



UNIVERSIDAD DEL SURESTE (UDS).

DOCENTE: DR. GUILLERMO DEL SOLAR VILLARREAL.

ALUMNA: EVELIN SAMIRA ANDRES VELAZQUEZ.

LICENCIATURA: MEDICINA HUMANA.

MATERIA: BIOQUÍMICA.

TEMA: MANUAL DE BIOQUÍMICA CLÍNICA.

MANUAL DE BIOQUÍMICA CLÍNICA

Un manual es un documento que contiene en forma ordenada y sistemática información o instrucciones sobre algún tema específico. Los manuales nos permiten comprender mejor el funcionamiento de algo, o acceder, de manera ordenada y concisa, al conocimiento de algún tema o materia.

La bioquímica clínica es la rama de la medicina que se ocupa del estudio de los aspectos bioquímicos de la vida humana en la salud y en la enfermedad, y que la aplicación de los métodos bioquímicos de laboratorio para el diagnóstico, control del tratamiento, prevención e investigación de los procesos patológicos. La bioquímica clínica es fundamental para la práctica de medicina, debido a que muchas enfermedades tienen una base bioquímica que explica los fenómenos patológicos a nivel molecular. La aplicación de los principios de esta ciencia en el análisis de líquidos y tejidos ha servido desde hace varias décadas como una ayuda valiosa para los médicos en el diagnóstico y pronóstico, así como en el seguimiento de la evolución de una enfermedad.

La bioquímica clínica es un campo multidisciplinario cuya finalidad es la aplicación de la ciencia química para contribuir a la resolución de problemas de salud.

La función del laboratorio de Bioquímica Clínica es realizar análisis, tanto cualitativos como cuantitativos, en fluidos corporales como sangre, orina, líquido seminal, líquido cefalorraquídeo, etc. Para que los resultados de dichos análisis sean útiles a los médicos en el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de una enfermedad, éstos deberán realizarse bajo un estricto control de calidad logrando niveles óptimos de precisión y exactitud, características deseables en cualquier resultado de diagnóstico.

La bioquímica clínica aporta grandes beneficios a las siguientes áreas:

Química Farmacéutica Biológica, Bioanálisis, Medicina, Biología y Nutrición, entre otros.

Los objetivos de este trabajo son:

- Describir brevemente la importancia de los análisis bioquímicos en la medicina clínica.
- Comentar consideraciones que deben tenerse en mente cuando se solicitan análisis de laboratorio y se interpretan los resultados.
- Nombrar los principales análisis que se usan para evaluar la función del hígado, los riñones, la tiroides y suprarrenales, y tener un entendimiento general de los mismos.

IMPORTANCIA DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO EN MEDICINA CLÍNICA

Los análisis de laboratorio constituyen una importante ayuda para médicos y otros trabajadores del cuidado de la salud en el establecimiento de diagnósticos y la emisión de otros juicios clínicos. Se comentarán análisis bioquímicos con algunas excepciones. Los análisis de laboratorio constituyen sólo una parte del proceso diagnóstico en medicina clínica. Se ha afirmado que un médico experimentado puede llegar a un diagnóstico relativamente exacto en ~80% de los casos, basado únicamente en un interrogatorio y examen físico exhaustivos; sin embargo, algunos pueden dudar de la validez de esta afirmación. Hoy en día los análisis bioquímicos y otros análisis de laboratorio casi siempre son una parte importante del proceso diagnóstico general. Con todo, el uso de investigaciones bioquímicas y de análisis de laboratorio no está confinado a diagnósticos de enfermedades. Dos preguntas importantes que deben responderse antes de solicitar cualquier investigación de laboratorio son: ¿qué información útil obtendré al solicitar este análisis? Y ¿ayudará al paciente? Los conceptos que se comentan contribuirán a responder estas preguntas y ayudarán a hacer uso prudente de los análisis de laboratorio en el manejo de pacientes.

CUADRO 56-1 Principales usos de análisis bioquímicos, con ejemplos seleccionados para cada uno

| Usos | Ejemplos seleccionados |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Confirmar el diagnóstico de enfermedades específicas | Uso de la concentración plasmática de troponina cardíaca I (cTI) en el diagnóstico temprano de infarto de miocardio. |
| Sugerir tratamiento racional de enfermedad | Una concentración alta de colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL) es una indicación para terapia con fármacos que disminuyen el colesterol (como las estatinas) en personas que tienen riesgo de enfermedades cardiovasculares. |
| Se usan como pruebas de detección para el diagnóstico temprano de ciertas enfermedades | La medición de la concentración de hormona estimulante de la tiroides (TSH) en recién nacidos ayuda en el diagnóstico de hipotiroidismo congénito. |
| Ayudan a vigilar el progreso de ciertas enfermedades | La actividad de alanina aminotransferasa (ALT) sérica se usa para vigilar el progreso de la hepatitis viral. |
| Ayudan a evaluar la respuesta de las enfermedades a la terapia | En pacientes con hipotiroidismo o hipertiroidismo, la medición de las cifras de TSH ayuda a vigilar la respuesta de los pacientes al tratamiento. |
| Revelan las causas y los mecanismos de enfermedad fundamentales | Demuestran la naturaleza del defecto genético en la fibrosis quística. |

CAUSAS DE ANORMALIDADES DE LAS CONCENTRACIONES DE ANALITOS MEDIDAS EN EL LABORATORIO

Muchísimos padecimientos y trastornos pueden llevar a anomalías de la concentración de diversas moléculas (analitos) medidas en laboratorios clínicos. Los padecimientos que causan cifras anormales de analitos son diversos. Por ejemplo, cuando ocurre lesión de tejido, da lugar a daño de membranas celulares y un incremento de la permeabilidad de la membrana plasmática de las células afectadas. Esto lleva a escape de moléculas intracelulares hacia la sangre, lo que hace

que aumenten sus concentraciones en sangre. En otros casos, la síntesis de ciertas moléculas está aumentada o disminuida. La insuficiencia renal y la insuficiencia hepática llevan a la acumulación de diversas moléculas en la sangre, debido a incapacidad del órgano afectado para excretar el analito de interés o metabolizarlo.

CUADRO 56-2 Causas comunes de anomalías en analitos medidos en laboratorios clínicos

| Enfermedad o estado | Ejemplos seleccionados |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ciertos estados fisiológicos | Concentración alta de hCG durante el embarazo, cifras altas de lactato en sangre después de ejercicio extenuante. |
| Cambios del volumen de líquido corporal | La hipernatremia (concentración sérica alta de sodio) puede acompañar a la deshidratación debido a sudoración o vómitos excesivos. |
| Cambios del equilibrio del pH | La concentración sérica de bicarbonato está baja en la acidosis metabólica (p. ej., cetoacidosis diabética) y alta en la alcalosis metabólica (p. ej., vómitos graves). |
| Cambios de la función endocrina | La TSH sérica está baja en el hipertiroidismo primario y alta en el hipotiroidismo primario. |
| Cambios del estado nutricional | La albúmina sérica está baja en la malnutrición proteínico-energética (PEM). |
| Lesión o muerte celular | La creatinina cinasa-MB (CK-MB) y las troponinas específicas para el corazón, séricas, están altas después de lesión cardíaca. La amilasa pancreática sérica está alta en pacientes con pancreatitis aguda. |
| Enfermedades inflamatorias agudas o crónicas (incluso infecciones) | La proteína C reactiva (CRP) está alta en enfermedades inflamatorias. |
| Enfermedades genéticas | La concentración plasmática de fenilalanina está alta en la fenilcetonuria. |
| Insuficiencia de órgano | Las concentraciones séricas de creatinina y urea están altas en la insuficiencia renal. |
| Traumatismo | La concentración sérica de mioglobina puede estar alta después de lesión/traumatismo muscular. |
| Cáncer | Diversos marcadores tumorales están altos en cánceres específicos, por ejemplo, la alfa fetoproteína en el carcinoma hepatocelular. |
| Fármacos | Los quimioterápicos para cáncer aumentan la concentración sérica de ácido úrico. |
| Venenos | Los venenos organofosforados disminuyen la actividad de butiril colinesterasa en la sangre. |
| Otros | El estrés puede aumentar las concentraciones séricas de cortisol y catecolamina. |

VALIDEZ DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

Los buenos laboratorios diagnósticos están sujetos a inspección y procedimientos reguladores de manera cotidiana; éstos evalúan la validez de sus resultados y aseguran control de calidad de sus reportes. Esas medidas asegurarán que el valor de la concentración, actividad o cantidad de una sustancia en un espécimen reportado por un laboratorio clínico represente el mejor valor obtenible con el método, los reactivos y los instrumentos usados, y por el personal técnico involucrado en la obtención del espécimen y el procesamiento del mismo. Es importante que el personal médico posea conocimientos básicos acerca de la validez de los resultados de laboratorio y su interpretación. **La exactitud** es el grado de concordancia de un valor estimado de un analito con el valor “verdadero” del analito en la muestra. **La precisión** denota la reproducibilidad de un análisis, y es la capacidad del método usado para producir de manera constante el mismo valor cuando un analito en una muestra se mide repetidas veces. Se expresa como la variación que se observa cuando se realizan estas mediciones repetidas del analito. La precisión no es absoluta, sino que está sujeta a variación inherente en la complejidad del método usado, la estabilidad de los reactivos, la exactitud del estándar primario usado, la complejidad del equipo utilizado para el análisis, y la habilidad del personal técnico involucrado. En cada laboratorio deben mantenerse datos sobre precisión (reproducibilidad) que puedan expresarse estadísticamente en términos de desviaciones estándar (SD) desde el valor medio obtenido mediante análisis repetidos de la misma muestra.

EVALUACIÓN DE LA VALIDEZ DE UN ANÁLISIS DE LABORATORIO

El valor clínico de un análisis de laboratorio depende de su especificidad, sensibilidad y la prevalencia de la enfermedad en la población probada. **La sensibilidad** es el porcentaje de

resultados positivos en pacientes que tienen la enfermedad, un análisis debe tener sensibilidad de 100%, esto rara vez se alcanza. Los análisis de laboratorio a menudo tienen sensibilidad más baja durante las etapas tempranas de muchas enfermedades, en contraste con su sensibilidad más alta en enfermedad bien establecida. En análisis bioquímicos, sensibilidad se refiere a la capacidad del método para detectar cambios pequeños de la concentración del analito. La concentración más baja del analito que puede detectarse de manera fiable se llama límite de detección. Por lo general, una prueba muy sensible tendrá un límite de detección muy bajo. **La especificidad** se refiere al porcentaje de resultados negativos entre personas que no tienen la enfermedad. Las pruebas deben ser 100% específicas. En análisis bioquímicos, la especificidad también puede indicar si sustancias o factores que no son los que se están midiendo influyen sobre el análisis de alguna manera (interferencia positiva o negativa). El valor predictivo de un resultado positivo en un análisis (valor predictivo positivo) define el porcentaje de resultados positivos que son positivos verdaderos. De modo similar, el valor predictivo de un resultado negativo en un análisis (valor predictivo negativo) define el porcentaje de resultados negativos que son negativos verdaderos. Esto se relaciona con la prevalencia de la enfermedad. Hay fórmulas para calcular la sensibilidad, la especificidad y el valor predictivo de un análisis diagnóstico. Un análisis diagnóstico ideal es aquel que tiene sensibilidad de 100% y especificidad de 100%; esto no es verdadero para casi todos los análisis disponibles hoy en día, si no es que para todos. Antes de solicitar un análisis, es importante intentar determinar si la sensibilidad, la especificidad y el valor predictivo del análisis son adecuados para proporcionar información útil. El resultado obtenido debe influir sobre el diagnóstico, el pronóstico o la terapia, o llevar a un mejor entendimiento del proceso morboso y beneficiar al paciente.

CUADRO 56-3 Cuadro dos por dos que ilustra los conceptos de sensibilidad, especificidad y valores predictivos

| | | ¿El paciente tiene la enfermedad? | |
|-------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| | | Sí | No |
| ¿Cuál es el resultado de la prueba? | Positivo | Positivo verdadero (a) | Positivo falso (b) |
| | Negativo | Negativo falso (c) | Negativo verdadero (d) |
| Sensibilidad | = | $\frac{\text{Positivo verdadero (a)} \times 100}{\text{Número de pacientes que tienen la enfermedad (a + c)}}$ | |
| Especificidad | = | $\frac{\text{Negativo verdadero (d)} \times 100}{\text{Número de pacientes que no tienen la enfermedad (b + d)}}$ | |
| Valor predictivo positivo | = | $\frac{\text{Positivo verdadero (a)} \times 100}{\text{Número de pacientes que tienen resultado positivo en un análisis (a + b)}}$ | |
| Valor predictivo negativo | = | $\frac{\text{Negativo verdadero (d)} \times 100}{\text{Número de pacientes que tienen resultado negativo en un análisis (c + d)}}$ | |

VARIABLES QUE AFECTAN VALORES DE ANÁLISIS

La edad y el sexo, y muchos otros factores (variables preanalíticas) pueden afectar valores de analitos e influir sobre sus rangos normales. Éstos incluyen raza, ambiente, postura, variaciones diurnas y otras variaciones cíclicas, embarazo, ayuno o estado posprandial, alimentos consumidos, fármacos y ejercicio. Siempre tiene importancia preguntar a un paciente si está tomando algún medicamento. Los valores de analitos también pueden estar influidos por el método de recolección del espécimen. La recolección inexacta de orina durante un periodo de 24 h, la hemólisis de una muestra de sangre, la adición de un anticoagulante inapropiado, y los instrumentos de vidrio u otros aparatos contaminados, son otros ejemplos de errores preanalíticos que pueden ocurrir. Los errores también pueden asociarse con el análisis de muestras. Los errores por azar son los errores que no pueden identificarse fácilmente y que por lo general se asocian con análisis manuales. La

automatización de los análisis puede disminuir de manera significativa los errores por azar. Por otro lado, los errores sistemáticos son errores inherentemente asociados con el método de análisis, y dan lugar a resultados inexactos. Éstos a menudo se pueden identificar y corregir si se siguen de manera adecuada procedimientos de control de calidad.

INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

En general se considera que los valores normales son los que caen dentro de dos desviaciones estándar (SD) (± 2 SD) del valor medio para una población sana. Este rango de valores constituye un rango de referencia, que se construye con base en los resultados para un analito obtenidos a partir de una población particular. Se construyen y se usan otros rangos de referencia para el mismo analito para otras poblaciones sanas, como mujeres adultas, recién nacidos, lactantes, adolescentes y ancianos. Estos rangos por lo general abarcan 95% de la población seleccionada. Los rangos normales o de referencia varían con el método empleado, el instrumento analítico usado, y las condiciones de recolección de los especímenes y preservación de los mismos. Los rangos normales establecidos por laboratorios individuales deben expresarse con claridad para asegurar la interpretación apropiada de los resultados de análisis de laboratorio. La interpretación de los resultados de análisis de laboratorio siempre debe relacionarse con el estado del paciente. Un valor bajo puede ser el resultado de un déficit, o de dilución de la sustancia medida. La desviación desde lo normal puede asociarse con una enfermedad específica, o con algún fármaco consumido por el sujeto. El papel del médico en la evaluación de la probabilidad de enfermedad en los individuos analizados es de lo más importante. Es necesario que haya una certeza razonable acerca de la presencia o ausencia de una enfermedad antes de que se busque un marcador sustituto para el padecimiento; esto asegurará la interpretación óptima de los resultados del análisis. Siempre que se obtenga un resultado poco común o inesperado, hay que consultar a un bioquímico clínico antes de iniciar algún tratamiento con base en el resultado, para asegurarse de que no ha ocurrido error preanalítico. Si no se detecta tal error, debe repetirse el análisis a fin de excluir un error analítico.

LA REALIDAD DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO —UNA PERSPECTIVA SOBRE SU USO

Es necesario tener siempre en mente que los análisis de laboratorio sirven como marcadores sustitutivos para enfermedad tisular. No proporcionan evidencia definitiva de esa enfermedad y no deben usarse como el único medio por el cual se haga un diagnóstico en un paciente. La información que se obtiene a partir de análisis de laboratorio necesita combinarse con una historia clínica y con datos de otras investigaciones para llegar a una decisión diagnóstica. Los resultados de muchas pruebas diagnósticas usadas en la práctica clínica a menudo se clasifican como positivos o negativos. Esto es conveniente desde los puntos de vista matemático y clínico; esas categorizaciones dicotómicas pueden no representar la realidad clínica, ya que los estados de enfermedad a menudo yacen en un espectro, y esas demarcaciones rígidas pueden llevar a errores en el diagnóstico.

AUTOMATIZACIÓN DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

En los laboratorios clínicos modernos se usa un alto grado de automatización. Los analizadores automatizados mejoran la eficiencia y reducen los errores por azar que siempre se asocian con

métodos manuales. La fase preanalítica de los análisis de laboratorio también puede automatizarse, lo que disminuye el retraso entre la recolección de la muestra y el análisis.

PRUEBAS DE FUNCIÓN DE ÓRGANO

Los análisis que proporcionan información acerca del funcionamiento de órganos particulares a menudo se agrupan juntos como pruebas de función de órgano, y a veces un médico las solicita juntas. Las pruebas de función de órgano que se practican comúnmente.

PRUEBAS DE FUNCIÓN HEPÁTICA (LFT)

Las LFT son un grupo de análisis que ayudan en el diagnóstico, la vigilancia de la terapia y la evaluación del pronóstico de enfermedad del hígado. Cada análisis evalúa un aspecto específico de la función del hígado. Los aumentos de la concentración de bilirrubina sérica ocurren debido a muchas causas, y dan lugar a ictericia. Las concentraciones bajas de proteína sérica total y albúmina se observan en trastornos hepáticos crónicos, como la cirrosis. El tiempo de protrombina (PT) puede estar prolongado en trastornos agudos del hígado debido a la síntesis alterada de factores de la coagulación. Las actividades de la alanina aminotransferasa (ALT) y aspartato aminotransferasa (AST) séricas están significativamente altas varios días antes del inicio de ictericia en la hepatitis viral aguda. Se considera que la ALT es más específica para el hígado que la AST, dado que esta última puede estar alta en casos de lesión de músculo cardíaco o esquelético, no así la primera. La actividad de fosfatasa alcalina (ALP) sérica está alta en la ictericia obstructiva. Una actividad alta de ALP sérica también puede observarse en enfermedades óseas. Asimismo, el hígado es el sitio primario de detoxificación de amoníaco (en el ciclo de la urea). El aumento de la concentración de amoníaco en sangre es un signo importante de insuficiencia hepática, y desempeña un papel importante en la patogenia de la encefalopatía hepática en pacientes con cirrosis hepática e hipertensión portal. La concentración de amoníaco en sangre también puede estar alta en presencia de trastornos del ciclo de la urea.

CUADRO 56-4 Pruebas de función hepática importantes

| Análisis | Aspecto evaluado de la función del hígado | Principal utilidad |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Concentraciones séricas de bilirrubina (total y conjugada) | Indicador de la capacidad del hígado para conjugar bilirrubina y excretarla (funciones de conjugación y excretora) | Ayuda en el diagnóstico diferencial de ictericia (cuadro 31-3) |
| 2. Proteína y albúmina séricas totales | Mide la función biosintética del hígado, puesto que este órgano es el sitio primario de síntesis de casi todas las proteínas plasmáticas | Indicador de la gravedad de enfermedad hepática crónica |
| 3. Tiempo de protrombina | Mide la función biosintética del hígado, dado que varios factores de la coagulación se sintetizan en dicho órgano | Indicador de la gravedad de enfermedad hepática aguda |
| 4. Enzimas séricas: | | |
| a. Aspartato aminotransferasa (AST) | Sirve como un indicador de lesión de hepatocitos, que contienen AST en abundancia | Las actividades de AST y ALT séricas son indicadores tempranos de daño hepático. También ayudan a vigilar la respuesta al tratamiento |
| b. Alanina aminotransferasa (ALT) | Sirve como un indicador de lesión de hepatocitos, que contienen ALT en abundancia | |
| c. Fosfatasa alcalina (ALP) | Sirve como un indicador de obstrucción biliar | |
| 5. Amoníaco en sangre | Indicador de la capacidad del hígado para detoxificar amoníaco | La concentración está alta en la cirrosis hepática con hipertensión portal y en trastornos del ciclo de la urea |

La proporción albúmina: globulina (proporción A:G) proporciona información clínica útil. La proporción normal varía de 1.2:1 a 1.6:1. Una reversión de la proporción A:G puede observarse en padecimientos en los cuales la concentración de albúmina es baja (hipoalbuminemia) o en las globulinas están anormalmente altas. La reversión de la proporción A:G a menudo es la primera

investigación que suscita la sospecha de mieloma múltiple. Un examen general de orina completo proporciona información valiosa sobre la función renal. Incluye evaluación de las características físicas y químicas de la orina. Las características físicas que se evalúan son el volumen urinario, olor, color, aspecto, densidad y pH. Es anormal que la orina contenga proteína, glucosa, sangre, cuerpos cetónicos, sales biliares y pigmentos biliares, que aparecen en diferentes enfermedades. Cuando la porción de la tira que contiene las sustancias químicas se sumerge en una muestra de orina, reaccionan con constituyentes específicos de la orina y producen un cambio de color que es proporcional a la concentración de esa sustancia en la muestra de orina. La urea y creatinina séricas son indicadores de la función renal; estas dos sustancias se excretan principalmente en la orina. Por ende, el deterioro de la función renal se relaciona con aumento de las concentraciones séricas de estas sustancias. La creatinina se considera un mejor indicador de la función renal que la urea porque su concentración sanguínea no es afectada significativamente por factores no renales, la hace un indicador específico de la función renal. Varios factores “prerrenales” y “posrenales” aumentan de manera significativa la concentración de urea en sangre y es indetectable mediante pruebas habituales. La presencia de proteína en la orina se denomina proteinuria. La proteinuria es un signo importante de enfermedad renal. La causa más común de proteinuria es la pérdida de la integridad de la membrana basal glomerular (proteinuria glomerular). La proteinuria también puede depender de otras causas (sobreflujo, tubular y posrenal). La principal proteína que se encuentra en la proteinuria glomerular es la albúmina, que es el dato característico de esta enfermedad. La microalbuminuria se define como la presencia de 30 a 300 mg de albúmina en orina de 24 h. Se considera un factor predictivo temprano e independiente de daño renal y mortalidad de origen cardiovascular en pacientes con diabetes mellitus.

CUADRO 56-6 Algunos constituyentes anormales de la orina

| Constituyente | Importancia clínica | Ejemplos de enfermedades en las cuales se presenta |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proteína | Proteinuria glomerular se refiere a la presencia de albúmina en la orina debido a pérdida de la integridad de la membrana basal glomerular | Síndrome nefrótico, glomerulonefritis aguda, nefropatía diabética, etc. |
| | La proteinuria por sobreflujo se debe a la presencia de concentraciones anormalmente altas de proteínas de bajo peso molecular en el plasma, que son filtradas por el glomérulo y, así, aparecen en la orina | Mieloma múltiple (aparecen cadenas ligeras de inmunoglobulinas en la orina, lo que da por resultado proteinuria de Bence-Jones) |
| | Proteinuria tubular se refiere a la presencia de proteínas de bajo peso molecular (como la β_2 -microglobulina) en la orina, debido a resorción alterada de estas proteínas por el túbulo proximal | Síndrome de Fanconi, nefrotoxicidad debida a antibióticos aminoglucósidos, metales pesados, etc. |
| | Proteinuria posrenal se refiere a la presencia de proteínas en la orina derivadas de las vías urinarias | Infección de las vías urinarias (UTI) que da lugar a exudados inflamatorios en la orina |
| Glucosa | Glucosuria hiperglucémica: la presencia de glucosa en la orina por lo general se observa cuando la glucosa plasmática aumenta por arriba del umbral renal de ~180 mg/dl | Diabetes mellitus no controlada |
| | Glucosuria renal: presencia de glucosa en la orina debido a resorción alterada de glucosa en los túbulos proximales | Síndrome de Fanconi y defectos hereditarios en el transportador de sodio-glucosa 2 (SGLT2) |
| Cuerpos cetónicos | Se observan concentraciones detectables de orina (cetonuria) en enfermedades que se caracterizan por cetogénesis aumentada | Cetoacidosis diabética y por inanición |
| Sangre | Hematuria se refiere a la presencia de eritrocitos en la orina, debido a sangrado hacia las vías urinarias | Cálculos renales o infecciones de las vías urinarias |
| | Hemoglobinuria se refiere a la presencia de hemoglobina en la orina, que ocurre debido a hemólisis intravascular | Transfusiones sanguíneas incompatibles, paludismo, etc. |
| Sales biliares y pigmentos biliares | La presencia de éstos en la orina se asocia con obstrucción de las vías biliares | Cálculos biliares o carcinoma de la cabeza del páncreas que obstruye el colédoco |

Aun cuando la creatinina sérica se considera un indicador específico de la función renal, un aumento importante de su concentración en sangre sólo se observa después que ha ocurrido disminución de ~50% de la tasa de filtración glomerular (GFR). Por tanto, es una prueba de baja sensibilidad. Por otro lado, la medición de la depuración de creatinina, que proporciona un estimado de la GFR, ayuda en la detección temprana de insuficiencia renal. Depuración se refiere

al volumen de plasma del cual el riñón elimina por completo una sustancia particular en una unidad de tiempo (por lo general un minuto).

La depuración de inulina se considera el método estándar para medir la GFR, porque satisface todos los criterios esenciales para el uso de una sustancia en análisis de depuración. La depuración de creatinina se usa ampliamente debido a la facilidad con la que se estima la creatinina y el hecho de que es una sustancia endógena. Una desventaja importante relacionada con el uso de pruebas de depuración para estimar la GFR es la necesidad de una muestra de orina cronometrada con exactitud. Aun así, este problema puede superarse al emplear fórmulas, que se pueden usar para calcular un valor estimado para la GFR (EGFR), usando los valores de creatinina sérica al corregir para edad, sexo y peso corporal. Una de esas fórmulas es la fórmula de Cockcroft Gault.

CUADRO 56-7 Características de una sustancia ideal para uso para pruebas de depuración

1. Debe tener una concentración bastante constante en sangre
2. Debe excretarse del cuerpo sólo en la orina
3. Debe filtrarse libremente en el glomérulo
4. No debe ser resorbida por los túbulos renales ni secretada por los mismos¹

PRUEBAS DE FUNCIÓN TIROIDEA

La glándula tiroides secreta las hormonas tiroideas tiroxina o tetrayodotironina (T₄) y triyodotironina (T₃). Las enfermedades clínicas asociadas con síntesis aumentada o disminuida de hormonas tiroideas son comunes. Un diagnóstico clínico de un trastorno tiroideo se confirma con la ayuda de pruebas de función tiroidea. La medición de hormona estimulante de la tiroides (TSH) a menudo es el primer análisis que se efectúa en la evaluación de la función tiroidea. La concentración sérica de TSH está alta en el hipotiroidismo primario y está baja o es indetectable en el hipertiroidismo primario. La medición de la concentración de tiroxina libre ayudará a establecer el diagnóstico en la mayoría de los pacientes en los cuales se obtiene un valor anormal de TSH. Esta estrategia ha resultado ser costo-eficaz y eficiente en clínica en el diagnóstico de trastornos tiroideos. La concentración sérica de tiroxina total rara vez se mide hoy en día, ahora se dispone en el comercio de análisis fiables para medir la tiroxina libre. La concentración de tiroxina total es afectada por cambios de las cifras de globulina transportadora de hormona tiroidea (TBG) en ausencia de enfermedad de la tiroides. La medición de autoanticuerpos antitiroideos, pueden realizarse para diagnosticar enfermedades específicas vinculadas con la tiroides.

CUADRO 56-8 Principales pruebas de función tiroidea

1. Concentración sérica de hormona estimulante del tiroides (TSH)
2. Concentraciones séricas de tiroxina (T₄) y triyodotironina (T₃) libres
3. Las pruebas para enfermedades autoinmunitarias de la tiroides comprenden análisis para anticuerpos contra: receptor de TSH, tiroglobulina, microsomas y tiroperoxidasa

PRUEBAS DE FUNCIÓN SUPRARRENA

Un diagnóstico clínico de hiperfunción suprarrenal (síndrome de Cushing) o hipofunción suprarrenal (enfermedad de Addison) se confirma mediante pruebas de función suprarrenal. La secreción de cortisol a partir de la glándula suprarrenal muestra una variación diurna regular. La concentración sérica de cortisol es más alta durante las primeras horas de la mañana y más baja a medianoche. La pérdida de la variación diurna es uno de los signos más tempranos de hiperfunción suprarrenal. Los estimados de cortisol sérico en muestras de sangre obtenidas a las 8 a.m. y a medianoche son útiles como pruebas de detección. Un diagnóstico de hiperfunción suprarrenal se confirma mediante demostración de falta de supresión de la concentración de cortisol a las 8 a.m. después de la administración de 1 mg de dexametasona (un glucocorticoide sintético potente) a medianoche (prueba de supresión con dexametasona). La medición de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) puede ayudar a diferenciar entre hipercortisolismo debido a producción excesiva de ACTH (dependiente de ACTH) y aquel en el cual la producción de ACTH es normal o está suprimida (independiente de ACTH). La falta de aumento de la concentración sérica de cortisol después de una dosis única de Synacthen (un análogo sintético de la ACTH) es diagnóstica de hipofunción suprarrenal (prueba de estimulación con Synacthen). Para diagnosticar la causa exacta de hiperfunción o hipofunción suprarrenal pueden requerirse otras pruebas bioquímicas, y técnicas de obtención de imágenes (CT o MRI). Se han creado muchos otros análisis bioquímicos; muchos de ellos sólo están disponibles en laboratorios de hospitales regionales grandes.

CUADRO 56-9 Diagnóstico de laboratorio de trastornos tiroideos

| | Concentración de TSH | |
|--|---------------------------------|-------------------------------------------------|
| | Alta | Baja |
| | Concentración de tiroxina libre | Alta Hipertiroidismo secundario ¹ |
| | Baja Hipotiroidismo primario | Baja Hipotiroidismo secundario ¹ |

CUADRO 56-10 Pruebas de función suprarrenal de uso común

| |
|-------------------------------------------------------------------|
| Niveles de hormona basal: |
| • Concentraciones séricas de cortisol (8 a.m. y a medianoche) |
| • Concentración urinaria de cortisol (en orina de 24 h) |
| • Concentración sérica de ACTH (8 a.m.) |
| Pruebas de supresión (para confirmar hiperfunción suprarrenal): |
| • Prueba de supresión con dexametasona |
| Pruebas de estimulación (para confirmar hipofunción suprarrenal): |
| • Prueba de estimulación con Synacthen (ACTH sintética) |

Valores de referencia para análisis de laboratorio bioquímicos seleccionados:

CUADRO 56-11 Valores de referencia para análisis de laboratorio bioquímicos seleccionados¹

| Análito en sangre | Unidades SI ² | Unidades convencionales |
|-----------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1. Hiato aniónico | 7 a 16 mmol/L | 7 a 16 meq/L |
| 2. Análisis de gases arteriales (ABG) | | |
| a. pH | 7.35 a 7.45 | 7.35 a 7.45 |
| b. Bicarbonato | 22 a 30 mmol/L | 22 a 30 meq/L |
| c. pCO ₂ | 4.3 a 6.0 kPa | 32 a 45 mmHg |
| d. pO ₂ | 9.6 a 13.8 kPa | 72 a 104 mmHg |
| 3. Electroólitos y otros iones | | |
| a. Sodio | 136 a 146 mmol/L | 136 a 146 meq/L |
| b. Potasio | 3.5 a 5.0 mmol/L | 3.5 a 5.0 meq/L |
| c. Cloruro | 102 a 109 mmol/L | 102 a 109 meq/L |
| d. Calcio (total) | 2.2 a 2.6 mmol/L | 8.7 a 10.2 mg/100 ml |
| e. Fósforo (inorgánico) | 0.81 a 1.4 mmol/L | 2.5 a 4.3 mg/100 ml |
| f. Magnesio | 0.62 a 0.95 mmol/L | 1.5 a 2.3 mg/100 ml |
| 4. Glucosa | | |
| a. En ayuno | | |
| I. Normal | 4.2 a 6.1 mmol/L | 75 a 110 mg/100 ml |
| II. Tolerancia alterada a la glucosa | 6.2 a 6.9 mmol/L | 111 a 125 mg/dl |
| III. Diabetes mellitus | >7.0 mmol/L | >125 mg/dl |
| b. 2 h después de comer | 3.9 a 6.7 mmol/L | 70 a 120 mg/100 ml |
| 5. Hemoglobina glicada (HbA _{1c}) | 0.04 a 0.06 fracción de Hb | 4.0 a 6.0% |
| 6. Parámetros de hormonas del hierro | | |
| a. Ferritina | | |
| I. Varón | 20 a 240 µg/L | 20 a 240 ng/ml |
| II. Mujer | 10 a 150 µg/L | 10 a 150 ng/ml |
| b. Hierro | 7 a 25 µmol/L | 41 a 141 µg/dl |
| c. Capacidad de unión a hierro | 45 a 73 µmol/L | 251 a 406 µg/dl |
| d. Saturación de transferrina | 0.16 a 0.35 | 16 a 35% |
| e. Transferrina | 2.0 a 4.0 g/L | 200 a 400 mg/dl |
| 7. Pruebas de función renal: | | |
| a. Creatinina | | |
| I. Varón | 53 a 106 µmol/L | 60 a 1.2 mg/dl |
| II. Mujer | 44 a 80 µmol/L | 50 a 0.9 mg/dl |
| b. Urea | 5.4 a 14.3 mmol/L | 15 a 40 mg/100 ml |
| c. Nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) | 2.5 a 7.1 mmol/L | 7 a 20 mg/100 ml |
| d. Depuración de creatinina | 1.5 a 3.3 ml/s | 61 a 130 ml/min |
| 8. Perfil de lípidos: | | |
| a. Colesterol total | | |
| I. Desirable | <5.17 mmol/L | <200 mg/dl |
| II. Límite alto | 5.17 a 6.18 mmol/L | 200 a 239 mg/dl |
| III. Alto | >6.21 mmol/L | >240 mg/dl |
| b. Colesterol de LDL | | |
| I. Óptimo | <3.59 mmol/L | <100 mg/dl |
| II. Por arriba de lo óptimo/cercano al óptimo | 3.59 a 3.34 mmol/L | 100 a 129 mg/dl |
| III. Límite alto | 3.36 a 4.11 mmol/L | 130 a 159 mg/dl |
| iv. Alto | 4.14 a 4.89 mmol/L | 160 a 189 mg/dl |
| v. Muy alto | >4.91 mmol/L | >190 mg/dl |
| c. Colesterol de HDL | | |
| I. Bajo | <1.03 mmol/L | <40 mg/dl |
| II. Alto | >1.55 mmol/L | 60 mg/dl |
| d. Triglicéridos (en ayuno) | 0.24 a 2.26 mmol/dl | 30 a 200 mg/dl |

continúa

CUADRO 56-11 Valores de referencia para análisis de laboratorio bioquímicos seleccionados¹ (continuación)

| Analito en sangre | Unidades SI ² | Unidades convencionales |
|--------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|
| 9. Pruebas de función hepática: | | |
| a. Proteína total | 67 a 86 g/L | 6.7 a 8.6 g/dl |
| b. Albúmina | 40 a 50 g/L | 4.0 a 5.0 g/dl |
| c. Bilirrubina | | |
| i. Total | 5.1 a 22 μmol/L | 0.3 a 1.3 mg/dl |
| ii. Directa | 1.7 a 6.8 μmol/L | 0.1 a 0.4 mg/dl |
| iii. Indirecta | 3.4 a 15.2 μmol/L | 0.2 a 0.9 mg/dl |
| d. Alanina aminotransferasa (ALT/SGPT) | 0.12 a 0.70 μkat/L | 7 a 41 U/L |
| e. Aspartato aminotransferasa (AST/SGPT) | 0.2 a 0.65 μkat/L | 12 a 38 U/L |
| f. Fosfatasa alcalina (ALP) | 0.56 a 1.63 μkat/L | 33 a 96 U/L |
| g. Gamma glutamil transferasa (γGT/GGT) | 0.15 a 0.99 μkat/L | 9 a 58 U/L |
| 10. Osmolalidad | 275 a 295 mosmol/kg | 275 a 295 mosmol/kg |
| 11. Perfil tiroideo: | | |
| a. Hormona estimulante de la tiroides (TSH) | 0.34 a 4.25 mU/L | 0.34 a 4.25 μU/ml |
| b. Tiroxina | | |
| i. Libre | 10.3 a 21.9 pmol/L | 0.8 a 1.7 ng/dl |
| ii. Total | 70 a 151 nmol/L | 5.4 a 11.7 μg/dl |
| 12. Troponina T | 0 a 0.1 μg/L | 0 a 0.1 ng/ml |
| 13. Ácido úrico | | |
| i. Varón | 0.18 a 0.41 μmol/L | 3.1 a 7.0 mg/100 dl |
| ii. Mujer | 0.15 a 0.33 μmol/L | 2.5 a 5.6 mg/dl |
| Líquido cefalorraquídeo (LCR)³ | | |
| 1. Glucosa | 2.22 a 3.89 mmol/L | 40 a 70 mg/dl |
| 2. Proteína (lumbar) | 0.15 a 0.5 g/L | 15 a 50 mg/dl |
| 3. Eritrocitos | 0 | 0 |
| 4. Leucocitos | 0 a 5 células mononucleares/μl | 0 a 5 células mononucleares/mm ³ |
| Orina | | |
| 1. Acidez, titulable | 20 a 40 mmol/d | 20 a 40 meq/d |
| 2. Creatinina | 8.8 a 14 mmol/d | 1.0 a 1.6 g/d |
| 3. Albúmina | | |
| i. Normal | 0.0 a 0.03 g/d | 0 a 30 mg/d |
| ii. Microalbuminuria | 0.03 a 0.30 g/d | 30 a 300 mg/d |
| iii. Albuminuria clínica | >0.3 g/d | >300 mg/d |
| 4. pH | 5.0 a 9.0 | 5.0 a 9.0 |
| 5. Proteína total | <0.15 g/d | <150 mg/d |

Para concluir, la bioquímica clínica es de gran importancia para estudiar los aspectos bioquímicos de la vida humana en la salud y en la enfermedad, y que la aplicación de los métodos bioquímicos de laboratorio para el diagnóstico, control del tratamiento, prevención e investigación de los procesos patológicos.

Cualquier investigación de laboratorio que se solicite debe proporcionar información útil para el diagnóstico, el pronóstico y el manejo del paciente, y ser directamente beneficiosa para este último. Para que sean buenos, los análisis de laboratorio deben ser exactos y precisos. Exactitud se refiere al grado de concordancia con el valor “verdadero”. Precisión se refiere a la reproducibilidad del análisis.

Al interpretar los resultados de una prueba, es necesario estar consciente de la sensibilidad, la especificidad y el valor predictivo de la prueba. Sensibilidad se refiere al porcentaje de resultados positivos en pacientes que tienen la enfermedad. Especificidad es el porcentaje de resultados negativos entre personas que no tienen la enfermedad. Valor predictivo positivo se refiere al porcentaje de resultados positivos que son positivos verdaderos. Los análisis diagnósticos deben ser altamente sensibles y específicos.

Diversas variables preclínicas pueden afectar de manera significativa los resultados de la medición de analitos bioquímicos. Es necesario tener en mente estos factores cuando se solicita un análisis y se interpretan los resultados del mismo.

En casi todos los laboratorios clínicos se utiliza un alto grado de automatización para análisis sistemáticos.

Los análisis que proporcionan información acerca del funcionamiento de órganos particulares a menudo se agrupan como pruebas de función de órgano.

La depuración de creatinina proporciona información útil acerca de la tasa de filtración glomerular y, por ende, es una importante prueba de función renal.

La medición de la TSH, usando un inmunoensayo exacto y sensible, a menudo es el primer análisis que se realiza en la evaluación de la función tiroidea. Se observa concentración alta en el hipotiroidismo primario, y baja en el hipertiroidismo primario.

BIBLIOGRAFIA

(HARPER, 2010) (Fernández, 2014)