

## Consumo de oxígeno y transporte activo de glucosa en el intestino delgado del lagarto *Lacerta galloti*

A. Lorenzo, L. M.\* Moreno, A. Cohen y R. Jordana \*

Departamento de Fisiología Animal  
Facultad de Farmacia  
Universidad de La Laguna  
Islas Canarias (España)

(Recibido el 30 de enero de 1980)

A. LORENZO, L. M.\* MORENO, A. COHEN and R. JORDANA. *Oxygen Uptake and Active Transport of Glucose by Small Intestine of Lizard Lacerta galloti*. Rev. esp. Fisiol., 36, 343-346. 1980.

The lizard intestine capability for active transport of D-glucose has been studied *in vitro* at 30° C. A release of glucose and fructose from intestinal tissue to the medium took place throughout the incubation period. An active transport of glucose against a concentration gradient from the mucosal to the serosal compartment was found, but in a Na<sup>+</sup> — free medium (Tris as a substitute) this process was strongly inhibited—. The oxygen uptake was 50 % higher in the presence of glucose than in its absence.

El transporte activo de azúcares y su dependencia iónica ha sido relativamente poco estudiado en reptiles. FOX (1, 2) demuestra la existencia de una transferencia activa de diversos azúcares en la tortuga *Chrysemis picta* Schneider. GIORDANA *et al.* (3, 4) observan un transporte de Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> en el epitelio intestinal de la tortuga *Testudo graeca* L. LAMSFUS *et al.* (7, 8) estudian la absorción de glucosa y galactosa y el efecto de distintos inhibidores sobre dicho proceso en el intestino de la tortuga *Testudo hermani robermertensi* Wermuth.

En el presente trabajo se estudia la absorción de glucosa y el consumo de oxígeno en el intestino del lagarto *Lacerta galloti* Dumeril y Bibron.

### Material y métodos

Se han utilizado ejemplares de *Lacerta galloti*, de 30 a 40 g de peso, capturados en su medio natural y mantenidos en ayunas durante 4 días antes de realizar cada experimento.

De cada ejemplar se obtuvieron 4 segmentos de intestino que se prepararon según la técnica de WILSON y WISEMAN (14) de sacos evertidos. Los sacos se llenaban y se incubaban con la solución de Krebs-Ringer (12) con ClNa al 0,7 % y tampo-

\* Departamento de Zoología y Fisiología Comparada de la Universidad de Navarra. Pamplona (España).

nada con Tris-ClH (pH 7,4), en lugar del tampón fosfatos (KRT), con el fin de evitar el Na<sup>+</sup> en aquellos experimentos en los que este ion era suprimido del medio. La glucosa (0,5 mM) era añadida al medio en algunas de las situaciones experimentales, se incubaban en matraces de Warburg a 30° C durante 1 hora. Por diferencia de pesada se obtenían las variaciones en el peso del tejido y volumen del saco después del experimento.

El consumo de oxígeno era medido por el método directo de WARBURG (13).

Los azúcares totales cedidos por el tejido al medio de incubación eran determinados por el método de NELSON-SOMOGYI (9, 11). La identificación de los mismos se efectuaba por cromatografía sobre papel, y la determinación de cada uno de ellos se realizaba por los métodos de la glucosa-oxidasa (6) y de ROE (10) para la glucosa y fructosa, respectivamente.

El transporte activo de glucosa se expresa en función de la relación Sf/Mf, donde Sf y Mf representan las concentraciones (mM) finales de glucosa en el compartimento serosal y mucosal, respectivamente, una vez consideradas las variaciones de volumen de los sacos y la cesión de azúcar del tejido.

## Resultados

**Cesión de azúcares.** Después de incubar tiras de intestino en un medio KRT/Na<sup>+</sup> y sin glucosa durante una hora, pudo detectarse la presencia de dos azúcares, la glucosa y la fructosa, por lo que se procedía a su determinación. El primer tramo de intestino es el que mayor cantidad de azúcares cede, siendo la cantidad de fructosa encontrada superior a la de glucosa. La cesión de azúcares parece ir siendo menor en el sentido antero-posterior (tabla I).

**Consumo de oxígeno.** La presencia de glucosa en el medio produce un aumento

significativo en el consumo de O<sub>2</sub> sólo en los dos primeros tramos del intestino (tabla II).

La ausencia de Na<sup>+</sup> cuando la glucosa está presente produce inhibición en el consumo de O<sub>2</sub> en todos los tramos intestinales (tabla II).

**Transporte activo de glucosa.** El transporte activo de glucosa después de 60 minutos de incubación en un medio KRT/Na<sup>+</sup>/glucosa (0,5 mM), era de  $7,80 \pm 0,85$ ,  $2,33 \pm 0,42$ ,  $1,64 \pm 0,25$  y  $1,04 \pm 0,05$  en los tramos I a IV, respectivamente, siendo para todos ellos  $p < 0,001$  (fig. 1).

Sin embargo, cuando el sodio era sustituido por Tris en el medio de incubación, la relación Sf/Mf en todos los tramos oscilaba entre los valores 0,95 y 1,06.

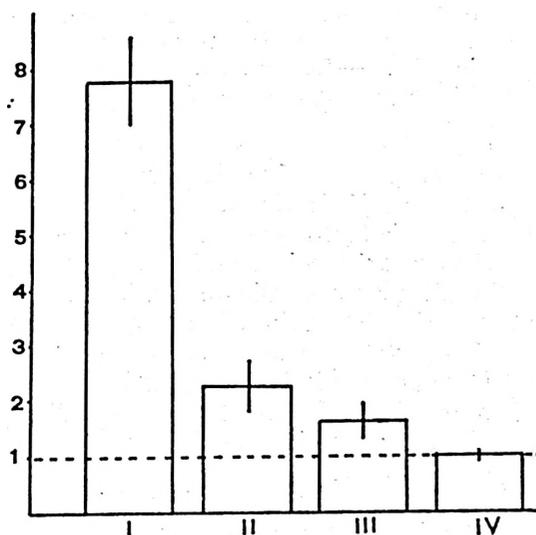


Fig. 1. Transporte activo de glucosa (0,5 mM) por el Intestino de *Lacerta galloti*.

Los valores se expresan en función de la relación Sf/Mf ± S.E.M. ( $p < 0,001$ ). Número de experimentos, 13.

Tabla I. Cesión de azúcares por el intestino de *Lacerta galloti*. Se incuban 4 tiras de intestino (I-IV) en un medio KRT/Na<sup>+</sup> a 30° C y en atmósfera de 95 % de O<sub>2</sub> durante 60 minutos. Los valores representan los mg azúcar/g tejido húmedo ± S.E.M. (p < 0,01). Entre paréntesis, número de experimentos.

Azúcar	Tramo de intestino			
	I	II	III	IV
Glucosa (10)	0,18 ± 0,04	0,13 ± 0,04	0,16 ± 0,05	0,15 ± 0,05
Fructosa (8)	0,44 ± 0,10	0,38 ± 0,03	0,32 ± 0,08	0,25 ± 0,07

Tabla II. Consumo de O<sub>2</sub> por el intestino de *Lacerta galloti*. Se incubaban 4 segmentos intestinales (I-IV) en medio normal (KRT/Na<sup>+</sup>), con glucosa 0,5 mM (KRT/Na<sup>+</sup>/glucosa), sin Na<sup>+</sup> pero con glucosa (KRT/glucosa). Se dan los valores del consumo de O<sub>2</sub> a los 30 y 60 minutos en µl O<sub>2</sub>/100 mg tejido húmedo, acompañados del error estándar de la media (± S.E.M.). En todos los casos p < 0,001. Se dan los valores de la exaltación (+) o inhibición (—) del consumo de O<sub>2</sub> por la presencia de glucosa o ausencia de Na<sup>+</sup> en el medio.

Medio	Tiempo min	I	II	III	IV
KRT/Na <sup>+</sup> (14)	30	16,2 ± 1,27	12,6 ± 1,02	10,7 ± 1,27	14,0 ± 1,33
	60	27,7 ± 1,71	22,9 ± 1,96	19,8 ± 1,80	23,8 ± 1,85
KRT/Na <sup>+</sup> /gluc. (14)	30	22,9 ± 1,49	16,8 ± 1,19	15,1 ± 2,41	13,6 ± 1,58
	60	40,8 ± 2,80	35,8 ± 2,91	23,4 ± 3,91	24,3 ± 3,13
KRT/gluc. (10)	30	13,3 ± 0,96	6,0 ± 0,56	4,1 ± 0,40	5,4 ± 0,66
	60	19,5 ± 1,76	10,2 ± 1,23	6,4 ± 1,13	8,0 ± 1,10
Efecto de la glucosa (%)					
	60	+47,29	+56,33	+18,18	+2,10
Efecto de la ausencia de Na <sup>+</sup> (%)					
	60	—52,20	—71,50	—72,64	—67,07

### Discusión

Los resultados demuestran que el intestino delgado del lagarto *Lacerta galloti* cede fructosa y glucosa al medio cuando éste es incubado en la solución salina ordinaria.

LAMSFUS *et al.* (7, 8) habían observado también cesión de glucosa al medio, precedente de las reservas de glucógeno de la pared intestinal cuando incubaban sa-

cos del intestino de la tortuga (*Testudo hermani robermertensi* Wermuth). La diferencia con el intestino de lagarto es una mayor cesión de fructosa que glucosa en estos experimentos.

La presencia de glucosa en el medio de incubación produce un incremento del 47 al 56 % en el consumo de oxígeno de los dos primeros tramos intestinales, no habiendo incremento significativo en el III y IV tramos del intestino. Esta diferencia

en el consumo de oxígeno entre la porción anterior y la posterior del intestino está correlacionada en parte con la capacidad de transporte activo de glucosa que exhibe la porción anterior (I y II).

El consumo de O<sub>2</sub> basal en un medio con Na<sup>+</sup> y sin glucosa es prácticamente el mismo para todos los tramos intestinales y el incremento que se produce ante la presencia de glucosa (0,5 mM) es del mismo orden de magnitud, pero como el transporte de glucosa es mucho más alto en el tramo I (Sf/Mf 7,80) que en el tramo II (Sf/mF 2.33), no se puede afirmar que el transporte de glucosa sea el causante de ese incremento del consumo de O<sub>2</sub>, sino consecuencia del aumento del metabolismo celular de la pared intestinal al tener glucosa disponible.

Del mismo modo se observa que la ausencia del ion Na<sup>+</sup> (sustituido por tris a efectos osmóticos) produce un doble efecto, disminuye el consumo de O<sub>2</sub> de todos los preparados, disminución que es similar en todos los tramos del intestino que absorben poca glucosa o no presentan transporte activo, y algo menor en el tramo I, y en todos es menor que el consumo de oxígeno en presencia de Na<sup>+</sup> y sin glucosa en el medio. Además se anula el transporte activo de glucosa; por tanto, como ya habían apuntado JORDANA e IGEA (5) en rata, aquí también se observa que la ausencia del Na<sup>+</sup> no sólo tiene efecto sobre la entrada de glucosa, sino que inhibe también el metabolismo celular, efecto que en parte puede ser debido a la menor actividad de la bomba de Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>.

### Resumen

Se ha estudiado la capacidad del intestino del lagarto para el transporte activo de D-glu-

cosa *in vitro* a 30° C. Durante el período de incubación tiene lugar una cesión de glucosa y fructosa de las tiras intestinales al medio. Se encuentra un transporte activo de glucosa en contra de un gradiente de concentración desde el compartimento mucosal hacia el serosal, pero en un medio sin Na<sup>+</sup> este proceso se anulaba. El consumo de oxígeno por el tejido era de un 50 % más alto en presencia de glucosa que en ausencia de ese azúcar.

### Bibliografía

1. FOX, A. M.: *Comp. Biochem. Physiol.*, **3**, 285-296, 1961.
2. FOX, A. M.: *Iowa Acad. Sc.*, **69**, 600-605, 1962.
3. GIORDANA, B., BIANCHI, A. y LIPPE, C.: *Comp. Biochem. Physiol.*, **36**, 395-401, 1970.
4. GIORDANA, B., REPETTO, F. y BIANCHI, A.: *Arch. Fisiol.*, **68**, 299-304, 1972.
5. JORDANA, R. e IGEA, C.: *Rev. esp. Fisiol.*, **27**, 155-162, 1971.
6. KESTON, S. A.: *Abstr. Amer. Chem. Soc.*, 129th Meeting, 31 C, 1956.
7. LAMSFUS, C., JORDANA, R. y PONZ, F.: *Rev. esp. Fisiol.*, **32**, 249-254, 1976.
8. LAMSFUS, C., JORDANA, R. y PONZ, F.: *Rev. esp. Fisiol.*, **32**, 331-334, 1976.
9. NELSON, M.: *J. Biol. Chem.*, **153**, 375-380, 1944.
10. ROE, J. H.: *J. Biol. Chem.*, **212**, 335-343, 1955.
11. SOMOGYI, M.: *J. Biol. Chem.*, **195**, 19-24, 1952.
12. UMBREIT, W. W., BURRIS, R. H. y STAUFFER, J. F.: In «Manometric Techniques». Burgess Publ. Co., Minneapolis, 1959.
13. WARBURG, O.: *Biochem. Z.*, **142**, 317-333, 1923.
14. WILSON, T. H. y WISEMAN, G.: *J. Physiol.*, **123**, 116-125, 1954.