

Laboratorio de Fisiología Animal
Facultad de Ciencias
Universidad de Barcelona

Absorción intestinal de galactosa en función de la concentración de Na^+

por
M. Lluch y F. Ponz

(Recibido para publicar el 4 de diciembre de 1963)

En el transcurso de los últimos años se ha señalado que el transporte activo de azúcares por el intestino es dependiente del ion sodio. RIKLIS y QUASTEL (16) observaron con intestino de cobayo *in vitro*, que no había transporte activo de azúcar en ausencia de Na^+ . CSAKY y cols. mostraron que en intestino de anfibio *in vitro* (9) al sustituir el Na^+ del medio por Li^{++} , Mg^{++} o colina se suprimía el transporte activo de 3-o-metilglucosa, siendo necesario el Na^+ precisamente en el lado mucosal. Lo mismo ocurría con el transporte activo de algunos aminoácidos (8). La absorción de glucosa en rata *in vivo* también resultó dependiente del Na^+ presente en la luz del intestino (10), lo que ha sido confirmado posteriormente (2, 12, 13). A resultados semejantes se llegaba simultáneamente con preparados de intestino de hamster *in vitro* por el grupo de CRANE (3, 4, 5, 7 y 14) y por otros (1), así como en rata (17). El transporte activo de azúcar depende linealmente de la concentración de Na^+ en el medio sin que este ion pueda ser sustituido por muchos otros (4), y la entrada de azúcares en las células en anaerobiosis es asimismo dependiente del Na^+ (5, 11).

En el presente trabajo se estudia en rata *in vivo*, el efecto de la concentración del ion Na^+ en la luz del intestino sobre el transporte activo de galactosa.

Material y métodos

Se han utilizado ratas blancas de peso superior a 100 gr., bajo anestesia con uretano. En cada animal se practican cuatro absorciones sucesivas de 15 minutos de duración, según la técnica de SOLS y PONZ (19). La solución de D-galactosa utilizada era 2,77 mM, con volumen inicial a absorber de 10 ml. y presión de repleción de 8 cm. de agua. La temperatura de los animales se mantiene constante ($\pm 0,5^\circ \text{C}$) a lo largo de las experiencias.

De las cuatro absorciones practicadas en cada animal, la primera contiene la solución del azúcar con 154 meq/l de Na^+ , mientras que en las otras tres absorciones, la solución del azúcar contiene el ion sodio a la concentración en estudio (entre 0 y 154 meq/l de Na^+), y sorbitol (Roche) suficiente para conseguir la isoosmoticidad. El Na^+ estaba presente como cloruro.

Para arrastrar la solución residual después de cada absorción se lavaba varias veces con agua bidestilada. Para reducir a un mínimo los efectos de dilución al introducir cada volumen de solución a absorber en el asa, se utilizaron cánulas y tubuladuras delgadas. Con esto las soluciones no se diluían en más de un 5 %.

La determinación de la D-galactosa residual se hacía colorimétricamente, según SOMOGYI (18).

Resultados

En la tabla I se reúnen los resultados obtenidos. Las concentraciones de Na^+ que se indican en cada grupo de animales son las correspondientes a las 2.ª, 3.ª y 4.ª absorciones, sucesivas

TABLA I

Absorción de D-galactosa 2,77 mM por intestino de rata in situ. Efecto de disminuir la concentración de Na^+ (ClNa) en la solución de azúcar. ClNa sustituido por sorbitol osmóticamente equivalente. Períodos de absorción de 15 minutos.

Animales n.º	1.ª Absor. (154 meq. Na^+ /l) $\mu\text{M}/\text{cm}$.	Absorciones sucesivas			
		Na^+ meq./l	Inhibiciones %		
			2.ª	3.ª	4.ª
10	0,38 $\pm$ 0,02	154	-1 $\pm$ 2	-2 $\pm$ 3	-1 $\pm$ 2
6	0,37 $\pm$ 0,01	120	-6 $\pm$ 2	-8 $\pm$ 3	-13 $\pm$ 2
4	0,51 $\pm$ 0,01	51,3	-54 $\pm$ 4	-58 $\pm$ 5	-57 $\pm$ 6
8	0,34 $\pm$ 0,01	8,5	-72 $\pm$ 2	-71 $\pm$ 1	-73 $\pm$ 1
8	0,40 $\pm$ 0,01	0,0	-76 $\pm$ 3	-76 $\pm$ 3	-76 $\pm$ 3

a una 1.^a en que siempre había 154 meq/l de Na^+ . Para cada uno de estos grupos se da el valor medio de la primera absorción, que se toma como referencia respecto de las absorciones siguientes, expresado en μM de D-galactosa absorbidos por centímetro de longitud de intestino (20), y los valores medios de las inhibiciones que aparecen en 2.^a, 3.^a y 4.^a absorciones, calculados a partir de las correspondientes a cada animal expresadas en tanto por ciento respecto de la primera absorción (15).

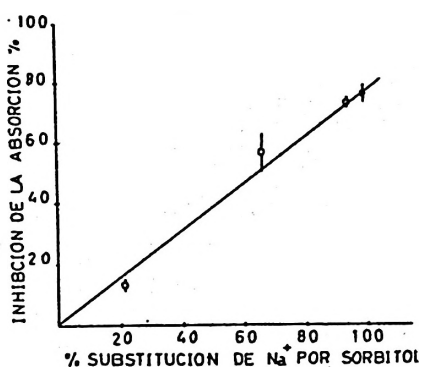


FIG. 1. Relación entre la sustitución de Na^+ por sorbitol y la inhibición de la absorción de D-galactosa. Datos tomados de las cuartas absorciones de la Tabla I.

Con 154 meq/l de Na^+ en las cuatro absorciones sucesivas, se observa constancia de absorción. Una ligera inhibición se aprecia ya con 120 meq/l de Na^+ , que se hace proporcionalmente mayor al disminuir la concentración inicial de Na^+ . En ausencia inicial de Na^+ se alcanzan inhibiciones del 76 %.

Para cada concentración de Na^+ , la absorción de D-galactosa se mantiene aproximadamente al mismo nivel a lo largo de las tres absorciones sucesivas.

En la figura 1 se muestra que hay una relación aproximadamente lineal entre inhibiciones de absorción de galactosa y grado de sustitución del Na^+ por sorbitol osmóticamente equivalente.

Discusión

El método de absorciones sucesivas de Sols y Ponz (19) ha permitido obtener *in vivo* relaciones bastante aceptables entre absorción de galactosa y concentración intestinal de Na^+ , similares a las referidas en estudios *in vitro* (4) con otros azúcares. Al disminuir la concentración de Na^+ , disminuye proporcionalmente la absorción de D-galactosa. Aún cuando no haya galac-

tosa en sangre, operando como se ha hecho con bajas concentraciones de azúcar en luz intestinal, hay que suponer que la absorción implica un trabajo de acumulación con transporte activo en las células de la mucosa (14). Esta acumulación activa de azúcares es dependiente de la concentración mucosal de Na^+ y se explica así que la absorción también lo sea. Además, los azúcares activamente transportables (5) pueden penetrar en las células en anaerobiosis por un proceso que tiene las características de una difusión facilitada dependiente de la concentración de Na^+ exterior, lo que sugiere la existencia de un sistema de transporte para ellos dependiente del Na^+ .

Si se admite que el transporte activo incluye dos componentes, uno de difusión facilitada no dependiente de energía y otro de acumulación dependiente de energía (6,8), ambos, sin embargo, dependientes de Na^+ (6), nuestros resultados con galactosa son fácilmente interpretables lo mismo se considere la absorción intestinal de galactosa *in vivo* como difusión facilitada que como transporte activo.

La deficiencia de Na^+ en la luz del intestino no daña de modo notable y acumulativo a la mucosa, dado que la inhibición no se agrava a lo largo de varias absorciones sucesivas a iguales concentraciones bajas de Na^+ .

Resumen

Se estudia en ratas mediante la técnica de absorciones sucesivas de SOLS y PONZ, el efecto de la concentración del ion sodio sobre la absorción intestinal de D-galactosa 2,77 mM. El Na^+ era sustituido en proporciones variables por sorbitol. La absorción se inhibe al pasar de 154 meq/l de Na^+ a 120 meq/l de Na^+ y esta inhibición va en aumento al disminuir la concentración de sodio en la solución de azúcar a absorber. En ausencia inicial de Na^+ la absorción se inhibe cerca de un 75 %.

Summary

Intestinal absorption of galactose in function of the concentration of Na^+

A study was made, using the Sols and Ponz successive-absorption technique, of the influence of the sodium ion on the transport of D-galactose through the intestine *in situ* of the rat. On each animal four successive absorptions, of 15 minutes duration, were carried out, with a 2.77 mM solution of D-galactose. In the first absorption the sugar solution contained 154 meq/l of Na^+ , while in the other three absorptions the concentration of Na^+ was varied (154 — 0 meq/l) which was substituted for isotonia with the necessary quantity of sorbitol.

With 154 meq/l of Na^+ in four successive periods, the intestinal absorption of D-galactose remains constant. On substituting the sorbitol for the Na^+ , the absorption is proportionally reduced. The inhibition is already appreciated on passing to 120 meq/l of Na^+ , and it reaches 75 % in the initial absence of Na^+ .

Bibliografía

- (1) BASACKOVA, J. : *Fed. Proc.*, **22**, 2, 1963.
- (2) BELLO, J., FERNÁNDEZ-OTERO, P., DURÁN, E. y LARRALDE, J. : *R. esp. Fisiol.*, **19**, 63, 1963.
- (3) BIHLER, I. and CRANE, R. K. : *Fed. Proc.*, **20**, 140, 1961.
- (4) BIHLER, I. and CRANE, R. K. : *Biochim. Biophys. Acta.*, **59**, 78, 1962.
- (5) BIHLER, I., HAWKINS, K. A. and CRANE, R. K. : *Biochim. Biophys. Acta.*, **59**, 94, 1962.
- (6) CRANE, R. K. : *Fed. Proc.*, **21**, 891, 1962.
- (7) CRANE, R. K., MILLER, D. and BIHLER, I. : In «*Membrane transport and Metabolism*». Academic Press. London and New-York, 1960.
- (8) CSÁKY, T. Z. : *Amer. J. Physiol.*, **201**, 999, 1961.
- (9) CSÁKY, T. Z. and THALE, M. : *J. Physiol.*, **151**, 59, 1960.
- (10) CSÁKY, T. Z. and ZOLLICOFFER, L. : *Amer. J. Physiol.*, **198**, 1056, 1960.
- (11) FAUST, R. G. : *Biochim. Biophys. Acta.*, **60**, 604, 1962.
- (12) LARRALDE, J., BELLO, J. y FERNÁNDEZ-OTERO, P. : *R. esp. Fisiol.*, **18**, 127, 1962.
- (13) LLUCH, M. and PONZ, F. : Trabajo aún no publicado.
- (14) MCDUGALL, D., LITTLE, K. D. and CRANE, R. K. : *Biochim. Biophys. Acta.*, **45**, 483, 1960.
- (15) PONZ, F. y LLUCH, M. : *R. esp. Fisiol.*, **18**, 123, 1962.
- (16) RIKLIS, E. and QUASTEL, J. H. : *Can. J. Biochem. Physiol.*, **36**, 347, 1958.
- (17) ROSSI, S. C., LIPPE, C. and CAPRARO, V. : *Experientia.*, **18**, 325, 1962.
- (18) SOLS, A. : *R. esp. Fisiol.*, **5**, 149, 1949.
- (19) SOLS, A. and PONZ, F. : *R. esp. Fisiol.*, **3**, 207, 1947.
- (20) VIDAL-SIVILLA, S., SOLS, A. y PONZ, F. : *R. esp. Fisiol.*, **6**, 195, 1950.

