenciones y evaluarlas en términos de costo-beneficio. Es nuestra opinión que el desarrollo de modelos similares conducirá a una comunicación más efectiva entre los grupos de investigación y los planificadores, al indicar los factores más importantes que influyen en la efectividad, eficiencia y cobertura, y que proveerán la retroalimentación necesaria para guiar los esfuerzos de investigación, indicando qué tipo de información es la más esencial a la planificación. Sin embargo, se debe hacer hincapié en la evaluación cuidadosa de estos modelos cuando se aplican a situaciones reales.

Un problema importante en el diseño de programas consiste en que la mayor parte de las escalas usadas actualmente para identificar a las mujeres con el mayor riesgo de dar a luz niños de bajo peso al nacer no son prácticas. La talla, la circunferencia cefálica y la del brazo de la madre y una descripción sencilla de su vivienda parecen ser apropiados como simples indicadores de riesgo para identificar a las mujeres que serían más beneficiadas por un programa de intervención nutricional (Lechtig y cols., 1976c).

A manera de ilustración, la tabla 10-17 muestra la categoría de alto riesgo seleccionada por los tres indicadores simples, así como el impacto esperado sobre la efectividad, costo y eficiencia de un programa enfocado hacia aquellas madres identificadas como de alto riesgo. Como lo indican estos datos, la eficiencia del programa se mejoraría notablemente si cualquiera de estos factores de riesgo enumerados fuera usado como el criterio de selección.

Tabla 10-17. Uso de variables simples dicótomas para definir grupos de mujeres con alto riesgo de tener hijos con bajo peso al nacer

Variables usadas	Grupo de alto riesgo	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Costo total del programa*, ** (dólares)	Efectividad** (disminución de la tasa de mortalidad infantil)	Costo de la prevención de la muerte de un niño (dólares)	Aumento en la eficiencia del programa*** (%)
Circunferencia cefálica	< 51 cm	68,6	53,8	5.050	10,6	476 (B)	102
Talla	< 152 cm	79,3	30,5	7.120	9,4	758 (B)	27
Puntuación del hogar	< 4	69,7	59,9	4.490	9,8	458 (B)	110
Cobertura de toda la población (sin usar indicadores de alto riesgo)	—	100	—	10.000	10,4	962 (A)	—

De Lechtig y cols., 1976c.

* Cómputos hechos para un grupo de 1.000 mujeres (costo: 10.000 dólares por mujer).

** Aplicando el programa sólo al grupo de alto riesgo.

*** Computado como sigue: $\frac{A - B}{B} \times 100$.

VII. RESUMEN

En conclusión, la revisión de la literatura y los datos del estudio longitudinal del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) sugiere que la nutrición materna, tanto antes del embarazo como después de él, afecta el desarrollo del feto y su supervivencia. Parece haber un nivel mínimo de nutrimentos necesario para obtener un peso adecuado al nacer. Sin embargo, sobre este nivel mínimo, las mujeres embarazadas pueden adaptarse a un consumo variado de alimentos, tanto en calidad como en cantidad, sin que por eso se afecte el peso al nacer. La contribución relativa de energía y proteínas al aumento de peso al nacer depende principalmente del balance de estos nutrimentos en la dieta de la población en estudio. Otros factores, tales como actividad física, prevalencia de enfermedades y la magnitud de la reserva nutricional de la madre antes del embarazo son también determinantes importantes de la contribución relativa de la energía y proteínas al incremento en el peso al nacer. El impacto de una intervención nutricional sobre el peso al nacer sería entre 25 y 84 g de peso por 10.000 kcal adicionales ingeridas durante el embarazo ó 56 kcal adicionales diarias durante los seis últimos meses del embarazo. La reducción esperada en la proporción de niños de bajo peso al nacer después de una intervención nutricional dependerá no sólo del aumento de peso del feto, sino también de la proporción de niños de bajo peso al nacer que existía antes de la intervención.

Finalmente, las intervenciones nutricionales durante el embarazo, pueden tener mayor impacto sobre el peso al nacer que las efectuadas antes del embarazo. Consecuentemente, las intervenciones durante el embarazo se recomiendan como una medida prioritaria.

Respecto al efecto de la nutrición sobre otras características maternas, datos del estudio longitudinal del INCAP sugieren que la suplementación energética durante el embarazo reduce notablemente el riesgo de bajo aumento de peso durante el embarazo. Varias medidas antropométricas de la madre, principalmente la talla y la circunferencia cefálica y del brazo, estuvieron asociadas con el peso al nacer, y puesto que su valor predictivo no es afectado por la edad gestacional, éstas pueden usarse como indicadores simples para seleccionar poblaciones para intervenciones nutricionales y de salud. La nutrición materna también está asociada con una reducción en la duración de la amenorrea posparto y esto puede aumentar la posibilidad de un intervalo más corto entre partos. Sin embargo, no hay una manifiesta prueba del efecto nutricional en la probabilidad de concebir. Además, en las poblaciones rurales en estudio, la nutrición mejorada de la madre durante el emba-

razo mejora la cantidad y la calidad de la leche materna, reduce la presión arterial diastólica y aumenta la frecuencia de edema postural.

BIBLIOGRAFIA

- Ahumada, J.; Arreaza, G. A.; Durán, H.; Pizzi, M.; Sarué, E., y Testa, M.: Pan American Health Organization. Scientific Publication N.º 111, Washington, D.C., 1965.
- Antonov, A. M.: *J. Pediat.*, 30, 250, 1947.
- Baird, D.: *Lancet*, 253, 531, 1947.
- Beaton, G. H.: *Fed. Proc.*, 20, 196, 1961.
- Chávez, A., y Martínez, C.: *Nutr. Rep. Internat.*, 7, 1, 1973.
- Coltart, T. M.; Beard, R. W.; Turner, R. C., y Oakley, N. W.: *Br. Med. J.*, 4, 17, 1969.
- Datta Banik, N. D.; Krishna, R.; Mane, S. L. S., y Raj, I.: *Indian J. Pediat.*, 37, 438, 1970.
- Davis, A. M.: *Israel J. Med. Sci.*, 7, 751, 1971.
- Delgado, H.; Lechtig, A.; Martorell, R.; Brineman, E., y Klein, R. E.: *Am. J. Clin. Nutr.*, 31, 322, 1978.
- Dieckman, W. J.; Adain, F. L.; Michael, H.; Kiamen, S.; Dunkle, F.; Arthur, B.; Costin, M.; Campbell, A.; Winsley, A. C., y Lorgang, E.: *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 47, 357, 1944.
- Eastman, N. J., y Jackson, E.: *Obstet. Gynecol., Survey*, 23, 1003, 1968.
- Gruenwald, P., y Funakawa, I. L.: *Lancet*, 1, 1026, 1967.
- Hilleboe, H. E.; Barkhuus, A., y Thomas, W. C.: *Approaches to National Health Planning*. World Health Organization, Public Health Papers N.º 46, Génova, 1972.
- Hytten, F. E., y Leitch, I.: *The Physiology of Human Pregnancy*. Blackwell Scientific Publications, 2.º ed., Londres, 1971.
- Klein, R. E.; Habicht, J.-P., y Yarbrough, C.: *En Nutrition, Development, and Social Behavior*. D. J. Kallen (dir.), Government Printing Office, DHEW, Publication N.º (NIH) 73-242, Washington, D.C., U.S., 1973.
- Knopp, R. H.; Herrera, E., y Freinkel, N.: *J. Clin. Invest.*, 49, 1438, 1970.
- Lechtig, A.; Arroyave, G.; Habicht, J.-P., y Béhar, M.: *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 21, 505, 1971.
- Lechtig, A.; Delgado, H.; Lasky, R. E.; Klein, R. E.; Engle, P. L.; Yarbrough, C., y Habicht, J.-P.: *Am. J. Dis. Child.*, 129, 434, 1975a.
- Lechtig, A.; Delgado, H.; Lasky, R. E.; Yarbrough, C., y Klein, R. E.: Habicht, J.-P., y Béhar, M. (dirs.). *Am. J. Dis. Child.*, 129, 553, 1975b.
- Lechtig, A.; Delgado, H.; Lasky, R.; Yarbrough, C.; Martorell, R.; Habicht, J.-P., y Klein, R. E.: *En Proceedings Western Hemisphere Nutrition Congress IV*. P. L. White y N. Selvey (dirs.). Acton, Mass., Publishing Science Group Inc., p. 117, 1975c.
- Lechtig, A.; Delgado, H.; Martorell, R.; Burd, D.; Yarbrough, C., y Klein, R. E.: *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27 (2), Suppl. 1, 147, 1977a.
- Lechtig, A.; Delgado, H.; Martorell, R.; Richardson, D.; Yarbrough, C., y Klein, R. E.: *Presentado en: VIII Congress of Gynecology and Obstetrics, México, D.F., octubre, 17-23, 1976a.*
- Lechtig, A.; Delgado, H.; Martorell, R.; Richardson, D.; Yarbrough, C., y Klein, R. E.: *En Proceedings of the Conference on Nutrition and Reproduction, Bethesda, Maryland, February, 13-16, 1977*. W. Henry Mosley (dir.). Plenum Press, p. 147, Nueva York, 1978.
- Lechtig, A.; Delgado, H.; Martorell, R.; Yarbrough, C., y Klein, R. E.: *En Perinatal Medicine*. G. Rooth y L. E. Bratteby (dirs.). Alqvist & Wiksells, p. 208, Estocolmo, 1976b.
- Lechtig, A.; Delgado, H.; Martorell, R.; Yarbrough, C., y Klein, R. E.: *J. Trop. Pedit. Environ. Child. Hlth.*, 24, 70, 1978, 1977c.

- Lechtig, A.; Delgado, H.; Yarbrough, C.; Belizán, J.; Martorell, R.; Valverde, V., y Klein, R. E.: *Bol. Of. San. Pan.*, 1977d. (En prensa.)
- Lechtig, A.; Delgado, H.; Yarbrough, C.; Habicht, J.-P.; Martorell, R., y Klein, R. E.: *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 125, 25, 1976c.
- Lechtig, A.; Habicht, J.-P.; Delgado, H.; Klein, R. E.; Yarbrough, C., y Martorell, R.: *Pediatrics*, 56, 508, 1975d.
- Lechtig, A.; Habicht, J.-P.; De León, E.; Guzmán, G., y Flores, M.: *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22, 101, 1972a.
- Lechtig, A.; Habicht, J.-P.; Guzmán, G., y Girón, E. M.: *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22, 255, 1972b.
- Lechtig, A.; Habicht, J.-P.; Wilson, P.; Arroyave, G.; Guzmán, G.; Delgado, H.; Martorell, R.; Yarbrough, C., y Klein, R. E.: En *Research Forum, Western Hemisphere Nutrition Congress V*, Quebec, Canadá, agosto, 15-18, 1977e.
- Lechtig, A., y Klein, R. E.: *Bol. Of. San. Pan.*, 1980. (En prensa.)
- Lechtig, A.; Margen, S.; Farrell, T.; Delgado, H.; Yarbrough, C.; Martorell, R., y Klein, R. E.: En *Perinatal Care in Developing Countries*. G. Rooth y L. Engstrom (dirs.). Universidad de Uppsala, 1977f.
- Lechtig, A.; Martorell, R.; Delgado, H.; Yarbrough, C., y Klein, R. E.: *Ecol. Food Nutr.*, 5, 225, 1976d.
- Lechtig, A.; Martorell, R.; Yarbrough, C.; Delgado, H., y Klein, R. E.: *J. Trop. Pediat.*, 1980. (En prensa.)
- Lechtig, A.; Mata, L. J.; Habicht, J.-P.; Urrutia, J. J.; Klein, R. E.; Guzmán, G.; Cáceres, A., y Alford, C.: *Ecol. Food Nutr.*, 3, 171, 1974.
- Lechtig, A. Rosso, P.; Delgado, H.; Bassi, J.; Martorell, R.; Yarbrough, C.; Winick, M., y Klein, R. E.: *Ecol. Food Nutr.*, 6, 83, 1977.
- Lechtig, A.; Yarbrough, C.; Delgado, H.; Habicht, J.-P.; Martorell, R., y Klein, R. E.: *Am. J. Clin. Nutr.*, 28, 1223, 1975e.
- Mata, L. J.; Urrutia, J. J., y Lechtig, A.: *Am. J. Clin. Nutr.*, 24, 249, 1971.
- McCance, R. A., y Widdowson, E. M.: *Proc. Royal Soc. Biol.*, 156, 326, 1962.
- Mönckeberg, F.: En *Malnutrition, Learning and Behavior*. N. S. Scrimshaw y J. E. Gordon (dirs.). Cambridge, Mass., The MIT Press, p. 269, 1968.
- Nainsmith, D. J.: *Proc. Nutr. Soc.*, 28, 25, 1969.
- Neutra, R.: *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 117, 894, 1973.
- Niswander, E. R., y Gordon, M.: *The Women and Their Pregnancies. The Collaborative Perinatal Study of the National Institute of Neurological Disease and Stroke*. DHEW, Publication N.º (NIH) 73-379, Washington, D.C., U.S., 1972.
- Oldham, H., y Sheft, B. B.: *J. Am. Dietet. Assoc.*, 27, 847, 1951.
- Page, E. W.: *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 104, 378, 1951.
- Sakurai, T.; Takagi, H., y Hasuya, N.: *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 105, 1044, 1969.
- Smith, C. A.: *J. Pediat.*, 30, 229, 1947.
- Stickney, R. E.; Beghin, I. D.; Urrutia, J. J.; Mata, L. J.; Arenales, P.; Habicht, J.-P.; Lechtig, A., y Yarbrough, C.: *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 26, 177, 1976.
- Thomson, A. M.: *Br. J. Nutr.*, 13, 190, 1959.
- Winick, M., y Noble, A.: *J. Nutr.*, 89, 800, 1966.
- Yarbrough, C.; Habicht, J.-P.; Malina, R.; Lechtig, A., y Klein, R. E.: *Am. J. Phys. Anthropol.*, 42, 439, 1975.