

Coprofagia en ratas alimentadas con dietas de diferente valor proteico*

HECTOR ARAYA, JULIA ARAYA, ANTONIO NEGRETE
y MARIA ANGELICA TAGLE

..Unidad de Nutrición Básica, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina,..
Universidad de Chile

RESUMEN

Se presenta un dispositivo diseñado por nosotros para prevenir la coprofagia. Ratas de nuestro stock, cuyos pesos fluctuaban entre 56 y 200 g, se dividieron en tres grupos y se alimentaron con dietas: a) apteica; b) de caseína con 4 NDpCal%, y c) de caseína con 10 NDpCal%. Cada grupo se subdividió en dos: en la mitad de los animales se previno la coprofagia. Cuando se evitó la coprofagia con las tres dietas se observaron hechos similares: 1. disminuyó la ingesta de dieta, especialmente en el caso de la dieta de alto valor proteico, donde el subgrupo con dispositivo (sin coprofagia) consumió en promedio 57% con relación al que practicó coprofagia; 2. aumentó la excreción de nitrógeno fecal, referida a la dieta ingerida; 3. aumentó la cantidad de heces, expresadas como g deposiciones secas/100 g dieta seca ingerida y 4. en las dietas proteicas aumentó la concentración de N en las heces.

Pocos investigadores se han preocupado de estudiar la importancia cualitativa y cuantitativa que la coprofagia tiene en la nutrición de la rata. Sin embargo, el rol de la microflora ha sido demostrado en diferentes trabajos (1): una fracción de los productos metabólicos de la flora se absorbe directamente en el tracto intestinal y otra porción de la propia flora y sus metabolitos ingresa al organismo por ingestión de materia fecal.

Este fenómeno, la coprofagia, fue observado por primera vez por Osborne y Mendel, en 1911 (2); le sucedieron una se-

* Presentado a la 3ª Reunión Científica de SLAN, Guatemala, Septiembre ,1972.
Recibido: 19-12-1972.

rie de trabajos (3-8) que se refieren fundamentalmente al estudio de los requerimientos de ciertas vitaminas del complejo B en la rata y al efecto beneficioso que la coprofagia ejerce sobre ellos.

En 1957, Barnes et al. (9) publicaron la primera cuantificación de coprofagia en la rata. Posteriormente en la literatura solo aparecen trabajos aislados sobre el tema (10-12); sin embargo, hay conciencia que la coprofagia, fenómeno poco conocido, natural en la rata y difícilmente cuantificable, introduce un factor de complicación que puede inducir a interpretaciones erróneas en cierto tipo de experiencias nutricionales.

En un ensayo anterior, con ratas alimentadas con dieta aprroteica, habíamos encontrado que la coprofagia ascendía al 49% del total de las heces emitidas (13). En esta oportunidad estudiamos la coprofagia en animales de diferentes pesos y edades, alimentados con dieta aprroteica y dietas de caseína de distinto valor proteico (4 y 10 NDpCal%), empleando como parámetros la excreción de heces y nitrógeno fecal. Además, presentamos un sistema simple, ideado por nosotros, destinado a la prevención de la coprofagia en la rata.

EXPERIMENTAL

Experiencia 1: Determinación de nitrógeno fecal endógeno.

25 ratas de nuestro stock, cuyos pesos fluctuaron entre 61 y 200 gramos, cubriendo el rango de pesos usualmente empleado en nuestras experiencias, se colocaron en jaulas individuales de malla metálica y se alimentaron *ad-libitum* con dieta aprroteica (14), durante dos días como período de acostumbamiento. En los tres días siguientes que correspondían al estudio propiamente tal, se realizó un control estricto de la dieta ingerida, del peso corporal y se recogieron las heces. Se usó carmín como marcador de deposiciones y se determinó el tiempo de pasaje a través del tracto gastrointestinal (8 horas). El nitrógeno en dietas y heces previamente secadas en estufa a 105° C hasta peso constante, se determinó por el método de Kjeldahl, usando el destilador Markham (15).

Experiencia 2: Efecto de la prevención de coprofagia sobre la excreción de nitrógeno fecal endógeno.

Se emplearon 22 ratas cuyos pesos fluctuaron entre 56 y 179 gramos. Se siguió el mismo procedimiento que en la experiencia 1, con la diferencia del uso de un dispositivo (Figura 1), destinado a prevenir la coprofagia. Este dispositivo impide los movimientos de giro del animal, evitando así el acceso a sus deposiciones en el momento de la emisión, todas las heces caen hacia una bandeja a través de una rejilla que las deja pasar libremente.

Experiencia 3: Coprofagia en ratas alimentadas con dietas de caseína con 4 y 10 NDpCal%.

Sesenta ratas cuyos pesos fluctuaron entre 63 y 111 gramos se dividieron en dos grupos alimentados con dietas de caseína con 4 y 10 NDpCal% (16). Cada grupo se subdividió en dos: la mitad de los animales con dispositivo para prevenir la coprofagia, y la mitad sin él. El detalle experimental corresponde al de las experiencias anteriores.

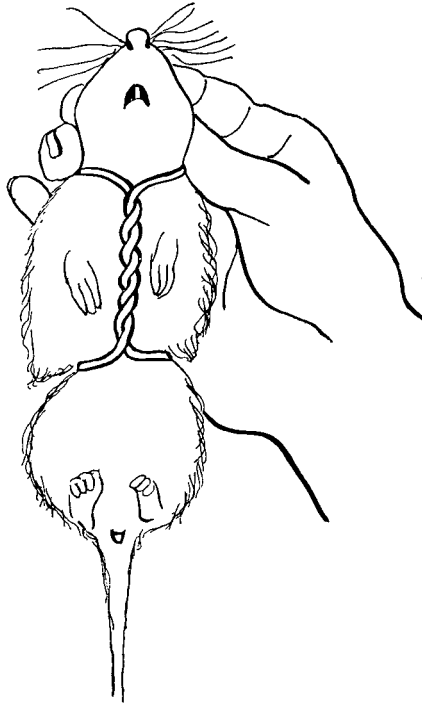


Figura 1. Dispositivo para prevenir coprofagia en la rata.

TABLA 1

INGESTA DE DIETA Y NITROGENO, Y PESO DE DEPOSICIONES EN RATAS ALIMENTADAS CON DIETA APROTEICA Y CON DIETAS DE CASEINA CON 4 Y 10 ND_pCAL%, CON Y SIN DISPOSITIVO PARA PREVENIR COPROFAGIA

Dieta	Dispositivo	Ingesta ^{°°}		Deposición [°]	
		dieta g/día	nitrógeno mg/día	g/día	g/100g dieta
—	sin	6.19 ± 0.29	—	0.87 ± 0.04	13.68 ± 0.41
—	con	5.42 ± 0.31	—	1.20 ± 0.14*	14.06 ± 0.38
4	sin	6.44 ± 0.27	58.18 ± 2.22	0.85 ± 0.03	13.39 ± 0.10
4	con	5.13 ± 0.59*	47.20 ± 5.50	0.65 ± 0.07***	14.68 ± 0.53*
10	sin	10.02 ± 0.34	441.6 ± 6.07	1.16 ± 0.18	11.54 ± 0.59
10	con	5.75 ± 0.33**	264.00 ± 12.10**	0.76 ± 0.06*	12.32 ± 0.59

[°] Deposiciones secas

^{°°} Dieta seca ingerida

* p < 0.05

** p < 0.001

*** p < 0.02

RESULTADOS Y COMENTARIOS

La ingesta promedio fue mayor en los grupos de ratas sin dispositivo (Tabla 1); la diferencia entre la ingesta de los animales en que se permitió la coprofagia y la de aquellos en que se la previno resultó como promedio 14.0% con dieta apteica, 25,5% con caseína 4 NDpCal% y 74.2% con caseína 10 NDpCal%. Es decir, a medida que mejora el valor proteico de la dieta la diferencia se acentúa. La tendencia de estos resultados concuerda con lo informado por Barnes y cols. (10) y Stillings y cols. (12), aunque la magnitud de las diferencias es mayor en nuestro caso.

Al comparar los promedios de deposiciones recogidas (g/rata/día) de los grupos alimentados con dietas apteicas, se puede observar que en el grupo con dispositivo la cantidad de fecas corresponde al 128% con relación a las del grupo sin dispositivo. Estos valores aseverarían la existencia de coprofagia e informarían acerca de su magnitud. Este hecho no se observa al comparar los animales alimentados con caseína, por el contrario, los gramos de heces recogidas resultaron inferiores en los grupos en que se previno la coprofagia.

Es bastante difícil comparar adecuadamente estas cifras, ya que concomitantemente existen variaciones en la ingesta. En busca de una mejor expresión se relacionó la cantidad de fecas con la dieta ingerida (Tabla 1). Puede observarse que en todos los grupos con dispositivo la cifra alcanzó valores algo mayores que en sus homólogos sin dispositivo, logrando significancia solo en caso de la dieta con 4 NDpCal%.

Si se asume que la relación heces emitidas —dieta ingerida que se determina en el grupo con dispositivo es característica de una determinada condición dietaria y se la aplica a la ingesta del grupo que consume la misma dieta, pero no lleva dispositivo, se llegaría a una estimación de la cantidad de heces que se habría recogido al no existir coprofagia. Al comparar esa cifra con la determinada experimentalmente, se estaría cuantificando coprofagia (Tabla 2).

Queda en claro que la coprofagia solo es importante en el caso de alimentar con dieta apteica (37%); es inexistente al barajar los datos de la dieta con 4 NDpCal%, y alcanza a 12% con la dieta de mejor valor proteico. Hay que considerar

TABLA 2
CANTIDAD PROMEDIO DE DEPOSICIONES RECOGIDAS (g/rata/día)
Y CALCULO ESTIMATIVO DE COPROFAGIA EN RATAS SIN
DISPOSITIVO

Dieta	Deposiciones		Coprofagia
	experimental	calculado	
Aproteica	0.87	1.37	0.50
4 NDpCal%	0.85	0.82	—
10 NDpCal%	1.16	1.32	0.16

que al trabajar esta expresión se está haciendo uso solo de los promedios de los grupos.

Si se consideran en conjunto las dos últimas expresiones de la Tabla 1 y el cálculo estimativo de la coprofagia (Tabla 2), se podría plantear que la coprofagia existió en nuestras tres condiciones dietarias, siendo importante solo al alimentar con dieta apteica.

La Tabla 3 muestra que la excreción de nitrógeno fecal (mg/día) fue similar en ambos grupos alimentados con dieta apteica; con las dietas de caseína fue mayor para los animales sin dispositivo, diferencias que en gran medida podrían atribuirse a las diferentes ingestas. Bastante más clara es la expresión del N fecal con relación a la cantidad de dieta consumida (mg/g): aparece una franca diferencia a favor de los grupos con dispositivo frente a sus homólogos dietarios; en los tres casos hubo diferencias estadísticamente significativas. Los animales que usaron dispositivo disminuyeron la ingesta de dieta, hecho que podría interpretarse como stress. Sin embargo, esta disminución queda obviada al expresar los resultados por gramo de dieta seca ingerida. El nitrógeno endógeno fecal informado por nosotros, rango de 2.41 a 3.54 mg/g dieta, se compara bien con los valores obtenidos por Bosshardt y Barnes (18), 2.17 a 3.23 mg/g dieta, a partir de dietas con distintas proteínas.

Si el N fecal se expresa como mg/g de heces, las ratas alimentadas con dieta apteica se comportan diferentemente de las que consumieron dietas de caseína; en éstas, siempre que se previno la coprofagia, la excreción aumentó significativa-

TABLA 3

NITROGENO FECAL EN RATAS ALIMENTADAS CON DIETA APROTEICA Y CON DIETAS DE CASEINA CON 4 Y 10 NDpCal%, CON Y SIN DISPOSITIVO PARA PREVENIR COPROFAGIA

Dieta	Dispositivo	mg/día	Nitrógeno fecal mg/g dieta [°]	mg/g heces ^{°°}
—	sin	13.44 ± 0.86	2.41 ± 0.10	17.56 ± 0.50
—	con	13.99 ± 0.77	2.74 ± 0.09**	14.09 ± 1.08**
4	sin	15.28 ± 0.70	2.46 ± 0.12	18.00 ± 0.38
4	con	13.78 ± 1.37	3.54 ± 0.40***	22.10 ± 1.53***
10	sin	26.48 ± 1.40	2.57 ± 0.71	22.30 ± 0.53
10	con	18.99 ± 1.03*	3.16 ± 0.15*	26.00 ± 1.08****

[°] Dieta seca ingerida

^{°°} Heces secas

* p < 0.001

** p < 0.02

*** p < 0.05

**** p < 0.01

mente, hecho que concuerda con los resultados de Stillings y cols. (12), y se explicarían por la ausencia del reciclaje de las fecas.

Cuando se evita la coprofagia en las ratas, se emplean dispositivos que de alguna manera impiden el acceso del animal a sus deposiciones en el momento de emitir las. En los primeros estudios Geyer y cols. (17) y Barki y cols. (1) se previno la coprofagia inmovilizando prácticamente en forma completa a la rata, mediante jaulas diseñadas especialmente, pero que creaban condiciones demasiado artificiales y forzadas. Posteriormente, Barnes y cols. (9) utilizaron un dispositivo que cubre el ano y la cola del animal. Este dispositivo está sostenido firmemente en el cuerpo por un collar que está atado a la cola, y que debe cambiarse semanalmente, lo que crea una serie de problemas operacionales. El dispositivo usado en nuestras experiencias para prevenir coprofagia se presenta en Figura 1. Está fabricado de un alambre semirígido forrado en material plástico y consiste en 2 círculos unidos por un alambre que se ubica a lo largo del tórax y abdomen, impidiendo la curvatura de la columna y por lo tanto el acceso a las deposiciones en el momento de la emisión. Las ventajas de nuestro sistema sobre los anteriores son su simplicidad, bajo costo y fácil manejo, haciendo más factible abordar experiencias que antes resultaban bastante complejas. Este es importante ya que la coprofagia debe tenerse en cuenta en la interpretación de algunos estudios nutricionales, especialmente en aquellos casos en que el material reciclado pueda introducir una nueva variable en el diseño experimental.

SUMMARY

Coprophagy in rats fed diets of different protein contents.

An original device to prevent coprophagy in the rat is presented. Rats from our stock, weighing from 56 to 200, were divided into three groups and fed on: a) non-protein diet; b) casein diet with 4 NDpCal%, and c) casein diet with 10 NDpCal%. Each group was divided into two halves and in one half coprophagy was avoided.

On the three diets, when coprophagy was prevented, we found: a decrease of the dietary intake, specially with the 10 NDpCal% casein diets; and increase of the faecal nitrogen excretion referred to the quantity of diet consumed; an increase of the quantity of faeces excreted, expressed as g dry faeces/100 g dry diet, and in the two protein diets, an increase in the nitrogen concentration in the faeces.

BIBLIOGRAFIA

1. Barki, V. H., P. H. Derse, R. A. Collins, E. B. Hart and C. A. Elvehjem. The influence of coprophagy on the biotin and folic acid requirements of the rat. *J. Nutr.* 37: 443-456, 1949.
2. Osborne, T. B. and L. B. Mendel. **Feeding experiments with insolated food substances.** Part II Carnegie Institution of Washington, Pub. N^o 156, part 2, 1911, p. 59.
3. Steenbock, H., N. T. Sell and E. M. Nelson. A modified technique in the use of the rat for the determination of vitamin B. *J. Biol. Chem.* 55: 399-410, 1923.
4. Salmon, W. D. Vitamin B in the excreta of rats on a diet low in this factor. *J. Biol. Chem.* 65: 457-462, 1925.
5. Smith, A. H., G. R. Cowgill and V. H. M. Croll. A note on the technique for studying vitamin B. *J. Biol. Chem.* 66: 15-21, 1925.
6. Guerrant, N. B., R. A. Dutcher and L. F. Tomey. The effect of the type of carbohydrate on the synthesis of the B vitamins in the digestive tract of the rat. *J. Biol. Chem.* 110: 233-243, 1935.
7. Elvehjem, C. A. Nutritional significance of the intestinal flora. *Federation Proc.* 7: 410-417, 1948.
8. Hötzel, D. and R. H. Barnes. Contributions of the intestinal microflora to the nutrition of the host. *Vitamins and hormones.* 24: 115-171, 1966.
9. Barnes, R. H., G. Fiola, B. Mc Gee and A. Brown. Prevention of coprophagy in the rat. *J. Nutr.* 63: 489-498, 1957.
10. Barnes, R. H. E. Kruny and G. Fiola. Effects of the prevention of coprophagy in the rat. *J. Nutr.* 65: 251-258, 1958.
11. Thacher, E. J. and C. S. Brand. Coprophagy in the rabbit. *J. Nutr.* 55: 375-385, 1955.
12. Stillings, B. R. and L. R. Hackler. Effect of coprophagy on protein utilization in the rat. *J. Nutr.* 90: 19-24, 1966.
13. Pak, N., Donoso and M. A. Tagle. Excretion of allantoin in the rat. *Brit. J. Nutr.* (Por publicarse).
14. Araya, J., M. A. Tagle y G. Donoso. Caseína, harina de pescado y torta de maravilla en la recuperación de la rata precozmente desnutrida. I. Dietas de igual valor proteico suministradas ad libitum. *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 7: 73-81, 1968.
15. Markham, R. A. steam distillation apparatus suitable for micro-Kjeldahl analysis. *Biochem. J.* 36: 790-791, 1942.
16. Tagle, M. A. and G. Donoso. Effect of protein level on utilization of casein and gluten by weanling rats. *J. Nutr.* 93: 579-583, 1967.
17. Gayer, R. P., P. R. Gayer, P. H. Derse, T. Zinkin, C. A. Elvehjem and E. B. Hart. Growth studies with rats kept under conditions which prevented coprophagy. *J. Nutr.* 33: 129-142, 1947.