

CONTRIBUCIONES ORIGINALES

Efecto de la desnutrición sobre la longitud del intestino (Modelo experimental)

LEOPOLDO VEGA-FRANCO* Y
TERESA TOCA*

Se investigó el efecto de la desnutrición durante el crecimiento por hiperplasia, sobre la longitud del intestino de la rata. Mediante un diseño factorial se integraron cuatro grupos de animales según estuvieran afectados por desnutrición intrauterina o durante la etapa de la lactancia. Todos fueron sacrificados a los 21 días de edad, obteniéndose el peso y midiéndose la longitud del intestino.

Los hallazgos demostraron acortamiento intestinal en los animales afectados por desnutrición, siendo éste más notorio cuando la limitación afectó de manera continua las etapas pre y postnatal. Por otra parte se apreció estrecha correlación directa entre el peso corporal de las ratas y la longitud del intestino.

Biopsias de la mucosa realizadas en niños¹⁻³ y adultos⁴ afectados por deficiencias proteino-energéticas, han demostrado alteraciones histológicas en la mucosa de la porción duodeno-yeyunal.

Reproduciendo experimentalmente la desnutrición en monos, Deo y col,⁵ han planteado la posibilidad de que los cambios tróficos de las vellosidades sean atribuidos a disminución en la velocidad de recambio de las células epiteliales; a la misma conclusión han llegado Brunser y col,⁶ al estudiar las mitosis de las células de la mucosa intestinal en niños con marasmo nutricional.

De estos hallazgos histológicos se deduce que la superficie de absorción intestinal se encuentra restringida como consecuencia de atrofia de las vellosidades,

a lo cual habría que agregar un probable acortamiento en su extensión. Ante esta suposición se decidió investigar la repercusión que tiene la desnutrición durante el crecimiento, sobre la longitud del intestino.

Material y métodos

Se aparearon 24 ratas hembra de la cepa de Wistar equitativamente con 12 ratas macho. Todas ellas tenían entre 3 y 4 meses de edad y su peso variaba de 200 a 250 gramos.

Transcurridas 72 horas de apareamiento, las ratas hembra fueron colocadas en jaulas individuales. A 12 de ellas se les ofreció a libre demanda Purina Chow¹² y a las otras 12 se les limitó a 60 por ciento de la ingesta promedio estimada al día de este mismo alimento;⁷ de esta manera recibieron 12 g. en la primera semana del embarazo, 13 g. durante la segunda y 14 g. en los últimos siete días de la gestación.

* Departamento de Nutrición y Gastroenterología. Hospital Infantil de México.

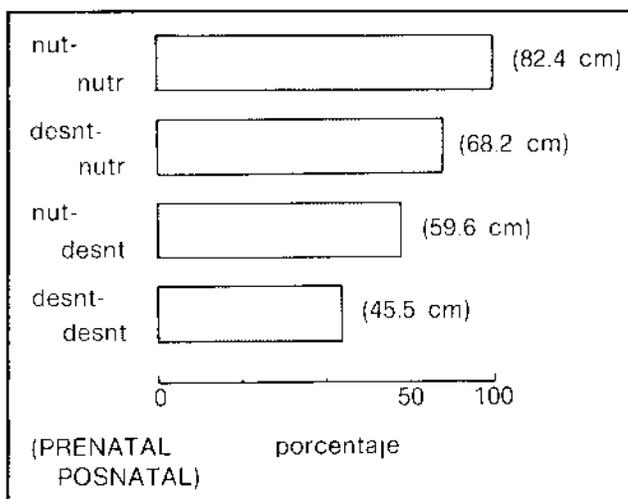


Fig. 1. Equivalencia porcentual de la longitud media del intestino en los cuatro grupos de ratas, considerando como 100 por ciento la del grupo nutr-nutr.

Cuadro 1. Número de crías que integraron los grupos de estudio, según la alimentación* que recibieron las madres durante el embarazo y la etapa en que estuvieron lactando

Etapa intrauterina	Etapa de la lactancia	
	Libre demanda	Dieta restringida** (22.5 g)
Libre demanda	22 (nutr-nutr)	17 (nutr-desnt)
Dieta restringida	40 (desnt-nutr)	14 (desnt-desnt)

*Purina Chow®

**12 g. la primera semana de la gestación.

**13 g. la segunda semana y

**14 g. la tercera semana

Siete ratas de cada grupo resultaron embarazadas. Al nacer las crías de cuatro de las madres alimentadas *ad libitum*, fueron cambiadas por las camadas de cuatro de las ratas cuya alimentación estuvo restringida. De esta manera se invirtió el factor cuantitativo de la dieta durante la etapa de la lactancia de modo que las crías de las cuatro ratas alimentadas a libre demanda durante el embarazo, fueron amamantadas por las cuatro madres sujetas a una dieta restringida, la cual durante la lactancia fue ofrecida a razón de 22.5 g.

de Purina. Durante la fase en que estuvieron lactando a sus crías, las otras seis ratas de los dos grupos originales fueron sometidas a una alimentación semejante a la que recibieron en el transcurso de su embarazo, exceptuando el hecho de que el alimento se dio también a razón de 22.5 g. al grupo sujeto a la restricción dietética.

Las 93 crías nacidas de las 14 ratas quedaron repartidas en cuatro grupos de acuerdo a un diseño factorial de 2×2 , tal como se aprecia en el cuadro 1. Para el propósito del presente informe, los grupos en que se integraron las camadas serán denominados como: nutrida (nutr), cuando procedieron de madres que en la fase intrauterina y/o de la lactancia hayan estado alimentadas *ad libitum* y como desnutrido (desnt), cuando las madres estuvieron sujetas durante la etapa intrauterina y/o de la lactancia a una dieta restringida en cantidad. La primera abreviatura se referirá a la situación que previó durante el embarazo y la segunda a la condición existente en la época de la lactancia.

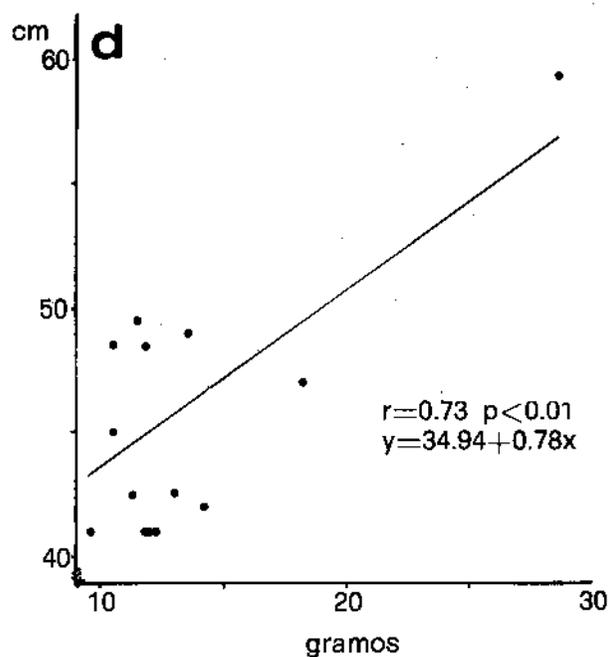
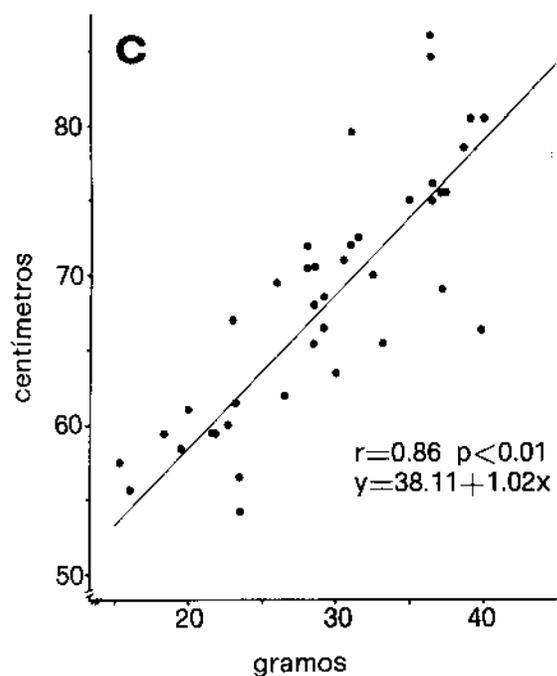
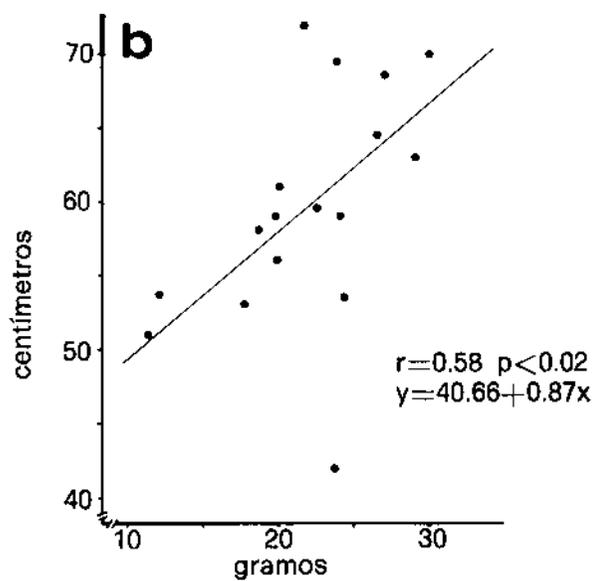
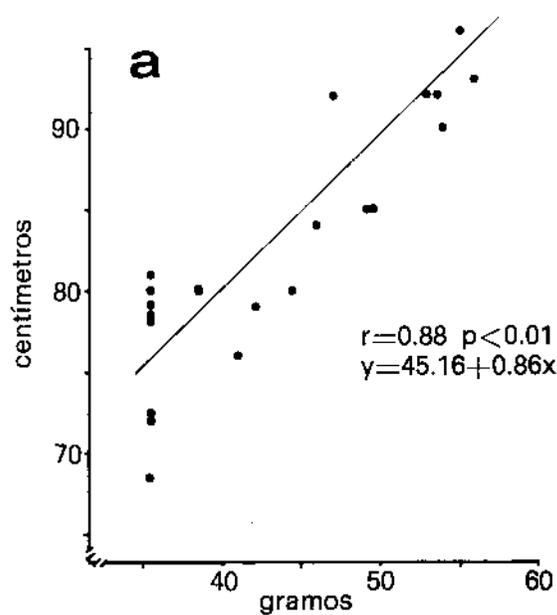
Las crías fueron destetadas a los 21 días de edad; al día siguiente fueron pesadas cada una de ellas y sacrificadas por decapitación. El intestino fue resecaado entre el estómago y el ano, midiéndose su longitud con regla métrica rígida, con divisiones al milímetro. El análisis estadístico se hizo mediante procedimientos paramétricos.⁸

Resultados

Al comparar los promedios de peso de las crías al momento de nacer, se hizo evidente una diferencia estadísticamente significativa; el análisis de varianza arrojó un valor de "F" de 32.4 ("p" menor de 0.01). Como se puede observar en el cuadro 2, las camadas de los grupos nutrido-nutrido y nutrido-desnutrido tuvieron respectivamente un peso de 5.9 g. y 5.8 g., sin existir diferencia estadística importante ("t" = 1.1, "p" mayor que 0.05); los otros dos grupos acusaron promedios más bajos que el correspondiente a las crías nacidas de ratas alimentadas a libre demanda durante las dos fases del estudio.

Ordenados los grupos de acuerdo con la magnitud del promedio de peso corporal registrado poco antes del sacrificio, se aprecia en el cuadro 3 la amplia divergencia ponderal de las camadas procedentes de las ratas a las que se les brindó el alimento sin ningún límite, antes y después del nacimiento de sus crías, y el peso correspondiente a las nacidas de las ratas sujetas a la dieta restringida en cantidad. En tanto que el peso promedio de las primeras fue de 43.3 g., en las otras fue de 13.5 g. Entre estas dos cifras extremas se situaron los pesos de las crías que estuvieron alternativamente bajo el efecto indirecto de las dos conductas dietéticas. Cabe hacer notar que a pesar de que las camadas del grupo desnutrido estuvieron amamantadas por las ratas bien alimentadas, su peso al momento de ser sacrificadas era sólo de 29.3 g. Todos

Fig. 2. Correlación entre el peso corporal y la longitud del intestino en los cuatro grupos de ratas. a) Nutrido-nutrido. b) Nutrido-desnutrido. c) Desnutrido-nutrido y d) Desnutrido-desnutrido.



Cuadro 2. Peso corporal de las crías al momento de nacer

Grupos	n	Peso corporal (g)	Valor de "t"
Nutr-nutr	22	5.9 ± 0.49	—
Nutr-desnt	17	5.8 ± 0.39	1.1
Desnt-nutr	40	5.2 ± 0.16	6.6**
Desnt-desnt	14	5.1 ± 0.15	7.9**
Valor de "F"		32.4**	

*Al comparar el promedio del grupo nutr-nutr con respecto a cada uno de los otros.

**"p" 0.01.

estos promedios mostraron una discrepancia importante con respecto al grupo nutrido-nutrido y el análisis de varianza demostró que ellos eran diferentes entre sí ("F" = 20.5, "p" menor de 0.01).

La longitud del intestino se comportó de manera semejante al peso corporal. Los promedios de los grupos nutrido-nutrido y desnutrido-desnutrido fueron respectivamente el más alto y el más bajo; el primero fue de 82.4 cm. y el segundo de 45.5 cm.; entre estas cifras se situaron los otros dos promedios. También mantuvieron una diferencia estadísticamente importante con respecto al grupo nutrido-nutrido y el análisis de varianza demostró diferencia notoria entre los promedios. La figura 1 ilustra acerca de la equivalencia porcentual de la longitud media del intestino en los cuatro grupos; el acortamiento observado, con respecto al promedio registrado en el grupo testigo, fue de 17, 28 y 45 por ciento.

La longitud del intestino mantuvo estrecha correlación con el peso corporal; la figura 2 permite observar la magnitud de los coeficientes obtenidos en cada grupo, siendo todos ellos significativos. En la misma ilustración aparecen las ecuaciones de regresión a la línea recta, apreciándose que las pendientes de incremento en centímetros de intestino por cada gramo de peso, variaron entre 0.78 mm. y 1.02 mm.

Discusión

El experimento se diseñó de tal manera que permitiese observar el efecto de la desnutrición sobre la longitud del intestino, durante etapas biológicas en que el volumen corporal registra un mayor incremento a expensas de la proliferación celular.⁹

Durante esta fase de crecimiento por hiperplasia, la velocidad con que se realiza la división celular, depende del aporte de nutrimentos a nivel tisular.^{10, 11} Por esta razón es explicable la disminución en el peso y en el número de células de diversos tejidos, de ratas

recién nacidas procedentes de madres sujetas a restricciones dietéticas durante la gestación.^{7, 12-14}

Considerando el peso corporal al nacer como indicador de la condición nutricional prevalente en la fase intrauterina, cabe aceptar que en el presente estudio las camadas procedentes de las ratas sujetas a la restricción dietética, tuvieron un peso significativamente menor por el hecho de haberse encontrado desnutridas.

Por otra parte, en modelos de experimentación animal,¹⁴ se ha comprobado que si la desnutrición se establece de manera continuada durante la fase pre y postnatal, el efecto aditivo adquiere mayor trascendencia sobre la estructura somática de las crías; bajo esta circunstancia se ha observado reducción en el número de células del cerebro equivalente a 60 por ciento, mientras que en animales desnutridos exclusivamente en una de estas fases, se registra descenso sólo de 15 a 20 por ciento.

Sin pretender explicar estos hallazgos por un decremento en el número de células de los tejidos que conforman el intestino, este argumento es congruente con la observación de que los productos desnutridos in utero mostraron al término del estudio diferencias significativas en el peso y en la longitud del intestino, a pesar de que algunas camadas fueron ulteriormente amamantadas por ratas bien alimentadas.

No menos importante fue la suma de los efectos de la desnutrición cuando estuvo presente antes y después del nacimiento; en las crías sujetas a esta condición, el peso medio corporal fue de sólo un tercio del correspondiente al grupo control, mientras que la longitud del intestino se redujo a casi la mitad de la registrada en este mismo grupo.

El acortamiento del intestino implica disminución de la superficie de absorción,¹⁵ por lo cual es interesante reconocer que la longitud mantuvo estrecha correlación con el peso. Así pues, al menos en la rata, a menor peso corporal por desnutrición, cabe suponer existe una área intestinal reducida para la función de absorción.

REFERENCIAS

1. Stanfield, J. P.; Hutt, M. S. R. y Tunnicliffe, R.: *Intestinal biopsy in kwashiorkor*. *Lancet* 2: 519, 1965.
2. James, W. P. T.: *Effects of protein-calorie malnutrition on intestinal absorption*. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 176: 244, 1971.
3. Cuéllar, A.: *La desnutrición y el intestino delgado*. En: *Nuevos conceptos sobre viejos aspectos de la desnutrición*. México, Academia Mexicana de Pediatría, 1973, p. 149.
4. García, S.: *Malabsorption and malnutrition in Mexico*. *Amer. J. Clin. Nutr.* 21: 1066, 1968.
5. Deo, D. G. y Ramalingaswami, V.: *Reaction of the small intestine to induced protein malnutrition in Rhesus monkeys. A study of cell population kinetics in the jejunum*. *Gastroenterology* 49: 150, 1965.
6. Brunser, O.; Reid, A.; Mönckeberg, F.; Maccioni, A. y Contreras, I.: *Jejunal biopsies in infant malnutrition, with special reference to mitotic index*. *Pediatrics* 38: 605, 1966.

Cuadro 3. Peso corporal y longitud del intestino al momento de sacrificar las crías

Grupos*	n	Peso corporal (g.)	Valor de "t"***	Longitud del intestino (cm.)	Valor de "t"***
Nutr-nutr	22	43.3 ± 7.7	—	82.4 ± 7.5	—
Desnt-nutr	40	29.3 ± 6.9	7.1*	68.2 ± 8.3	7.0*
Nutr-desnt	17	21.8 ± 5.2	10.4*	59.6 ± 7.9	9.2*
Desnt-desnt	14	13.5 ± 4.8	14.3*	45.5 ± 5.2	17.5*
Valor de "F"		20.5*		70.7*	

*Ver cuadro anterior.

**Al comparar el promedio del grupo Nutr-nutr con respecto a cada uno de los otros.

***p = 0.01.

- Vega-Franco, L.; Jiménez, E. y Pineda, Y. A.: *Efecto de la desnutrición fetal sobre la actividad de las disacaridasas*. CAC, MÉD. MÉX. 109: 261, 1975.
- Walker, H. M. y Lev, J.: *Statistical inference*. Nueva York. H. Holt and Co. 1953.
- Smith, D. W.: *Growth and its disorders*. Filadelfia, W. B. Saunders Co. 1977, p. 1.
- Winick, M. y Noble, A.: *Cellular response in rats during malnutrition at various ages*. J. Nutr. 89: 300, 1966.
- Winick, M. y Noble, A.: *Cellular response with increased feeding in neonatal rats*. J. Nutr. 91: 179, 1967.
- Zeman, F. J. y Stanbrough, E. C.: *Effects of maternal protein deficiency on cellular development in the fetal rat*. J. Nutr. 99: 274, 1969.
- Zamenhof, S.; Van Marthens, E. y Margolis, F. L.: *DNA (cell number) and protein in neonatal brain: alterations by maternal dietary protein restriction*. Science 160: 322, 1968.
- Winick, M.: *Cellular changes during placental and fetal growth*. Amer. J. Obstet. Gynec. 109: 166, 1971.
- Wilson, T. H.: *Intestinal absorption*. Filadelfia, W. B. Saunders Co., 1962.