

Estudio de la motilidad gastrointestinal del pollo mediante rojo fenol

E. Goñalons, R. Rial y J. A. Tur

Departamento de Fisiología Animal
Facultad de Ciencias
Universidad de Palma de Mallorca
Islas Baleares (España)

(Recibido el 31 de marzo de 1982)

E. GOÑALONS, R. RIAL and J. A. TUR. *Chick Gastrointestinal Motility Measured by Means of Phenol Red*. Rev. esp. Fisiol., 39, 13-18. 1983.

Gastrointestinal motility of 24-hour-old chickens has been measured by means of Phenol red injected in the esophagus. The dye has been used as gastrointestinal transit tracer for lags of 0.5, 1, 2 and 4 hours.

The results show that the esophagus-crop, muscular stomach, ileum and rectum with caeca are the segments in which the main digestive process is performed, the remaining segments being involved in conduction between those formerly cited.

El tránsito de los alimentos en el tubo digestivo de las aves es un tema que, no obstante su interés y sus posibles aplicaciones prácticas, ha recibido escasa atención. Dejando aparte los primeros estudios realizados a principios de siglo (1, 2, 5, 12), el tema no aparece en la literatura hasta 1952 (3), en que se intenta el análisis mediante el uso de óxido de cromo como indicador del balance energético entre la ingesta y la eliminación fecal. En 1955 (6), un nuevo estudio utiliza una técnica de producción quirúrgica de ano artificial que evitase la mezcla en la cloaca de las excretas digestivas y urinarias. En 1956 (14), se realizaron otros estudios por medio de Estroncio⁹⁰-Ytrio⁹⁰, con lo que se pudo medir no sólo el tránsito intestinal, sino también la

incorporación de estos elementos al esqueleto.

Más modernamente, ROCHE *et al.* (9-11) han utilizado el método electromiográfico para conocer la actividad motora de segmentos aislados del tubo digestivo, habiendo obtenido resultados del mayor interés porque permiten el conocimiento de la diferenciación regional de la fisiología del tubo digestivo de las aves. No obstante su importancia, estos datos sólo pueden dar una medida indirecta de los movimientos reales de los nutrientes dentro de cada segmento. Por esta razón, GOÑALONS *et al.* (4) han puesto a punto, en el pollo de 24 horas, una técnica en la cual el rojo fenol, un colorante no absorbible ni metabolizable, sirve de indicador regional de la actividad de cada uno de

los diferentes segmentos del tubo digestivo. En este trabajo se describen los resultados de la aplicación de esta técnica a diferentes intervalos después de la ingestión del colorante.

Método experimental. Se han usado 55 pollitos de 24 horas de edad, con pesos comprendidos entre 39 y 46 g, de la raza Arbor Acres (híbrido de ♂ Cornish y ♀ White Rock)*. Desde el nacimiento se mantuvieron bajo una fuente de calor que les permitió temperaturas y actividad normales, y recibieron agua y alimento (dieta comercial) *ad libitum*.

Se ha usado el rojo fenol como indicador del tránsito por el tubo digestivo, disolviendo 0,7 mg del colorante en 1.000 ml de tampón de fosfatos ($\text{PO}_4\text{H}_2\text{Na}/\text{PO}_4\text{HNa}$, pH 7,26) isotónico con el plasma de los pollitos. Se utilizó como espesante gel de metil celulosa al 2 %.

Se hicieron dos series de experimentos. En la primera, el objetivo fue comprobar que el colorante no se metabolizaba ni absorbía. Para esto se perfundió el tubo digestivo de 5 animales con la mencionada solución, según el método de PONZ *et al.* (7). Se hicieron perfusiones en circuito cerrado, durante 10 minutos, y en circuito abierto tomando muestras seriadas, con un flujo de 2,5 ml/min en ambos casos. Como anestésico se usó pentobarbital sódico a una dosis de 45 mg/kg.

En la segunda serie de experimentos se hicieron 5 lotes de 10 animales, a todos los cuales se les administró 1 ml de la solución antes mencionada por medio de una cánula esofágica. A intervalos de 30 min, 1, 2 y 4 h después de la administración se sacrificaron los pollitos por inhalación de cloroformo. Se disecó el tracto digestivo y con él se hicieron 7 secciones, cortándolas entre dobles ligaduras y conservando su contenido. Las seccio-

nes fueron: (a) Esófago y buche, (b) *proventriculus* o estómago glandular, (c) *ventriculus* o estómago muscular, (d) asa duodenal, (e) intestino delgado, parte I (yeyuno), (f) intestino delgado, parte II (íleon), (g) recto y ciegos. Se hizo una fracción más con la cloaca y heces (h). El contenido de cada segmento se extrajo por el procedimiento descrito por GOÑALONS *et al.* (4) y se midió la concentración de rojo fenol colorimétricamente a 560 nm.

Se realizó un control sobre 10 animales que recibieron, mediante cánula oral, la solución de tampón de fosfatos y gel de metil celulosa mencionada anteriormente, con la diferencia de que en este caso no se incluyó el rojo fenol. Este grupo se sacrificó 1 hora más tarde y se midió la absorción de su contenido intestinal a 560 nm, expresándose los valores obtenidos como mg de rojo fenol.

Análisis de los resultados. En los experimentos de perfusión del tubo digestivo se usó estadística no paramétrica (test de la U de Mann-Whitney), y en los experimentos de análisis de la movilidad se usó estadística paramétrica (t de Student).

La Relación de Tránsito intestinal (R.T.) y el porcentaje de vaciamiento de cada segmento se determinaron según la definición de REYNELL y SPRAY (8).

Los tiempos de semivaciamiento (T_{50}), o tiempos necesarios para que un segmento dado se vacíe al 50 %, se calcularon por interpolación en la ecuación de la recta de regresión correspondiente a los puntos que expresaban el porcentaje de vaciamiento de cada segmento en el período de tiempo considerado.

Resultados

Estudio sobre la absorción y/o metabolismo del rojo fenol. Los resultados correspondientes al estudio sobre la po-

* Amablemente cedidos por el Dr. Martín Felani y el Dr. Antoni Rigo (PIEMA, S. A.).

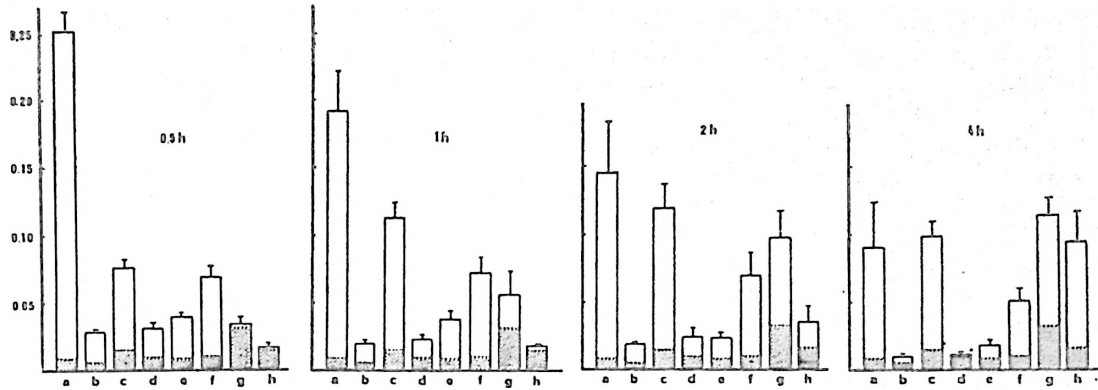


Fig. 1. Concentraciones de rojo fenol (mg/ml) $\pm$ error de la media halladas en diferentes segmentos del tubo digestivo del pollo, medidos a 0,5, 1, 2 y 4 h.

La porción sombreada representa los datos del grupo control y el resto del rectángulo el grupo experimental. Las letras representan el segmento considerado: (a) Esófago y buche, (b) estómago glandular, (c) estómago muscular, (d) asa duodenal, (e) intestino delgado, parte I (ye-yuno), (f) intestino delgado, parte II (íleon), (g) recto y ciegos, (h) cloaca y heces.

sible absorción y/o metabolismo del rojo fenol rindieron concentraciones, en mg/ml del colorante, de $0,638 \pm 0,025$ para la perfusión en circuito abierto y de $0,657 \pm 0,034$ para la perfusión en circuito cerrado; en tanto que para el control (antes de su paso por el tubo digestivo) resultó ser de $0,674 \pm 0,039$.

Los resultados del análisis estadístico proporcionaron un valor de $U = 5,5$ para el estudio con circuito abierto, y de $U = 7,5$ para el estudio con circuito cerrado, que no permiten rechazar la hipótesis nula ni siquiera con un nivel de certidumbre del 0,1 %, a pesar de que las recuperaciones fueron del 94,6 % y del 97,5 % para circuito abierto y cerrado, respectivamente.

Transporte de rojo fenol por el tubo digestivo. En la figura 1 se han representado los valores de recuperación de rojo fenol a las 0,5, 1, 2 y 4 h comparados con el fondo del contenido gastrointestinal medido sobre controles.

Estos resultados indican que los segmentos a, c, f, g y h almacenan la mayor parte del contenido gastrointestinal; entre todos ellos se contabiliza una canti-

dad de rojo fenol comprendida entre el 81,84 % (0,5 h) y el 91,96 % (4 h) del total recuperado en los cuatro experimen-

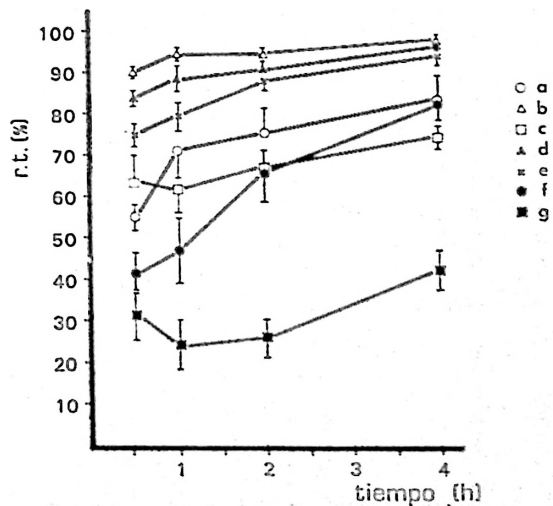


Fig. 2. Relaciones de tránsito (% R.T.) $\pm$ error de la media de cada uno de los segmentos gastrointestinales en función del tiempo.

Los segmentos se han representado con los mismos símbolos usados en la figura 1.

tos realizados, mientras que los restantes segmentos *b*, *d* y *e* sólo alcanzan una proporción comprendida entre el 18,5 % (0,5 h) y el 8,04 % (4 h).

En la figura 2 se han representado las relaciones de tránsito correspondientes a cada uno de los segmentos en función del tiempo. Estos resultados muestran relaciones de tránsito muy altas y sostenidas en el período de tiempo estudiado para los segmentos *b*, *d* y *e*. Por el contrario, los segmentos *a*, *c*, *f* y *g* tienen relaciones de tránsito inicialmente bajas; los segmentos *a* y *f* no alcanzan el 80 % hasta las 4 horas, mientras que los *c* y *g* ni siquiera llegan a este valor en el período de tiempo considerado.

El tiempo de semivaciado de cada uno de los mismos segmentos no ha sido calculado para los segmentos *a* y *b* porque este período era menor que el tiempo menor considerado (0,5 h) y, además,

porque en estas regiones los puntos de porcentaje de vaciamiento obtenidos fueron claramente no lineales, lo cual hubiera restado significación a los períodos de semivaciado calculados por interpolación. No obstante, los valores obtenidos (fig. 3) permiten ver que los intervalos mayores entre puntos consecutivos se encuentran correspondiendo al vaciamiento de los segmentos *f* (1,08 h) y *g* (4,12 h), lo que indica que estos segmentos son de vaciamiento lento.

Discusión

La elevada proporción de rojo fenol recuperado en el primer experimento, así como el análisis estadístico, permiten afirmar que esta sustancia no es absorbida ni metabolizada en proporciones significativas. Además, GOÑALONS *et al.* (4) demostraron que esta sustancia, a las concentraciones usadas, no modificaba de forma apreciable la motilidad del tubo digestivo de las aves, a pesar de su parecido con la fenoltaleína, que se ha usado como laxante. Por todo esto, el uso del rojo fenol como indicador de la motilidad gastrointestinal de estos animales parece hallarse bien fundamentado, y soporta las conclusiones que pueden extraerse de los resultados de la segunda serie de experimentos.

El elevado contenido de los segmentos *a* (esófago y buche), *c* (estómago muscular), *f* (íleon) y *g* (recto y ciegos), su baja relación de tránsito, y sus grandes intervalos de semivaciado relativos a segmentos vecinos son todos factores que se apoyan entre sí para suponer que estas regiones del tubo digestivo de los pollitos de un día son las que cumplen la mayor parte de las funciones digestivas, mientras que las restantes son, por el contrario, regiones en las cuales la función es esencialmente de conducción. Estos resultados amplían los hallados por GOÑALONS *et al.* (4) y también se confirman con los de ROCHE *et al.* (9-11).

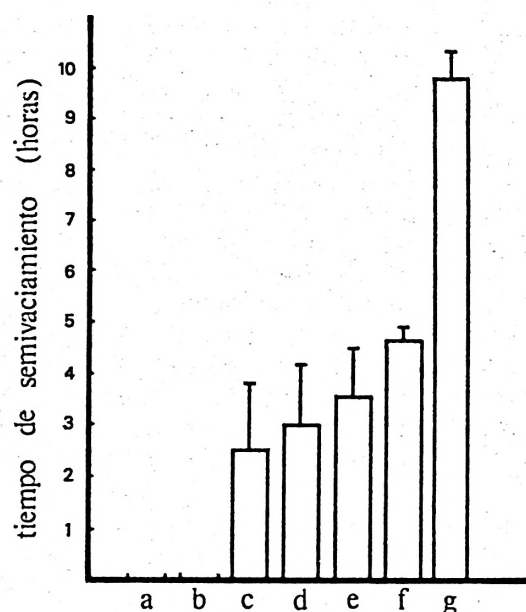


Fig. 3. Tiempo de semivaciado $\pm$ error de la media de cada uno de los segmentos gastrointestinales.

Los segmentos se han representado con los mismos símbolos usados en las figuras 1 y 2.

No se han diferenciado las proporciones relativas de cloaca y heces por la razón de que el vaciamiento cloacal no sólo es resultado de la función digestiva, sino que además obedece a funciones excretoras, y también porque la defecación es combinación en proporciones variables del vaciamiento rectal y cecal, siendo el primero resultado evidente de la función digestiva, en tanto que el segundo es resultado de funciones muy variadas (13).

Resumen

Se mide la motilidad gastrointestinal del pollito de 24 horas, por medio de la inyección de rojo fenol por cánula esofágica. El colorante ha sido usado como indicador del tránsito para períodos de 0,5, 1, 2 y 4 h.

Los resultados señalan que los segmentos esófago-buche, estómago muscular, ileon y el recto con sus ciegos, son las fracciones en las que se realiza la principal parte de la función digestiva, mientras que el resto del tubo digestivo se ocupa fundamentalmente del transporte entre las regiones antes citadas.

Bibliografía

1. ASHCRAFT, D. W.: *Am. J. Physiol.*, **93**, 105-110, 1930.
2. BROWNE, T. G.: *J. Comp. Pathol. Therap.*, **35**, 12-32, 1922.
3. DANSKY, L. M. y HILL, F. W.: *J. Nutrit.*, **47**, 449-459, 1952.
4. GOÑALONS, E., RIAL, R. y TUR, J. A.: *Poultry Sci.*, **61**, 581-583, 1982.
5. HENRY, K. M., MC DONALD, A. J. y MAGEE, H. E.: *J. Exp. Biol.*, **10**, 153-171, 1933.
6. IMABAYASHI, K., KAMETAKA, M. y HATANNO, T.: *Toh. J. Agric. Res.*, **6**, 99-116, 1955.
7. PONZ, F., ILUNDAIN, A. y LLUCH, M.: *Rev. esp. Fisiol.*, **35**, 97-104, 1979.
8. REYNELL, P. C. y SPRAY, G. H.: *J. Physiol.*, **131**, 452-462, 1956.
9. ROCHE, M.: *Cah. Méd. Vétér.*, **42**, 259-271, 1973.
10. ROCHE, M.: *Ann. Rech. Vétér.*, **5**, 295-309, 1974.
11. ROCHE, M. y RUCKEBUSCH, Y.: *Am. J. Physiol.*, **235**, E670-E677, 1978.
12. SHAW, T. P.: *Am. J. Physiol.*, **31**, 439-446, 1913.
13. STURKIE, P. D.: En «Fisiología Aviar». Acribia, Zaragoza, 1968, pp. 223-231.
14. THORNTON, P. A., SCHAIBLE, P. J. y WOLTERINK, L. F.: *Poultry Sci.*, **35**, 1055-1060, 1956.

