

Laboratorio de Fisiología Animal Aplicada
Facultad de Farmacia
Universidad de Santiago de Compostela
(Prof. J. Larralde)

Sobre la característica absorción selectiva por el intestino de gato

por

J. Larralde y A. Giráldez

(Recibido para publicar el 24 de julio de 1958)

Una de las teorías más comúnmente aceptadas sobre la absorción selectiva de monosacáridos ha sido la de VERZAR, que condicionaba la selectividad a una previa fosforilización de los azúcares. Esta hipótesis de las fosforilizaciones fue postulada por este autor y su escuela, entre otras razones, por el hecho de absorberse las hexosas mucho más rápidamente que las pentosas, a pesar del menor volumen molecular de éstas y por haber logrado fosforilizar «in vivo» a la glucosa, pero no a la xilosa.

Aunque las experiencias de VERZAR se llevaron a cabo casi siempre en el intestino de rata, su teoría sobre el mecanismo de la absorción selectiva se admitió universalmente. No obstante, DAVIDSON y GARRY (1), atraídos por el gran número de experiencias verificadas en la rata, reconocieron la necesidad de ensayar esta selectividad en especies distintas y poco utilizadas, como condición previa para la validez de su generalización.

El resultado más notable de su trabajo fue el hallazgo de que en el intestino de gato la xilosa se absorbe a la misma velocidad que la glucosa, existiendo por consiguiente una clara diferencia en la absorción selectiva de azúcares cuando se comparan animales de especies diversas.

El interés de estos resultados explica su frecuente cita por los investigadores, e incluso su aparición habitual en los actuales y más consagrados textos de fisiología (2, 3, 4).

Dada nuestra experiencia sobre los problemas que entraña esta selectividad, creímos interesante la revisión de estos datos.

Material y técnicas

Empleamos gatos comprendidos entre los dos y cinco kilos de peso, que anestesiábamos con solución barbitúrica de «Somni Lefa» por inyección subcutánea, a la dosis de 0,5 c. c. por kilo de peso. Para medir la absorción se siguió la técnica de absorciones sucesivas de SOLS y PONZ (5). La medida de la longitud de las asas intestinales se llevó a cabo previa distensión con un peso constante y corrección oportuna por el índice correspondiente. El tiempo de absorción fue de 30 minutos. Las pruebas se llevaron a cabo en habitación apropiada, con regulación de temperatura, para que la del animal permaneciera constante a pesar de la anestesia. Se analizaron los azúcares con el método de SOMOGY (6), llevando a cabo las lecturas con el absorciómetro Spekker. D-xilosa y d-glucosa, de la casa Merck. Según nuestra costumbre, expresamos el azúcar absorbido en micromoles por centímetro.

Resultados

Antes de utilizar la técnica de absorciones sucesivas era preciso ver la adaptabilidad de este método al funcionalismo absorbente de este animal, problema que no ha sido ensayado hasta ahora.

Puesto que la utilidad de la técnica de SOLS y PONZ, para el estudio de los factores que influyen en la absorción intestinal de monosacáridos, exige que haya una constancia notable entre las sucesivas absorciones de un mismo azúcar, tuvimos que ensayar en primer lugar el comportamiento de la glucosa durante su absorción por el intestino de gato, ya que su constancia en sucesivas absorciones no ha sido estudiada.

Construimos, al efecto, unas cánulas especiales de vidrio que, adaptándose al intestino de gato, permitieran, sin embargo, un adecuado tránsito de las soluciones y limpieza del mismo.

Otro dato a resolver fue el determinar el volumen adecuado de la solución de azúcar. Con soluciones de carmín y de azul de metileno llegamos a la conclusión de que 15 c. c. es el volumen óptimo para obtener un lleno completo del asa después de eliminar el suero fisiológico. La presión hidrostática en estas condiciones venía a ser de 12 cm., presión adecuada y que la mantuvimos en todas las experiencias.

De modo parecido, un previo estudio nos indicó que 130 c. c. de suero fisiológico era el volumen más adecuado para cada lavado del asa intestinal.

Resueltos estos problemas de técnica, abordamos el estudio de la constancia en la absorción intestinal de glucosa, llevando a cabo pruebas sucesivas con soluciones isotónicas. Los resultados aparecen en la tabla I.

Como muestra la tabla I, afortunadamente, el gato presenta una notable constancia. La máxima dispersión aparece

TABLA I

Experiencias sobre la constancia de absorción intestinal de glucosa isotónica al 5,4 % en intestino de gato. Tiempo de absorción de 30 minutos

Peso kg.	Longitud intestino en cm.	Experiencia n.º	Absorciones sucesivas Micromoles por cm.
2,5	28	1	34,8
		2	32,2
		3	34,8
		4	34,7
		5	32,2
		6	32,6
		7	30,8
		8	31,4
		9	31,0
		10	30,6
3,4	35	1	63,9
		2	60,0
		3	58,7
		4	56,0
		5	54,9
		6	51,6
		7	49,7
		8	45,0
		9	48,2
		10	48,7
4,1	29	1	59,4
		2	61,1
		3	63,2
		4	62,0
		5	62,8
		6	57,3
		7	66,4
		8	62,0
		9	63,0
		10	61,7

TABLA I (continuación)

Peso kg.	Longitud Intestino en cm.	Experiencia n.º	Absorciones sucesivas Micromoles por cm.
3,6	38	1	24,2
		2	27,3
		3	27,3
		4	29,4
		5	23,9
		6	24,8
		7	29,9
		8	23,3
		9	22,9
		10	22,4
2,9	33	1	21,8
		2	19,6
		3	20,8
		4	17,8
		5	19,6
		6	30,2
		7	21,8
		8	30,0
		9	20,1
		10	19,5
3,0	37	1	43,5
		2	45,8
		3	41,4
		4	43,2
		5	43,5
		6	42,0
		7	45,0
		8	48,9
		9	42,7
		10	42,0

en el segundo animal de la tabla, siendo aquélla, al cabo de diez absorciones, de un 20 % ; mientras que en los cinco restantes la variación sólo alcanza una media de un 6 %. Es posible, pues, incluso en mejores condiciones que en la rata, aplicar al gato la técnica de SOLS y PONZ.

Una vez demostrada la posibilidad de su utilización, estudiamos con ella las respectivas velocidades de glucosa y xilosa.

Para ello llevamos a cabo absorciones sucesivas con soluciones puras de estos azúcares, que colocábamos en el asa intestinal a concentraciones isotónicas, es decir, al 5,4 % la de glucosa y al 4,5 % la de xilosa, en experiencias de 30 minutos de duración.

Aun cuando los datos de la tabla anterior muestran que la constancia de absorción por el intestino de gato de la glucosa es tan grande o mayor que la que se presenta en rata, para mayor seguridad de nuestros protocolos solamente utilizamos las cuatro primeras absorciones.

Como se puede observar, se alternaron los azúcares de modo que en unos animales se comenzaba con la glucosa y en otros con la xilosa.

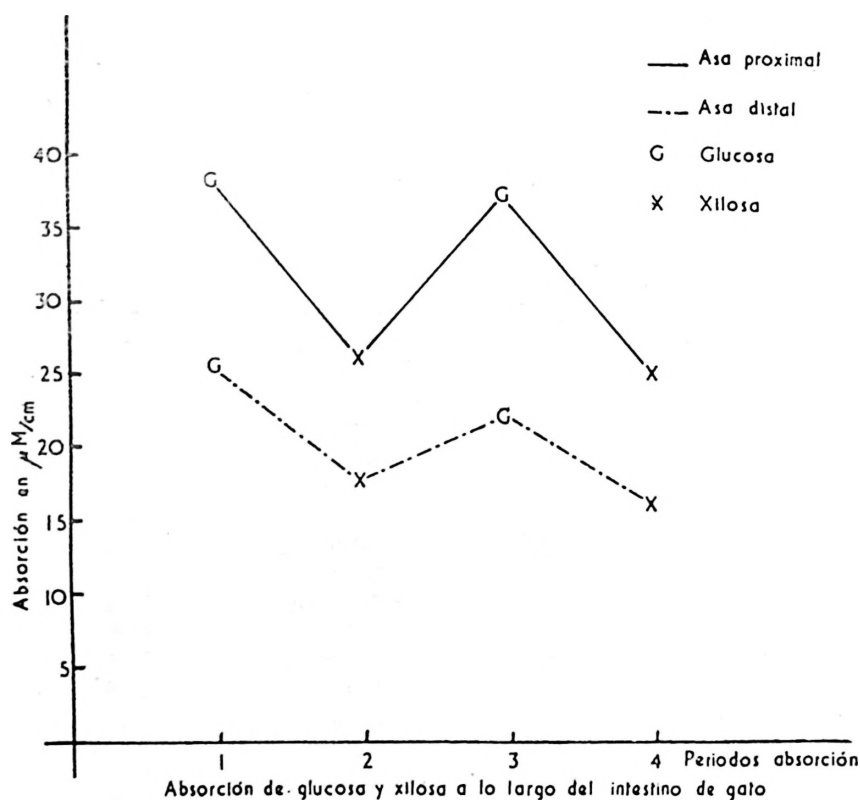
Los resultados obtenidos según el método habitual de utilizar asas de la primera porción del intestino delgado, cuyo comienzo se elegía a los diez centímetros del esfínter pilórico, aparecen en la tabla II.

TABLA II

Experiencias de absorción de glucosa al 5,4 %, y xilosa al 4,5 %, en intestino de gato. Tiempo de absorción de 30 minutos

Peso kg.	Longitud Intestino en cm.	Azúcar probado	Absorción Micromoles por cm.
3	37	Glucosa	50,0
		Xilosa	28,6
2	28	Glucosa	48,9
		Xilosa	29,3
		Glucosa	35,0
		Xilosa	15,3
2,4	32	Glucosa	34,4
		Xilosa	14,6
		Glucosa	28,9
		Xilosa	19,9
3	28	Glucosa	23,9
		Xilosa	15,3
		Xilosa	16,0
		Glucosa	31,7
3,2	35	Xilosa	14,6
		Glucosa	34,4
		Xilosa	50,6
		Glucosa	58,9
3	34	Xilosa	52,0
		Glucosa	55,0
		Xilosa	15,3
		Glucosa	22,8
3	20	Xilosa	13,3
		Glucosa	16,7
		Xilosa	34,6
		Glucosa	49,4
		Xilosa	20,6
		Glucosa	47,2

Los datos de la tabla anterior marcan una constancia tal en la menor absorción de xilosa respecto a la glucosa, que los consideramos suficientemente demostrativos, máxime teniendo en cuenta que las experiencias se llevaron a cabo en las mejores condiciones de comparación, por estudiar las res-



pectivas velocidades en la misma asa del mismo animal, es decir, sin error posible por la variabilidad propia de cada individuo.

Puesto que DAVIDSON y GARRY llevaron a cabo sus experiencias solamente en la mitad distal del intestino delgado, quisimos comprobar también si efectivamente, en ésta zona, la absorción de estos azúcares no presentaba estas variaciones, y, para corroborar mejor las posibles diferencias entre los distintos niveles, decidimos llevar a cabo experiencias simultáneas en dos asas del mismo animal, eligiendo la primera en el extremo proximal del intestino delgado y la segunda en su extremo distal.

Indicamos a continuación los resultados obtenidos :

TABLA III

Experiencias de absorción de glucosa al 5,4 %, y xilosa al 4,5 %, en asas proximal y distal en intestino de gato. Tiempo de absorción de 30 minutos

Peso kg.	Asas	Longitud intestino en cm.	Azúcar probado	Absorción Microles por cm.
1,3	Asa prox.	27	Glucosa	41,1
			Xilosa	34,0
			Glucosa	47,2
			Xilosa	30,6
	Asa distal	16	Glucosa	33,9
			Xilosa	32,6
			Glucosa	27,8
			Xilosa	14,6
1,3	Asa prox.	26	Xilosa	30,6
			Glucosa	54,4
			Xilosa	30,0
			Glucosa	51,1
	Asa distal	16	Xilosa	41,3
			Glucosa	37,2
			Xilosa	32,6
			Glucosa	33,3
2,5	Asa prox.	30	Xilosa	23,3
			Glucosa	41,7
			Xilosa	25,3
			Glucosa	37,2
	Asa distal	35	Xilosa	16,6
			Glucosa	19,4
			Xilosa	13,3
			Glucosa	23,3
3	Asa prox.	20	Glucosa	24,4
			Xilosa	15,3
			Glucosa	26,6
			Xilosa	12,6
	Asa distal	31	Glucosa	18,9
			Xilosa	5,3
			Glucosa	16,7
			Xilosa	2,7
3	Asa prox.	26	Xilosa	35,3
			Glucosa	47,8
			Xilosa	35,3
			Glucosa	45,6
	Asa distal	28	Xilosa	26,6
			Glucosa	18,9
			Xilosa	12,6
			Glucosa	11,1

TABLA III (continuación)

Peso kg.	Asas	Longitud Intestino en cm.	Azúcar probado	Absorción Micromoles por cm.
2.2	Asa prox.	28	Glucosa	35,5
			Xilosa	21,3
			Glucosa	27,8
			Xilosa	21,3
	Asa distal	22	Glucosa	25,0
			Xilosa	16,0
			Glucosa	22,2
			Xilosa	16,0
2	Asa prox.	32	Xilosa	24,6
			Glucosa	23,9
			Xilosa	22,6
			Glucosa	28,9
	Asa distal	23	Xilosa	28,0
			Glucosa	20,0
			Xilosa	4,7
			Glucosa	23,9

Por consiguiente, la absorción de xilosa es menor que la de glucosa en todo el intestino delgado del gato, siendo mayor la diferencia en las asas situadas al comienzo del intestino que en las próximas a la válvula ileocecal.

El valor medio en la absorción de glucosa en el asa proximal es de unos 38 micromoles por centímetro, mientras que en la distal sólo se absorben 24 micromoles por centímetro. La absorción de xilosa cae de 25 a 18 micromoles por centímetro durante los 30 minutos.

Si referimos todas las absorciones de glucosa en el asa proximal al valor de 100, la cantidad de xilosa absorbida en la misma asa viene a ser de un 66 %, mientras la xilosa absorbida en el extremo distal es de un 75 % de la glucosa. La gráfica 1 muestra los valores medios correspondientes. Como puede apreciarse, tanto la absorción de glucosa como la de xilosa, disminuyen en la asa distal, siendo mayor el descenso para la glucosa.

Discusión

La excepción apuntada anteriormente fue formulada por DAVIDSON y GARRY como consecuencia de sus trabajos llevados a cabo en la porción distal del intestino delgado. A pesar de realizar sus experiencias en esta zona, creyeron ver una clara

diferencia en la absorción de monosacáridos entre gato y rata, puesto que también a este nivel demostraron la existencia de selectividad al obtener diversas velocidades en la absorción de las hexosas entre sí, mientras que, por otra parte, no encontraron ninguna diferencia en la velocidad de absorción de la glucosa en este tramo respecto a la mitad anterior.

Por otra parte, utilizaron la técnica de la asa aislada de Verzar y, con ella, reconocen los mismos autores la imposibilidad de referir los azúcares absorbidos a longitud del intestino, por la dificultad que entraña la exacta medida de éste. Y también la cautela que precisa el comparar resultados de distintos animales, por la gran variabilidad individual que éstos presentan durante la absorción de azúcares.

Como estas dificultades se evitaron con la técnica de absorciones sucesivas esto explicaría nuestros resultados diferentes.

En trabajos anteriores (7, 8) hemos visto que la medida de glucosa absorbida por la primera porción del intestino de rata es de 43 $\mu\text{M}/\text{cm}$. en 30 minutos; pues bien, la absorción media de glucosa, en el mismo tramo, por el intestino de gato viene a ser, aproximadamente, igual a unos 38,5 $\mu\text{M}/\text{cm}$.

No ocurre lo mismo con la xilosa. Este azúcar se absorbe muy poco en rata —según nuestra experiencia, unos 9 $\mu\text{M}/\text{cm}$ —, mientras que en el gato hallamos una media de 25 $\mu\text{M}/\text{cm}$., es decir, bastante mayor.

Otro dato de interés de nuestros protocolos es: cómo a lo largo del intestino delgado va cayendo la absorción de glucosa conforme nos alejamos del píloro; pero esta disminución no es idéntica para ambos monosacáridos, pues la glucosa cae más rápidamente que la xilosa por lo que en las asas próximas a la válvula ileocecal hay una diferencia menor en la velocidad de absorción de estos azúcares, siendo ésta únicamente de un 25 %.

* * *

Agradecemos a las señoritas María del Carmen Varela Leiceaga y María Luisa Barros Margolles, su valiosa cooperación.

Resumen

Gatos de 2 a 5 kg. anestesiados con «Sommi-Lefa» subcutánea se preparaban según la técnica para absorciones sucesivas de Sols y Pozz (5), «in vivo». El volumen de solución isotónica de azúcar a absorber era de 15 ml., la presión de repleción de 12 cm. de agua, el tiempo de absorción 30 minutos, arrastrando la solución residual con 130 ml. de suero fisiológico. Los azúcares se determinaban según Somogy (6).

La absorción de glucosa (5,4 %), por el intestino de gato permanece:

relativamente constante durante 8 a 10 absorciones sucesivas en la misma asa de yeyuno «in vivo» (Tabla I).

Absorciones sucesivas alternadas de glucosa y xilosa muestran muy claramente que la xilosa se absorbe mucho más despacio que la glucosa. En la primera porción del yeyuno la absorción media de glucosa es de unos 38 micromoles por centímetro de intestino y la de la xilosa de unos 25 (Tabla II). En la última porción del íleon, la absorción es de 24 y 18 respectivamente (Tabla III). La velocidad de absorción de la xilosa en el asa proximal es del 66 % de la correspondiente a la glucosa y en el asa distal es del 75 % y una y otra disminuyen a la largo del intestino. (Figura 1).

Los resultados contradicen la creencia que suele aceptarse de que en el gato la xilosa se absorbía a igual velocidad que la glucosa, a diferencia de otros animales. DAVIDSON y GARRY, que formularon por primera vez tal excepción, utilizaban la porción distal del intestino delgado en que las diferencias son menores y la técnica de absorción de VERZAR con una única absorción por animal y, por tanto, con una amplia variabilidad individual que enmascararía tales diferencias. Mientras que la absorción de glucosa es casi igual en gato y rata, la xilosa es de dos a tres veces mayor en gato que en rata.

Summary

On the characteristical selective absorption by the cat's intestine

Cats of from 2 to 5 kg. of weight were anesthetized with subcutaneous «Sommi-Lefa» and prepared according to SOLS and POXZ's technique for successive absorptions (5) «in vivo». The volume of isotonic solution of sugar to be absorbed was 15 ml., the repletion pressure was 12 cm. of water, the absorption time 30 minutes, the residual solution was washed away with 130 ml. of normal saline solution.

The absorption of glucose (5.4 %) by the cat's intestine remains relatively constant from 8 to 10 successive absorptions in the same jejunal loop «in vivo», (Table I).

Successive alternated absorptions of glucose and xylose show very clearly that xylose is absorbed much more slowly than glucose. In the first jejunal portion the average absorption of glucose is around 38 micromoles per centimeter of intestine and that of xylose is around 25 (Table II). In the last portion of ileum, the absorption is 24 and 18 respectively (Table III). The absorption rate of xylose in the proximal loop is 66 % that of glucose and in the distal loop it is 75 % and one and the other decrease all along the intestine (Figure 1).

The results are contrary to the believe usually accepted that in the cat xylose was absorbed at the same rate as glucose,

differently from other animals. DAVIDSON and GARRY, which first set forth this exception, used the distal portion of the small intestine, in which the differences are smaller, and the absorption technique of VERZAR with only one absorption by each animal and consequently a great individual variability which would mask such differences. While the absorption of glucose is almost equal in the cat and the rat, xylose's is from 2 to 3 times greater in the cat.

Bibliografía

- (1) DAVIDSON, J. N. and GARRY, R. C : *J. of Physiol*, **97**, 509, 1940.
- (2) HOWELL, V., y FULTON, J. : *Textbook of Physiology*. XVIª ed. página 1.032.
- (3) STARLING, E. H. : *Principles of human Physiology*. Xª ed. pág. 932.
- (4) WIGGERSS, C. : *Physiology in Health and disease*. IVª ed. pág. 853.
- (5) SOLS, A., y PONZ, F. : *R. esp. de Fisiol.*, **3**, 207, 1947.
- (6) SOMOGY, J. C. : *J. Biol. Chem.* **160**, 61, 1945.
- (7) LARRALDE, J., y GIRÁLDEZ, A. : *R. esp. Fisiol.*, **13**, 253, 1957.
- (8) LARRALDE, J., y GIRÁLDEZ, A. : *R. esp. Fisiol.*, **14**, 31, 1958.

