



La Prueba de Tolerancia a la Glucosa y su valor diagnóstico en los estudiantes de Bioanálisis clínico.

The proof of tolerance to the glucose and your diagnostic value in the students of clinical bioanalyses.

Arletis Ferrer Ramírez,¹ Dailenis González Castellano,² Daniela Magaña Ferrer,³ José Reynaldo Domínguez Pérez.⁴

1. Estudiante del 2^{do} año de Licenciatura en Bioanálisis Clínico. Alumna ayudante de Microbiología.
2. Estudiante del 2^{do} año de Licenciatura en Bioanálisis Clínico. Alumna ayudante de Procedimientos Técnicos Convencionales.
3. Estudiante del 2^{do} año de Licenciatura en Bioanálisis Clínico.
4. Licenciado en Química, Máster en Química Orgánica, Profesor auxiliar, Jefe de departamento de Postgrado y CIT.

Correspondencia: aboue@ucm.hlg.sld.cu

RESUMEN

Teniendo en cuenta las dificultades de los contenidos sobre la Bioquímica en los estudiantes de Bioanálisis Clínico debido a la dispersión de contenidos y mala base del pre-universitario se realizó de forma teórica una revisión bibliográfica del tema Prueba de tolerancia a la glucosa y su valor diagnóstico. El trabajo aborda la importancia de la Bioquímica y el metabolismo, evolución y obtención de glucosa en el organismo humano a través de la prueba de tolerancia a la glucosa para el diagnóstico de la diabetes mellitus, mediante la revisión de 37 artículos en los cuales se analiza aspectos sobre el concepto de Bioquímica, el concepto de glucosa y sus fases metabólicas e intervalo de referencia, breve resumen acerca de la diabetes mellitus y las fases y procedimientos de la prueba. Se concluye que la prueba de tolerancia a la glucosa es un examen de laboratorio de gran utilidad para el diagnóstico, control, prevención y tratamiento de la Diabetes Mellitus y verifica la forma en que el cuerpo metaboliza a la glucosa que constituye la fuente de energía del organismo controlada por las vías metabólicas de glucólisis, glucogénesis, glucogenólisis y gluconeogénesis.

Palabras claves: Bioquímica, glucosa, PTG (prueba de tolerancia a la glucosa).

ABSTRACT

Taking into account the difficulties of the contents on Biochemistry in the students of Clinical Bioanalysis due to the dispersion of contents and poor base of the pre-university, a bibliographic review of the topic Glucose tolerance test and its diagnostic value was carried out theoretically. The work addresses the importance of Biochemistry and the metabolism, evolution and obtaining of glucose in the human organism through the glucose tolerance test for the diagnosis of ladiabetes mellitus, by reviewing 37 articles in which sections on the concept of Biochemistry, the concept of glucose and its metabolic phases and reference interval, brief summary about diabetes mellitus and the phases and procedures of the test. It is concluded that the glucose tolerance test is a laboratory test very useful for the diagnosis, control, prevention and treatment of Diabetes Mellitus and verifies the way in which the body metabolizes the glucose that constitutes the energy source of the organism controlled by the metabolic pathways of glycolysis, glycogenesis, glycogenolysis and gluconeogenesis.

Keywords: Biochemistry, glucose, PTG (glucose tolerance test).

INTRODUCCION

La Bioquímica es el estudio de procesos metabólicos y moleculares de cambios fisiológicos como patológicos aplicados por métodos, técnicas y procedimientos de la química analítica, con el fin de obtener información útil e interpretación del diagnóstico y evolución de una enfermedad.¹

Esta ciencia en la carrera de Bioanálisis Clínico ha proporcionado gran conocimiento acerca del proceso metabólico de la glucosa que ocurre en el organismo humano y las pruebas diagnósticas de laboratorio que se utiliza para detectar una enfermedad, en la asignatura Metabolismo Intermediario y su Regulación.

Esta asignatura se imparte en el 2do año de la carrera de Bioanálisis Clínico, en la cual los estudiantes presentan diferentes dificultades en el proceso docente-educativo debido a la insuficiencia en la base del conocimiento de la asignatura de Biología y Química (la mala base del pre-universitario), dispersión de los contenidos y temor a la asignatura.

Todo esto ha traído consigo de que en los cursos docentes aún tengan afectaciones en las evaluaciones y pruebas educativas realizadas en los centros de enseñanza. Teniendo en cuenta lo antes planteado este trabajo pretende como: **Problema científico:**

¿Cómo contribuir al perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Metabolismo Intermediario y su Regulación (Bioquímica) en la carrera de Bioanálisis Clínico?

Objetivo.

Uno de los temas fundamentales de la asignatura Metabolismo Intermediario y su Regulación para la carrera Bioanálisis Clínico es la concentración de glucosa en sangre, ya que es la principal fuente del organismo humano, por tanto tenemos como objetivo: Explicar las características

fundamentales de la prueba de tolerancia a la glucosa teniendo en cuenta el metabolismo de la glucosa y su valor diagnóstico.

MÉTODO

Para la realización de este trabajo se desarrolló una revisión bibliográfica en la Biblioteca Virtual de Salud de Infomed en las bases de datos Scielo regional y Scielo Cuba, utilizando los descriptores: La Bioquímica en Ciencias Médicas, Análisis de Laboratorio Clínico, Diabetes Mellitus y con un total de 37 artículos.

DESARROLLO

La glucosa es el compuesto orgánico y la principal fuente de energía del organismo humano. Después de la absorción de los alimentos, el metabolismo de la glucosa procede de acuerdo con los requerimientos del organismo a su proceso metabólico.^{1,2} El conjunto de reacciones que constituyen el metabolismo de los carbohidratos interacciona con el metabolismo de los lípidos y de los aminoácidos.³ En él ocurren diversas fases: glucogénesis, que es la conversión de glucosa a glucógeno; glucogenolisis, que es la degradación del glucógeno a glucosa, la gluconeogénesis que es la formación de glucosa a partir de fuentes no glucídicas y glucólisis es el proceso de degradación de la glucosa a piruvato o lactato. (Ver figura 1, 2, 3,4).⁴

Cuando los intervalos de referencia de los niveles de glucosa en sangre son mayores, ocurre un desequilibrio en el organismo que trae como consecuencia una hiperglicemia, la cual es la cantidad excesiva de glucosa en la sangre es el hallazgo básico de la **Diabetes Mellitus**.^{5,6} Esta enfermedad es conocida como un síndrome heterogéneo originado por la interacción genético-ambiental de una hiperglicemia crónica debido al déficit en la secreción o acción de la insulina.^{7,8} (Ver figura 5).

En los laboratorios se realizan varias pruebas que tienen como objetivo diagnosticar, controlar y prevenir las enfermedades que ocurren en el organismo, una de ellas es la Prueba de tolerancia a la glucosa (PTG) que ayuda al proveedor de salud a determinar si tienes un alto riesgo de desarrollar diabetes o algún cambio en tu estilo de vida a través de las técnicas y fundamento para ser detectados y dar resultados.^{9,10} Esta prueba consiste hacer ingerir al paciente dosis altas de glucosa y observar en la forma que el organismo la metaboliza, mediante determinaciones de glicemia en sangre e investigación de la misma durante un período de tiempo que varía de acuerdo con distintas técnicas a realizar.¹¹ (Ver figura 6).

Método a utilizar en el laboratorio:

La técnica que se utiliza en los laboratorios para realizar la prueba de PTG es por el método enzimático glucosa-oxidasa que se determina en suero y plasma a través de la formación de una quinonimina.¹²

Fundamento:

Se realiza la comparación del valor de la glucosa basal con el valor medio 2 horas después de ingerir el paciente una sobrecarga oral de glucosa (75g de glucosa disuelto en un vaso de agua para personas de complejión normal).^{13,14}

Fase preanalítica:

La prueba puede realizarse en suero o plasma, obtenido de sangre con anticoagulante tales como el EDTA disódico o tetrasódico, EDTA dipotásico o heparina. La muestra, después de obtenida, debe ser procesada (centrifugada y decantada) en un período de tiempo no mayor de 60 minutos. Cuando la muestra va a demorar más tiempo sin ser procesada, es necesario añadirle un preservativo (fluoruro de sodio, 2 mg/ml) con el fin de evitar la glucólisis causada por las células sanguíneas.

Un elemento muy importante a tener en cuenta en las muestras, sobre todo en su conservación, es la glucólisis.^{15,16} En las muestras de sangre total se desarrolla la glucólisis in Vitro, por lo cual si se deja la sangre entera; o sea, sin separar el suero o plasma de los glóbulos, por un período de tiempo más o menos corto (en una hora se pierde alrededor de un 10% de la glucosa por esta causa), las cifras de glucosa que se obtendrán serán inferiores a las reales. Por lo tanto es necesario establecer normas de trabajo que impidan la glucólisis.^{17, 18}

Los reactivos deben estar a temperatura ambiente antes de empezar a trabajar. Es importante comprobar que se encuentren en buen estado (color, presencia o no de precipitados, etc.) y que no estén vencidos.¹⁹

Los equipos de lectura deben estar calibrados y no presentar fluctuaciones en su lectura. El baño maría debe estar a 37°C.

La cristalería debe estar limpia y las pipetas calibradas.

En Pacientes:

- Los 3 días precedentes, aplicar una dieta que contenga por lo menos 150g/día de carbohidratos.
- Guardar ayuno de 12h o no más de 16h, suprimiendo incluso el café. Solo agua.
- Prohibido fumar o realizar ejercicios, incluso ligero.
- No debe aplicarse la prueba a personas enfermas en las dos semanas precedentes.
- Se deben tener controladas algunas enfermedades endocrinas que alteran la prueba.
- Evitar fármacos como diuréticos, salicilatos, hipoglucemiantes y anticonvulsivantes por lo menos 3 días antes.²⁰

Fase analítica:

Es extremadamente importante respetar el tiempo y la temperatura de la reacción.

Desarrollo del método: (Ver tabla 1)

Tabla.1. Desarrollo del método de glucosa con el patrón (P), blanco (B) y muestra (M).

	B	P	M
Agua destilada	20 µl		
Patrón		20 µl	
Muestra			20 µl
Reactivo	2000 µl	2000 µl	2000 µl

Fuente: Libro. Estudio de laboratorio clínico y microbiológico. Editorial Ciencias Médicas, eciMED. La Habana, 2017.

- ❖ Incubar 15 minutos a 37°C en baño María.
- ❖ Leer contra blanco de reactivo en el filtro indicado por el fabricante del reactivo (prospecto adjunto).
- ❖ Cálculo: la concentración de la glucosa en suero se calcula por la fórmula fundamental de la colorimetría: $CM = \frac{DOM \times CP}{DOP}$
- ❖ La glucosa es lineal hasta 20 mmol/L.²¹

Cuando la muestra tenga concentraciones superiores hay que diluir la muestra con solución salina (NaCl al 0,9 %), volver a realizar la técnica y multiplicar el resultado por el título de dilución, informando entonces este último resultado.^{22, 23}

Ejemplo:

El resultado fue de 27 mmol/L, se diluye la muestra (suero o plasma), en solución salina (NaCl al 0,9 %): 0,5 ml de muestra + 0,5 ml de solución salina (NaCl al 0,9 %) el título de dilución sea 2. Se realiza nuevamente la técnica con esta dilución y el resultado se multiplica por 2, este sería el resultado final.

En Paciente:

- Se debe permanecer en absoluto reposo, sin ingerir alimentos, ni fumar después de la primera extracción hasta la próxima.
- Pueden ocurrir mareos o náuseas durante la prueba.²⁴

Fase pos analítica:

En esta fase hay que analizar si los resultados obtenidos son los correctos; esto se hace mediante el análisis del control de calidad de la glucosa, comprobando que los resultados de los patrones, calibradores y controladores se encuentren en el rango permisible.²⁵ Si todo está en control se procede al informe de los resultados. De no ser así hay que analizar cual o cuales fueron los causantes de este mal resultado, eliminarlos y volver a realizar la tanda de trabajo.²⁶

En Paciente:

- Puede comer o ingerir cualquier líquido normalmente.

- Se debe administrar hipoglucemiantes a las personas que lo necesitan tan pronto termine la prueba.

Valores de referencia: según los que traiga el juego de reactivos. Ejemplo 4,2 – 6,2 mmol/L.^{27, 28}

Los autores del presente trabajo tienen como criterio que las fases analíticas, preanalítica y posanalítica realizados en el trabajo habitual de los laboratorio son de gran importancia para el médico y el personal del laboratorio, ya que establecen la correcta información y preparación del paciente a la hora del examen y que además de ellas depende en gran medida la calidad de los resultados obtenidos, correspondientes a la patología o afección del paciente.

Procedimiento:

- Entre las 7h-8h de la mañana, después de un ayuno de 12h y luego de 30min de reposo, se obtiene muestra de sangre venosa para determinar glucosa plasmática. Con la PTG se realiza la comprobación del valor basal de la glucosa con el valor medido 2h después de ingerir una sobrecarga oral de glucosa (aproximadamente 75g de glucosa disueltos en un vaso de agua, para personas de complejión normal). Está contraindicada en aquellos pacientes en los que se ha constatado, en más de una ocasión, una hiperglicemia en ayunas.^{29, 30.}
- Los valores esperados son: para el basal, de 4 a 6,4 mmol/L, y a las 2h, menor que 7,6 mmol/L.
- La próxima extracción se realiza según las indicaciones del médico (a las 2h o cada 1h).
- En caso de existir náuseas, mareos, sudoración u otra manifestación de hiperactividad del sistema nervioso vegetativo, debe extraerse una muestra sanguínea inmediatamente o suspender la prueba.
- Si el paciente vomita la solución de glucosa, o sea el test queda invalido y se debe repetir 3 días después.
- Si la primera determinación es superior a 11 mmol/L el test debe suspenderse o de lo contrario debe ser monitoreado por las posibles reacciones severas o el coma.
- A los pacientes con glucosa en ayunas por encima de 11,1 mmol/L no debe realizársele esta prueba.^{31, 32, 33}

Intervalo de referencia de glucosa:

- 4.2 – 6.11 mmol/l (en ayuno)
- Menor de 7.8 mmol/l (después de las dos horas)³⁴

Variaciones fisiopatológicas:

Elevada en:

- Diabetes mellitus.
- Estrés agudo; Ej.: infarto del miocardio, infecciones severas, traumas craneoencefálicos.
- Pancreatitis.
- Hipertiroidismo.

- Daño por trauma cerebral

Disminuida en:

- Sobredosis de insulina.
- Ayuno prolongado.
- Sepsis bacteriana.
- Necrosis hepática.
- Enfermedad por almacenamiento de glucógeno.

Los autores tienen el criterio de que todas estas irregularidades ocurren debido al desequilibrio que produce el páncrea al no secretar suficiente insulina, lo que trae como consecuencia el resultado de una deficiencia de insulina y la aparición de enfermedades físicas-patológicas.³⁵

CONCLUSIONES

La prueba de tolerancia a la glucosa es un examen de laboratorio de gran utilidad para el diagnóstico, control, prevención y tratamiento de la Diabetes Mellitus y verifica la forma en que el cuerpo metaboliza a la glucosa que constituye la fuente de energía del organismo controlada por las vías metabólicas de glucólisis, glucogénesis, glucogenolisis y gluconeogénesis.

RECOMENDACIONES

Recomendamos al resto del claustro de profesores continuar trabajando en la confección de otros materiales que le faciliten a los educandos el estudio y la comprensión del contenido de Metabolismo Intermediario y su Regulación de la asignatura de la Bioquímica que en ocasiones se torna muy complicado para ellos. Por eso, mientras no se realicen procesos investigativos y los profesores no cuestionen sus métodos y modifiquen sus criterios evaluativos, continuarán los malos errores y resultados por parte de los estudiantes

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Van Holde A. Bioquímica 3ª edición. Editorial Pearson Addison Wesley. Madrid, España 2002, 628-639.
2. Más Martín JC. Laboratorio Clínico. Edición revolucionaria. Universidad de Ciencias Médicas. La Habana. 1996; 197-198.
3. Colectivo de autores. Estudios de Laboratorio Clínico y Microbiología: Estudios de los carbohidratos. Editorial Ciencias Médicas. La Habana 2017 tema 17; 125.
4. McMurry J. Química Orgánica, 1988; 866. ISBN 0534079687.
5. López Martínez J; Mesejo Arizmendi A; Montejo González JC. Nutrición artificial en la hiperglucemia y Diabetes Mellitus en pacientes críticos (en español). Nutr. Hosp. [online]. 2005, vol.20, [citado 2010-01-07]; 34-37. ISSN 0212-1611.

6. Muzzo B, Santiago et al. Prevalencia Y Características de la Hiperglicemia Incidental en Niños (en español). 2007, vol.34; 233-239.
7. Larsen ML, Hørder M, Mogensen E.F (1990). Effect of long-term monitoring of glycosylated hemoglobin levels in insulin-dependent diabetes mellitus. Engl. J. Med.323 (15): 1021-5. PMID 2215560.
8. Costa B. Cabre JJ. Martín F. Síndrome metabólico, resistencia a la insulina y diabetes. Tarragona. España. 2002. Consultado el 28/04/2012.
9. Colectivo de autores. Hematología clínica. La Habana 2010; 118.
10. Kolmer John A: Métodos de laboratorio. Madrid .1989; 300.
11. Chediak M. Lecciones de química clínica. Barcelona. 2005; 240-245.
12. Seligson D. Métodos seleccionados de análisis clínicos. España.2000; 150-160.
13. Más Martín JC. Laboratorio Clínico. Edición revolucionaria. Universidad de Ciencias Médicas. La Habana.1996; 197-198.
14. Campbell Mary K, Farrell Shaw O. Bioquímica 4ª edición. Editorial Thomson International. México D.F, 2004; 497-501.
15. Merriam Webster O. Diccionario: Dextrosa, consultado el 15 de septiembre de 2009; 80.
16. Murray Robert K, Mayes Peter A, Granner Daryl K, Rodwell W. Bioquímica de Harper, 14ª edición. Editorial Manual Moderno, México D.F 2001; 233-244.
17. Acosta AM et al. Determinación del índice de resistencia insulínica mediante HOMA en una población de la Región Metropolitana de Chile. Revista médica de Chile. 2002. Vol.130; 11.
18. Zamora D et al. Mecanismos moleculares de resistencia a la insulina. 2004. Volumen 11. Número 3; 114-124.
19. Martín Artacho A, Lozano Leal R). La repostería básica profesional. Editorial Visión Libros. 2007; 25. ISBN 9788498219173.
20. Benyon S, Roach J. Lo esencial en metabolismo y nutrición. Editorial Harcourt Brace. Madrid, España 2013; 89-91.
21. Devlin T M. *Bioquímica*, 4ª edición. Barcelona. 2006; 84.
22. Gil Hernández A. Tratado de Nutrición. 2a ed. Tomo II: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. Ed. Médica Panamericana.2010; 228. ISBN 9788498353471.
23. Ponomarev V, Migarskaya LB. Heats of combustion of some amino-acids, Russ. J. Phys. Chem. (Engl. Transl.).1960; 1182-83.
24. Nodarse O. Interpretación semiológica de los análisis clínicos.2001; 200-230.
25. Harrison P. Principios de Medicina Interna. 2006 Capítulo 338. 16a edición. McGraw-Hill.
26. Martín Artacho A, Lozano Leal R). La repostería básica profesional. Editorial Visión Libros. 2007; 25. ISBN 9788498219173.
27. Hernández C. Bioquímica Médica Tomo 3. Editorial Ciencias Médicas. La Habana 1999. Capítulo 44; 743-766.

28. Webster M. Dextrosa: Definición del diccionario en línea de dextrosa.
29. Colectivo de autores. Estudio de laboratorio clínico y microbiológico. Editorial Ciencias Médicas. La Habana, 2017; 125-128.
30. Real Ilufrio Y. Selección de temas para técnicos básicos de laboratorio clínico. Editorial Ciencias Médicas. La Habana. 2007; 29-36.
31. Colectivo de autores. Estudios de Laboratorio Clínico y Microbiológico: Estudios de los carbohidratos. Editorial Ciencias Médicas. La Habana 2017 tema 17; 125.
32. Colectivo de autores. Medicina preventiva de Santa Fe: Prueba de tolerancia oral a la glucosa. Consultado el 4 de mayo de 2013; 124-126.
33. Álvarez Rodríguez A. Bioquímica: Metabolismo de Carbohidratos: Academia de Bioquímica, 1990; 64-70.
34. Suardíaz J, Cruz C, Colina A. Laboratorio Clínico. Editorial de Ciencias Médicas 2004. La Habana. Capítulo 11; 95.
35. Colectivo de autores. BD diabetes: Sobrecarga oral de la glucosa. Consultado el 4 de mayo de 2013; 24.
36. <https://www.google.com/search>
37. <https://pt.slidehare.net>