

DEPARTAMENTO INTERFACULTATIVO DE FISILOGIA ANIMAL
UNIVERSIDAD DE GRANADA

Director del Departamento: Prof Dr. MARIA A. LOPEZ

“MOVIMIENTO E INTERCAMBIO DE CLORURO Y
BICARBONATO EN ILEON Y YEYUNO DE CONEJO”

CAMPOS, M. S., GOMEZ, R., GARCIA, J. A. y MURILLO, A.

RESUMEN

Se estudia en ileon y yeyuno de conejo el movimiento de cloruro y bicarbonato.

El transporte de cloruro depende estr intraluminal, absorbiéndose desde niveles inferiores a tanto en ileon terminal como en yeyuno proximal, pero el proceso de absorción es más intenso y ocurre desde niveles más bajos en el ileon terminal. Simultáneament superiores a los plasmáticos, descendiendo la excreción a medida que aumenta la concentración intraluminal, hecho que también ocurre en la región yeyunal, si bien, la excreción de bicarbonato a este nivel solo tiene lugar hasta concentraciones del mismo ,ligeramente superiores a las plasmáticas.

Existe una interrelación recíproca entre los movimientos de cloruro y bicarbonato, patente en ileon y menos intensa en yeyuno.

SUMMARY

The chloride and bicarbonate movement in ileum and jejunum has been studied.

The chloride transport is closely related with the intraluminal concentration, and it is absorbed from levels lower than plasmatic ones in terminal ileum and proximal jejunum, but the absorption process is stronger in terminal ileum. Simultaneously the bicarbonate ion is excreted until levels higher than the plasmatic ones and the excretion decreases when the intraluminal concentration increases, this occurs also in jejunal

segment, although the bicarbonate excretion in this segment only takes place until concentrations lightly greater than the plasmatic levels.

A reciprocal relationship was found between the chloride and bicarbonate movements, more obvious in ileum than in jejunum.

INTRODUCCION

La transferencia de cloruro y bicarbonato en los distintos niveles del tracto gastrointestinal ha sido hasta el momento objeto de investigación poco intensa. Entre los datos bibliográficos llama la atención la excreción activa de bicarbonato, intercambiado por cloruro, observado por Wilson y Kazyak (1) en ileon de rata y hamster. El significado funcional de este hecho no ha sido definitivamente aclarado, pero si el intercambio intestinal de cloruro y bicarbonato, es, en condiciones fisiológicas, un proceso de cierta intensidad, podría ser parte de un conjunto de mecanismos encaminados a mantener el pH en el intestino grueso de herbívoros no rumiantes, a pesar de la formación de grandes cantidades de ácidos grasos en esta región intestinal, junto con la secreción de jugo pancreático constante y elevada en estas especies, así como la bilis, que pueden proporcionar, dado su alto contenido en bicarbonato, un sistema tampón.

El hecho de que sea precisamente la porción terminal del ileon, que precede al ciego, la que tiene capacidad de excretar bicarbonato, como se ha demostrado en algunas especies, puede ser muy significativo. En el estudio de este proceso de excreción intestinal de bicarbonato en intercambio con el ión cloruro, se centra el objeto del presente trabajo.

MATERIAL Y METODOS

Se han realizado un total de cuatro experimentos (A, B, C y D) utilizando en cada uno de ellos un lote de 10 conejos, machos, de raza castellana, de peso medio 1.700 gramos. A los animales se les retiró la comida, pero no el agua, 24 horas antes de comenzar los experimentos.

La anestesia se practicó via intravenosa, con etil uretano al 20%, en la vena marginal de la oreja. Posteriormente se practicó laparotomía media, y manejándose con cuidado el paquete

intestinal se localizó yeyuno proximal a partir del ángulo de Treitz en sentido caudal y el ileon terminal a partir de la válvula ileocecal en sentido craneal, según el caso. Las asas intestinales tenían una longitud de 25 cm, introduciéndose en ambos extremos del asa sendos tubos de polivinilo de diámetro similar al de la luz intestinal, que se ajustaron al intestino con lino del 0.

Los animales así preparados se colocaron en una cámara termorregulada a 38°C. El resto del experimento se realizó siguiente la técnica de SOLS y PONZ (2), introduciendo 25 ml de la solución a ensayar, manteniéndola 30 minutos y lavando con solución isotónica de glucosa.

Las soluciones empleadas en el experimento A: R₁, R₂, R₃ y R₄ contenían 27, 58,85 y 154 mEq/l de Na⁺ y 3,34,66 y 132 mEq/l de Cl⁻ respectivamente, no contenían K⁺ y la concentración de CO₃H⁻ era de 22 mEq/l y la de PEG 4.000 2g/l en todas ellas y estaban isotonizadas con manitol.

Las soluciones empleadas en el experimento B: R₅, R₆, R₇, R₈, R₉ y R₁₀ contenían 89, 96, 135, 165, 187 y 195 mEq/l de Na⁺ y 25,20,14,7,3 y 0 mEq/l de CO₃H⁻ respectivamente no contenían K⁺ y la concentración de Cl⁻ era 98 mEq/l y la de PEG 4.000 2 g/l en todas ellas; estaban isotonizadas con manitol. Las soluciones empleadas en los experimentos C y D; R₁₁, R₁₂, R₁₃ y R₁₄ contenían 154 mEq/l de Na⁺, 9 mEq/l de K⁺ y 2 g/l de PEG 4.000 todas ellas; 160, 140, 99 y 0 mEq/l de Cl⁻ y 6,26,62 y 164 mEq/l de CO₃H⁻ respectivamente.

El cloruro y bicarbonato se determinaron por volumetría potenciométrica, con NO₃ Ag el primero y con ClH el segundo.

La determinación de PEG 4.000 se realizó por la técnica de HYDEN (3).

RESULTADOS Y DISCUSION

Es bien conocido que el transporte de Cl⁻ a través de la pared intestinal, depende estrechamente de la concentración intraluminal del mismo; cuando el Cl⁻ se encuentra ausente o en pequeñas cantidades, ocurre en ileon terminal de conejo una enterosorción de dicho ión; y para concentraciones más altas ocurre una absorción que varía paralelamente a la concentración intraluminal; hecho que sucede cuando se mantie-

ne constante la concentración de CO_3H^- , variando la de Cl^- (Tabla I, Exp. A), como cuando varían las concentraciones de ambos aniones (Tabla II). Relación que tiene lugar también a nivel de yeyuno (Tabla II). Este hecho ha sido observado por diversos autores (4, 5, 6).

TABLA I.—INTERCAMBIO DE CLORURO Y BICARBONATO EN ILEON TERMINAL DE CONEJO

Solución	(*) Intercambio de Cl^- mEq	(*) Intercambio de CO_3H^- mEq
EXPERIMENTO A		
R ₁	-0,46 ± 0,05	+0,17 ± 0,04
R ₂	+0,05 ± 0,01	-0,03 ± 0,02
R ₃	+0,41 ± 0,08	-0,27 ± 0,08
R ₄	+0,84 ± 0,02	-0,28 ± 0,08
EXPERIMENTO B		
R ₅	+0,50 ± 0,20	-0,32 ± 0,07
R ₆	+0,48 ± 0,18	-0,18 ± 0,04
R ₇	+0,32 ± 0,16	-0,14 ± 0,03
R ₈	+0,10 ± 0,03	+0,05 ± 0,02
R ₉	-0,13 ± 0,05	+0,26 ± 0,07
R ₁₀	-0,28 ± 0,16	+0,31 ± 0,09

Las soluciones R₁, R₂, R₃ y R₄, contienen 3,34,66 y 132 mEq/l de Cl^- y todas ellas contienen 22 mEq/l de CO_3H^- .

Las soluciones R₅, R₆, R₇, R₈, R₉ y R₁₀, contienen 25,20,14,7,3 y 0 mEq/l de CO_3H^- y todas ellas contiene 98 mEq/l de Cl^- .

(*) Valores medios de 10 animales. El signo (+) indica absorción y el signo (-) excreción.

Por otra parte, la absorción de Cl^- a través del intestino delgado de conejo tiene lugar siempre a partir de niveles intraluminales inferiores a los plasmáticos, 57 mEq/l para ileon y 72 mEq/l para yeyuno; lo que puede apoyar la opinión de diversos autores (7, 8, 9, 10) que afirman que el movimiento de Cl^- es un proceso activo. Además hay que hacer constar que la absorción de Cl^- ocurre desde niveles más bajos y con mayor intensidad en la región ileal que yeyunal, al igual que se ha demostrado en perro (11) y rata (12).

TABLA II.—INTERCAMBIO DE CLORURO Y BICARBONATO EN
INTESTINO DELGADO DE CONEJO
EXPERIMENTOS C Y D

Solución	(*) Intercambio de Cl ⁻ mEq		(*) Intercambio de mEq	
	ileon distal	yeyuno proximal	ileon distal	yeyuno proximal
R ₁₁	+0,55 ± 0,05	+0,38 ± 0,14	-0,35 ± 0,05	-0,21 ± 0,03
R ₁₂	+0,53 ± 0,03	+0,36 ± 0,21	-0,32	-0,11 ± 0,02
R ₁₃	+0,18 ± 0,09	+0,03 ± 0,01	-0,06 ± 0,03	+0,05 ± 0,03
R ₁₄	-0,34 ± 0,02	-0,37 ± 0,04	+0,60 ± 0,07	+0,94 ± 0,24

Las soluciones R₁₁, R₁₂, R₁₃ y R₁₄, contienen 160, 140, 99 y 0 mEq/l de Cl⁻ y 6, 26, 62 y 164 mEq/l de CO₃H⁻ respectivamente.

(*) Valores medios de 10 animales. El signo (+) indica absorción y el signo (-) excreción.

En ileon terminal de conejo, el CO₃H⁻ se excreta para concentraciones intraluminales superiores a las plasmáticas y disminuye su excreción al aumentar la concentración intraluminal, invirtiendo su movimiento hacia la absorción cuando su concentración alcanza niveles muy superiores a los del plasma (164 mEq/l) (Tabla II). Correlación inversa que se lleva a cabo en los experimentos B y C realizados, aunque es más patente cuando las soluciones contienen cantidades de Cl⁻ y CO₃H⁻ decrecientes y crecientes respectivamente (Exp: C) que se excreta CO₃H⁻ hasta niveles de 70 mEq/l (Fig. 1). A nivel yeyunal también se observa esta correlación entre concentración intraluminal y movimiento de CO₃H⁻ (Tabla II).

Los niveles de Cl⁻ lumbinales afectan el movimiento de este anión (CO₃H⁻), y así para soluciones con concentración de CO₃H⁻ constante y creciente de Cl⁻ la transferencia de CO₃H⁻ a través del ileon terminal de conejo varía en relación al nivel de Cl⁻, aumentando la absorción de Cl⁻ y la excreción de CO₂H⁻ al elevarse la concentración intraluminal del anión Cl⁻ (Tabla I. Exp. A). Asimismo, la presencia de Cl⁻ en el medio es imprescindible para que se excrete CO₃H⁻, afirmación que coincide con los resultados de HUBEL (13) en la rata. En la región yeyunal, la

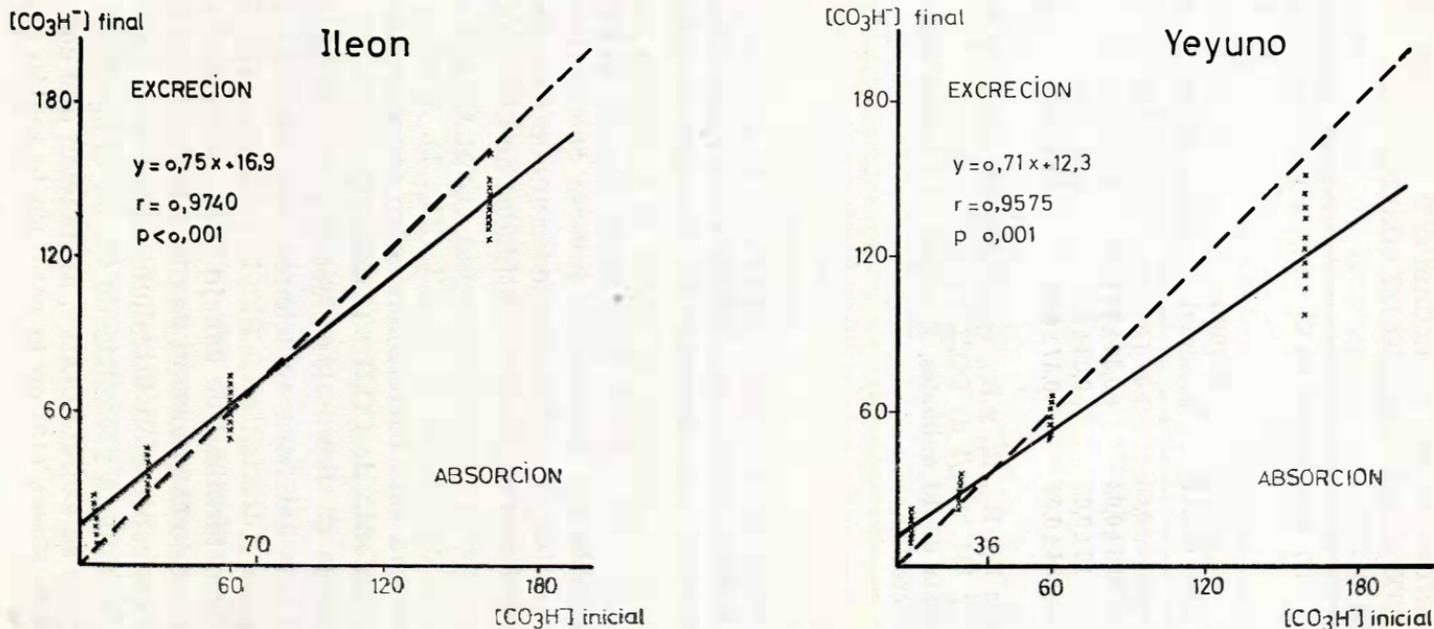


Fig. 1.—MOVIMIENTO DE BICARBONATO EN ILEON TERMINAL Y YEYUNO PROXIMAL DE CONEJO

excreción de CO_3H^- ocurre para niveles intraluminales del mismo, solo ligeramente superiores a los plasmáticos, 36 mEq/l (Fig. 1), en contraste a lo que ocurre en el ileon terminal.

Por otra parte, se ha comprobado una interrelación recíproca entre las transferencias de Cl^- y CO_3H^- , coincidiendo la máxima absorción de Cl^- con la máxima excreción de CO_3H^- . Hecho que se observa claramente cuando se mantiene constante en las soluciones introducidas, uno de estos aniones, variando paulatinamente la concentración del otro (Tabla I. Expts. A. y B). Lo que induce a pensar en la existencia de un mecanismo de intercambio $\text{Cl}^-/\text{CO}_3\text{H}^-$ a nivel de ileon terminal de conejo como indican diversos autores (1, 5, 9, 14, 15, 16, 17, 18) en el hombre y otras especies animales.

Este mismo mecanismo de intercambio $\text{Cl}^-/\text{CO}_3\text{H}^-$ se comprueba cuando las concentraciones de Cl^- disminuyen en tanto que las de CO_3H^- aumentan (Tabla II. Exp. C) en que el Cl^- se absorbe para concentraciones luminales inferiores a las plasmáticas y simultáneamente el CO_3H^- se excreta hasta niveles superiores a los plasmáticos, siendo ambos movimientos inversos en todo momento.

El hecho de que tanto la absorción de Cl^- como la excreción de CO_3H^- ocurran en contra de un gradiente de concentración, nos indica la naturaleza activa del proceso global de intercambio de ambos aniones, lo que podría interpretarse sobre la base de un movimiento activo de ambos iones, o bien, suponiendo que sólo uno de ellos se transfiera activamente y el otro lo haga siguiendo un gradiente eléctrico.

En la región yeyunal (Tabla II. Exp. D) se observa la existencia del intercambio $\text{Cl}^-/\text{CO}_3\text{H}^-$, aunque en menor cuantía.

Lo que parece sugerir que la especial importancia de este intercambio en el ileon terminal pueda estar relacionado con la neutralización de los ácidos grasos producidos en el ciego.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.—WILSON, T. H. y KAZYAK, L.: *Biochim. Biophys. Acta* 24, 124, 1957.
- 2.—SOLS, A. y PONZ, F.: *Rev. Esp. Fisiol.* 2, 283-384, 1946.
- 3.—HYDEN, S. A.: *Ann. Roy Agr. Coll.* 22, 139-145, 1965.
- 4.—GRIM, E.: *Am. J. Dig. Diseases* 7, 17-27, 1962.
- 5.—SWALLOW, J. H. y CODE, C. F.: *Am. J. Physiol.* 212, 717, 1967.

- 6.—TURNBERG, L. A., BIEBERDORF, F. A., MORAWSKI, S. G. y FORDTRAN, J. S.: *J. Clin. Invest.* 49, 557, 1970.
- 7.—CURRAN, P. F.: *J. Gen. Physiol.* 43, 1137-1148, 1960.
- 8.—CURRAN, P. F.: *Federation Proc.* 24, 993, 1965.
- 9.—CURRAN, P. F. y SOLOMON, A. K.: *J. Gen. Physiol.* 41, 143-168, 1957.
- 10.—KINNEY, V. R. y CODE, C. F.: *Am. J. Physiol.* 307, 998, 1964.
- 11.—ANNEGERS, J. H.: *Am. J. Physiol.*, 200, 107, 1961.
- 12.—MCHARDY, G. J. R. y PARSONS, D. S.: *Q. Jl. exp. Physiol.* 42, 33, 1957.
- 13.—HUBEL, K. A.: *Am. J. Physiol.*, 213, 1409, 1967.
- 14.—ALEXANDER, F.: *Res. vet. Sci.*, 3, 78, 1962.
- 15.—BUCHER, C. R., FLYNN, J. C. y ROBINSON, C. S.: *J. Biol. Chem.* 155, 305-313, 1944.
- 16.—LEVINSON, R. A. y SCHEDL, H. P.: *Am. J. Physiol.* 211, 939, 1966.
- 17.—PARSONS, D. S.: *Q. Jl. exp.*
- 18.—POWELL, D. W., MALAWER, S. J. y PLOTKIN, G. R.: *Am. J. Physiol.* 215, 1226, 1968.