

Glucemia Normal

Normalmente, existe azúcar en la sangre bajo la forma de glucosa. Antes de determinar su cantidad, vamos a exponer el origen de los azúcares en la sangre.

Materias azucaradas en la sangre.—En la sangre debemos distinguir el azúcar inmediato o libre y el azúcar proteído.

Azúcar libre: la mayoría de las sustancias libres del plasma sanguíneo que reducen el licor de Fehling, están constituidas por la glucosa. Pero existe también en el plasma sanguíneo una sustancia reductora como es el ácido glucoró- , nico, cuya presencia parece cierta aún que no ha sido identificado; en todo caso su proporción no excedería de 0, 01 a 0, 02 gr.

En cuanto a la sangre, podemos considerar dos clases de sangre, arterial y venosa, cuya titulación en glucosa es variable, siendo mayor la cantidad de glucosa en la sangre arterial que en la venosa, aunque a este respecto otros autores creen que la titulación en las dos es igual. Esta variación entre las dos sangres se dice que es aproximadamente de 0, 04 a 0, 05 gr. por litro de plasma.

En esta nuestra observación nos hemos servido únicamente de sangre venosa y por tanto a ella nos referiremos.

Ongen del azúcar en la sangre.—El azúcar en la sangre proviene del organismo o de la alimentación. En la alimentación la ingestión de los hidratos de carbono constituye la principal fuente, pues penetra azúcar al organismo bajo distintas y diferentes formas como son: glucosa pura en mínimas cantidades, sacarosa, lactosa, maltosa, galactosa, almidones, celulosa, etc. Cuando el organismo no se abastece suficientemente por esta ingestión de hidratos de carbono, se proporciona a sí mismo por medio de la transformación de otras sus-

tancias como grasas, etc., que transformadas de una manera especial le proporcionan lo necesario.

Metabolismo de los hidrocarbonados: los hidratos de carbono son mono-sacáridos, disacáridos, polisacáridos, almidones, etc. La glucosa $C_6H_{12}O_6$ pertenece a los monosacáridos. Las sustancias alimenticias en su mayor parte son polisacáridos y de ahí que en el intestino van reduciéndose, desdoblándose hasta llegar a las formas más simples como son los mono- sacáridos, para ya en este estado poder ser absorbidos en el tubo intestinal y muy especialmente bajo la forma de glucosa.

En el organismo tenemos tres clases de glucosas isoméricas: glucosa α , glucosa β y glucosa γ . El intestino desdobra los hidratos de carbono y absorbe al estado de glucosa en sus formas α y β , cuya misión es el transporte de la glucosa. Entonces avanza por la vena porta hasta mezclarse con la sangre proveniente de la vena pancreática que trae la insulina, producto de secreción interna de esta glándula, y, así mezclándose ahí, forman la glucosa γ , única llamada glucosa de reacción. Va luego al hígado y ahí, merced a esta γ , se forma el glucógeno; por esto, hoy se, atribuye al hígado esta función de la glucogenesis hepática como una de las principales funciones del hígado. La célula hepática, entonces, estaría formada por una parte en donde se almacenaría el glucógeno, otra parte correspondería al lugar donde existirían fermentos especiales como las diatazas, y otra que es la que separaría a las dos anteriores constituida por una sustancia coloide; entonces sucedería que según las necesidades del organismo, se pondrían en contacto las partes correspondientes al glucógeno y a los fermentos, dando, por consiguiente, las glucosas α y β que son la glucosa de transporte y que serían las que circulan en el organismo.

El páncreas por su parte no siempre secreta la misma cantidad de insulina, sino que su secreción está regulada por el sistema nervioso central en el diencéfalo, y, así, éste sería el que según las necesidades del organismo encomendaría por medio del neumogástrico el metabolismo del páncreas.

Por otra parte, también la adrenalina, producto de secreción interna de las cápsulas suprarrenales, como el producto de secreción interna de las cápsulas suprarrenales, y el de la secreción interna del cuerpo tiroides, actuarían excitando la diástaza de la

célula hepática, la misma que en contacto con el glucógeno, darían una mayor producción de glucosa en la sangre.

En los músculos se consume esta glucosa al estado de reposo, transformándose en último término en ácido láctico en sus cuatro quintas partes; pero este ácido láctico, cuya fórmula es $C_3H_7O_3$ es decir exactamente la mitad de la glucosa, éste, digo, sería capaz de volver a generar la glucosa.

El riñón por su parte, en ciertos casos de mal funcionamiento, puede originar un aumento de la glucosa en la sangre; no puede concentrar bien la glucosa en su eliminación renal y así es como se puede determinar una hiperglucemia.

Con la pluralidad de estos factores que intervienen en la producción de la glucosa, la cantidad de ella variaría enormemente. Entonces es que viene la regularización de la glucosa en el organismo. La cantidad de hidratos de carbono que se ingiere con la alimentación es una cantidad variable, sin poder establecerse una regularidad absoluta aún a pesar de estar determinada ya la cantidad de hidratos de carbono que deben corresponder a una completa alimentación, debido a la diferente situación económica, género de vida, profesión, etc. Sí a esto se añade la diferente influencia que los factores anteriormente citados tienen en el consumo y producción de la glucemia, el problema se agravaría. Todo factor influiría pues en la sangre misma y en la glucemia, y así sería imposible llegar a una dosificación exacta uniforme en cada individuo, pues por otra parte sabemos que las sangrías, el esfuerzo muscular, las emociones y la alimentación son capaces de influir en esta glucemia.

Por tanto, ¿cómo unificar la dosificación y las pruebas experimentales? En esta situación se aconseja hacer la toma de la sangre siempre en las mismas condiciones que se reducen a una alimentación uniforme en días anteriores, reposo y toma de la sangre en ayunas, con todo lo que se ha logrado obtener una tasa fija de glucosa en la sangre y en el mismo individuo.

¿Cómo determinar esta cantidad de glucosa en la sangre? Para ello hay varios procedimientos, pero aquí más nos referimos únicamente al que hemos empleado. Este método es el de O Folín Wuhien con técnica de Guillaunim.

También debemos decir que existen otros procedimientos como el de Claudio Bernard, etc., cuyo procedimiento de dosificación es volumétrico; pero resulta entonces que la cantidad de

glucosa existente en la sangre, es mayor puesto que ya no es sola la glucosa la que interviene ahí sino otras sustancias que existe, en la sangre, como la dextrosa y otras que señalamos oportunamente. Así es como se puede explicar que casi nunca concuerden las dosificaciones mientras no se adopte una medida común en todos los casos.

Entonces sí expondré el método que hemos seguido.

Método de O Folin y Wuhien, técnica de C O Guilaunim

Este método tiene la ventaja de poder dosificar el azúcar de la sangre en casos en los cuales el volumen de la sangre disponible es bastante reducido, o en su defecto así se evitan las grandes sangrías molestas no sólo para el paciente sino aún para el médico; por otra parte, permite así poder seguir las curvas de glucemia experimental sin mayor molestia para el enfermo y sin que éste, según los métodos anteriores, haya de quedarse sin sangre, peor en tratándose de estados imposibles de poder soportar una sangría.

Por tanto, el presente método puede tener lugar en el curso de una experiencia que exija tomas repetidas de sangre a cortos intervalos, con lo cual se reduce así al mínimo. En efecto, el método presente apenas necesita de 1 c. c. de sangre.

En la actualidad se tiende aún a reducir el método haciendo la toma de sangre por un piquete en el dedo; está en estudio, bien que este método no ofrece ventajas ya que siendo un tanto doloroso, impide por otra parte operar de distinta manera que sobre la sangre total.

La técnica en principio consiste en desarrollar en el mismo tubo donde tiene lugar la reducción del licor cúprico una coloración azul estable por adición de una solución fosfo- tungsto-molibdica y en medir colorimétricamente en relación con testigos de glucosas que se tratan paralelamente.

Soluciones necesarias.— 1º. Solución de tungstato de sodio al 10%. La solución debe ser neutra o presentar a lo más una alcalinidad igual a 0,4 c. c. de N 10°/o en presencia de fenoltaleína.

2º. Acido sulfúrico normal a dos tercios o sea 32,66%*

3º. Solución cupro alcalina. Disolver 40 gr. de carbonato de sodio seco en 400 c. c. de agua. Añadir poco a

poco, 7,50 de ácido tartárico; luego, después de disolución, 4,50 gr. de sulfato de cobre cristalizado disuelto de antemano en 50 c. c. de agua; mezclar y completar a un litro. Si después de algunos días tenemos, por el hecho de impurezas, un precipitado cuproso o de alguna otra naturaleza, se filtra y se decanta la disolución que entonces es inalterable. Ella presenta una alcalinidad muy débil: 2 c. c. de solución son neutralizados por 1,4. c. c. de N.

4°. Solución fosfo-tungsto-molibdica. En un gran recipiente de cristal de 600 a 1.000 c. c. de capacidad, colocar:

| | |
|---------------------------|---------|
| Acido molibdico..... | 35 grs. |
| Tungstato de sodio..... | 5 „ |
| Sosa pura decinormal..... | 200 „ |
| Agua destilada | 200 „ |

hacer hervir hasta el desprendimiento completo del amoníaco existente siempre en el ácido molibdico; dejar enfriar; añadir ácido fosfórico al 85% (6°) 125 c. c.; completar con agua hasta 500 cc. y filtrar; la solución es inalterable. Se constata que 2 cc. de esta última solución, añadidos a 2 cc. de la solución cúprica, dan una mezcla incolora.

5°. Soluciones testigo de azúcar. Preparar por medio de glucosa pura desecada una solución al 10°/o que sirve de solución madre. De esta solución se obtiene la solución testigo I a 0,10 gr. % por dilución de 5 c. c.; la solución II a 0,20 gr. % por disolución de 5 c. c. en cantidad suficiente de agua para 250 c. c. de la solución madre en cantidad suficiente de agua para 500 c. c. La conservación de estas soluciones está asegurada por la adición de algunas gotas de xí- lol o detolueno.

Folín recomienda renovar cada mes las soluciones testigos, pero parece que su durabilidad es mayor, de manera que bien se puede operar con ellos en un tiempo mayor que el que recomienda Folín, con buenos resultados.

Material.—Para evitar las pérdidas debidas a la acción del aÍre, Folín opera el dosage con tubo especial en forma de cilindro de 20 X 200 milímetros continuado en su parte inferior por un tubo más estrecho de 9 milímetros de diámetro exterior sobre 40 milímetros de largo con una bola más o menos de 3,5 a 3,8 c. c. de capacidad. Este tubo debe llevar una raya a los 25 c. c. El puede ser fabricado fácilmente en el mis

mo laboratorio. Nosotros le hemos adaptado perfectamente los tubos de Roux.

Defecación de la sangre.—Se hace la toma de la sangre con una simple jeringuilla de inyecciones, pero bien precisa, y se lleva a un tubo de ensayo que contiene 7 c. c. de agua destilada; se agita para la mezcla íntima y se coloca sobre la mezcla 1 c. c. de la solución de tungstato de sodio al 10%; mezclar y añadir 1 c. c. de ácido sulfúrico a dos tercios normal. Agitar fuertemente por algunos segundos, filtrar en papel y repasar el filtrado hasta que el líquido quede completamente límpido. Si el enturbiamiento persistiere, sería suficiente llevar un tubo que contiene la mezcla al baño maría durante un minuto; enfriar, filtrar; este calentamiento no es casi siempre necesario. Así se obtiene un líquido casi neutro, cuyos 10 c. c. son neutralizados a lo más por gotas de solución decinormal de sosa cáustica; este filtrado puede ser conservado por muchos días mediante xílol.

Dosificación.—En los tubos de Roux se toman 2 c. c. de líquido sanguíneo filtrado y 2 c. c. de la solución cúprica. Por otra parte, se toman 2 c. c. de la solución testigo de glucosa II y colocar sobre ellos también 2 c. c. de la solución cúprica: es el tubo testigo que sirve para la comparación.

Se agitan los tubos sin invertirlos. Se llevan al baño maría en ebullición durante 15 minutos, se sacan y se dejan por tres minutos en agua fría. Sobre cada tubo, entonces, se colocan 2 c. c. de la solución fosfo-tungsto-molibdica, el precipitado se disuelve y asoma la coloración azul. Se lleva el contenido de los tubos a 25 c. c. con agua destilada. Se agitan virándolos. Después de 5 minutos se puede hacer ya el dosaje colorimétrico.

Notas sobre la medida colorimétrica.—Esta medida colorimétrica la, hemos verificado con el fotómetro de Pulfrich de Zeiss.

Entonces se llevan las soluciones al colorímetro. Con la sola condición de comparar la solución a titular con aquella de los dos testigos que más se le acercan, sería suficiente según Folín y Wu aplicar la fórmula habitual

$$\frac{.1X1}{-S}$$

siendo G el título del testigo.

E y S la densidad de este testigo y la de la sangre encontrada de coloración equivalente: y el método dará resultados exactos para los títulos en glucosa que varían de 0,14 a 0,80 miligramos en 2 c. c. de la toma de ensayo. No se puede decir que estos errores sean apreciables puesto que para una solución que tenga el 1,60%, se obtendrán 1,73 comparado al testigo 1 y 1,49 al testigo II.

La operación es preferible hacerla a la luz natural, antes que a cualquier fuente luminosa artificial. Entonces el colorímetro se coloca delante de una ventana bien iluminada. Para suprimir los errores no despreciables provenientes de la iluminación de los dos tubos sea de los reflejos del uno sobre el otro a pesar de la caja negra que los rodea, se llena primeramente los dos recipientes del aparato con las soluciones y luego se comparan colorimétricamente hasta que tengan la misma coloración los semídiscos coloreados.

Para el buen funcionamiento es necesario colocarlo en plena luz y en sitio tal, de que aún a esta luz los dos semídiscos presenten una misma coloración, con lo cual se evitan errores en la comparación de las soluciones. Entonces, a fin de poder estar seguros sobre la buena marcha del colorímetro, se compara a sí misma la solución testigo y así en la escala graduada que existe para el efecto de la medición, la igualdad de los dos semídiscos debe corresponder a 10 milímetros de la escala: cuando esto sucede quiere decir que la solución testigo está buena y se puede seguir con la comparación de la solución testigo a la que se trata de determinar. Entonces se conserva en una cubetita la solución testigo, en la otra se coloca la solución por determinar, se introduce el émbolo que siempre da a la solución un mismo espesor, y entonces por medio de movimientos giratorios se tratan de igualar los semídiscos.

Una vez igualados, nos queda por comparar y dosificar, lo cual es sumamente sencillo, bastan para ello dividir los 10 milímetros de la solución testigo para el número de milímetros que en la escala da a la igualdad de coloración, el resultado indica la cantidad de glucosa que existe en la sangre del enfermo que se trata de determinar.

OBSERVACIONES

| NOMBRE | E D A D | S E X O | GLUCOSA POR LITRO |
|--------------|-----------------|---------------------|-------------------|
| A. R..... | 60 años..... | Masculino..... | 0,97 |
| G. P..... | 30 años. | Masculino..... | 0,95 |
| F. E..... | 42 años..... | Masculino | 0,80 |
| R. S..... | 58 años..... | Masculino | 0,98 |
| G. G..... | 11 años..... | Masculino..... | 0,99 |
| M. A..... | 49 años..... | Masculino..... | 0,93 |
| L. A. I..... | 30 años. | Masculino. | 0,87 |
| V. V..... | 42 años . . . | Masculino | 1,10 |
| T. M..... | 40 años | Masculino..... | 1,14 |
| L. N..... | 16 años. | Masculino | 1,00 |
| H. í..... | 65 años. | Masculino. | 0,98 |
| M. M. | 36 años. | Masculino. | 0,93 |
| S. M..... | 32 años. | Masculino. | 0,95 |
| P. N..... | 22 años | Masculino. | 0,92 |
| J.N..... | 21 años | Masculino | 1,00 |
| E. C..... | 10 años _ _ _ _ | Masculino | 1,01 |
| A. O. N-... | 21 años | Masculino (antrax). | 1,49 |
| M. O. C,... | 35 años. | Femenino | 1,12 |
| O. N..... | 25 años. | Femenino | 1,10 |
| C. N..... | 38 años. | Masculino. | 1,14 |
| J.c..... | 24 años. | Masculino | 0,98 |
| | | - | 19.86 = 0,99 |

Término medio y variaciones máximas y mínimas.— Del cuadro que antecede se observa que la cifra máxima encontrada corresponde al 1,14 gr. por litro y una mínima de de 0,80 también por litro. Las dosificaciones en el poco nú-

mero de casos citados, nos da una cifra medía de glucosa en la sangre de 0,99 gr. por litro de sangre.

Esta cifra de glucosa en la sangre está de acuerdo con Rathery y Rívierre que citan una cifra normal de glucosa que oscila ante 0,90 a 1,10 gr.

por 1.000 con un término medio de 1, gr.

Rene y Clogne (París), según la misma técnica, dan

un porcentaje que oscila al rededor de 1,25 „

El Dr. Ludwig Pincussen (Berlín) dice oscilar entre 0,80 a 1, grs. por litro de sangre.

E Lenhartz y E Meyer (Alemania) concuerdan también con nuestra observación y citan cifras que varían desde 0,80 hasta 1,20 con un término medio de 1,00 „ Erich Leshke (Alemania)

índica cifras variantes entre 0,80 a 0,90 gr. por 1.000

Escudero (Argentina) cita como normal, según nuestro mismo método, una cifra medía de 1,10 „

con sus variaciones máximas y mínimas, considerándose como límite máximo normal la cantidad de 1,30.

Finalmente, el Dr. Enrique S. Rivadeneira, en su tesis sobre «Glicemia normal y glicemia en algunos casos patológicos», indica cifras de glucosa entre nosotros

máximas de 1,75 y mínimas de 1,25 con un

término medio de 1,47 „

debiéndose advertir que esta dosificación ha sido verificada mediante un procedimiento volumétrico, lo

cual da siempre un aumento de glucosa debido a las otras sustancias reductoras que normalmente existen

en la sangre. Sólo así nos explicamos la diferencia.

El dosaje de la glucemia según este método empleado, es el único procedimiento que nos serviría para poder diagnosticar una diabetes.

CONCLUSIONES

La media normal de glucosa en la sangre entre nosotros, es de 0,99 gr. por 1.000

Las cifras de glucosa en las mujeres es aproximadamente concordante con la de los hombres.

Esta media normal obtenida por nuestro método, es la aceptada generalmente.

Los procedimientos volumétricos dan cifras altas que en nada corresponden precisamente a la cantidad normal de glucosa en la sangre.