



**Universidad Nacional Autónoma
de México**



Facultad de Estudios Superiores “Zaragoza”

Carrera

Química Farmacéutico Biológica

Tesis

***Manual de Procedimientos del Servicio de Urgencias
en el Laboratorio Clínico***

Esteban Díaz Mena



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi madre a mi padre[†], por la vida.

A mis hermanos por su apoyo moral.

A mi esposa por su apoyo incondicional.

A mi hijo con cariño.

A mis maestros, por la enseñanza, sabiduría,
comprensión, fomentar y conservar la constante
y valiosa ética profesional universitaria.

A mis amigos y amigas, por su amistad
y compartir las derrotas y los triunfos
alegrías y tristezas a lo largo de mi vida
como estudiante en la escuela profesional
universitaria.

Gracias

ÍNDICE

	Página
Resumen	1
Introducción	2
Marco teórico	4
Objetivo	18
Metodología	19
Resultados	25
Discusión	26
Conclusión	29
Bibliografía	30

RESUMEN

Los manuales de procedimientos forman parte fundamental de cualquier empresa, así como en cualquier medio de trabajo que requiera para plantear, elaborar, procesar y terminar un producto o un protocolo administrativo. En el sistema de salud no es la excepción, los manuales de procedimientos son una guía práctica para la secuencia de acciones en la práctica médica. En el laboratorio clínico cada área de servicio cuenta con un manual de procedimientos, los análisis que se realizan a nivel hospitalario, en las clínicas de salud así como en el sector privado, siguen protocolos de trabajo descritas en los manuales de procedimientos para las determinaciones químico-analíticas de los analitos corporales.

El presente trabajo es la elaboración del “*manual de procedimientos del servicio de urgencias en el laboratorio clínico*”, conforme lo que establece la NOM-166-SSA1. La labor que realiza el laboratorio es de gran importancia, por lo que un manual debe estar al alcance de los profesionales de laboratorios que procesan muestras de pacientes que requieren ser analizadas. Este manual describe en forma sencilla y práctica el manejo de los equipos de; hematología, coagulación, química sanguínea y gasómetro, así como los procesos de uso manual, lo cual contribuye a mejorar la calidad de los resultados de laboratorio de determinaciones como pruebas cruzadas, líquidos corporales, examen general de orina, algunas inmunológicas y parasitarias, que son estudios que requieren de un informe a la brevedad posible.

Al final de cada apartado del manual se incluye en forma breve la interpretación clínica de síntomas y enfermedades que pueden presentarse en pacientes en el servicio de urgencias médicas, ya que la validación y corroboración de un informe final contribuye a afirmar o descartar el diagnóstico médico presuntivo. En el laboratorio clínico se pueden presentar obstáculos que nos va a impedir y retrasar la entrega de resultados, el principal motivo es por alguna falla en el sistema electrónico o funcionamiento en los equipos, siendo el momento en que recurrimos a los manuales de procedimientos, para la solución de problemas y una oportuna toma de decisiones; además de que la revisión de manuales forma parte de la capacitación y entrenamiento del nuevo personal, de ahí la importancia de este trabajo.

INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Análisis Clínicos es el espacio físico donde se efectúa un conjunto de procedimientos; clínicos, físico-químicos, biológicos, matemáticos, técnicos, administrativos, de docencia e investigación.

La enfermedad causa cambios en el complejo bioquímico del cuerpo humano, estos cambios con frecuencia son detectados por alteraciones en la concentración de sustancias presentes en los fluidos biológicos, que contienen una gran cantidad de metabolitos que reflejan el recambio celular como respuesta a la enfermedad.

La esencia de trabajo del laboratorio clínico es proporcionar observaciones y mediciones relevantes por consecuencia de la enfermedad a través de la investigación aplicada en la sangre u otro líquido corporal. Actualmente, los laboratorios clínicos de urgencia que se encuentran dentro de una institución hospitalaria es componente primordial, poseen un espacio, una estructura y una organización diferenciados.

Los equipos que poseen y las pruebas que realizan los laboratorios de urgencias varían unos de otros, en cualquier caso, su característica fundamental debe ser la entrega de un resultado rápido y validado, para lo que han de establecerse las mejores condiciones que produzcan tiempos cortos de respuesta.

La medicina en todas sus facetas, evoluciona día con día, a un ritmo acelerado, con progresos extraordinarios y con competencia en una de sus ramas más preponderantes como es el laboratorio clínico, considerado por hoy como un signo semiológico más en el desarrollo de la enfermedad.

Por ejemplo en una ictericia, donde se sospecha una hepatitis, el nivel de glucosa en sangre en caso de una diabetes mellitus, saber si se trata de una insuficiencia renal crónica por los valores elevados de la urea y creatinina sérica, conocer el tipo de anemia en un síndrome anémico o descartar una leucemia, etcétera, solo podemos afirmarlo con los estudios del laboratorio, de esta manera, se aplican las técnicas de la química analítica y de la bioquímica a la interpretación de los principios fisiológicos y patológicos, con el fin de obtener la información que permita el diagnóstico y el pronóstico de los pacientes, además de investigar la evolución de la enfermedad.

Actualmente la mayor parte de los laboratorios poseen equipos de cómputo, y el empleo de códigos de barras en las muestras y los procedimientos de medida automatizados permiten un alto grado de productividad y mejoran la calidad del

servicio, las conexiones a terminales informáticas en las salas de urgencias permiten el acceso directo a los resultados por parte del médico solicitante.

La identificación entre paciente-muestra se realizan en el momento de la recepción/obtención de la misma, y debe mantenerse asegurada durante todo el proceso, hasta la emisión de resultados. Los errores en este sentido, invalidan todo el resto de trabajo de laboratorio. El personal de laboratorio ha de colaborar para conseguir que el paciente reciba una buena atención, teniendo una extracción sanguínea rápida y casi indolora, que se beneficie de la calidad y rapidez de los informes de laboratorio cada vez que su médico lo solicite, también es conveniente unificar criterios de los estudios realizados, como signo de calidez en el servicio.

Todos los laboratorios se esmeran por asegurar que los procedimientos que se emplean siguen produciendo resultados fiables, el personal de laboratorio controla la medición de las magnitudes bioquímicas empleando materiales de control para confirmar que el procedimiento de medida se está aplicando de forma correcta con las muestras de los pacientes, éstos son controles de la calidad internos que se analizan cada día o cada vez que se aplica el procedimiento de medida, los valores esperados se conocen y los resultados reales obtenidos se comparan con valores previos para verificar su obtención.

En los programas de evaluación externa de la calidad, se distribuyen muestras idénticas a los laboratorios; después se comparan los resultados, de ésta forma, se evalúan los procedimientos de medida del propio laboratorio. La calidad en los exámenes de laboratorio juega un papel decisivo en la cadena de calidad de producción de servicios de salud, si ésta no se garantizase, la calidad final no estaría asegurada y podrían producirse retrasos y errores en el diagnóstico.

Los laboratorios clínicos no pueden sustraerse de la calidad para que los resultados generados sean reconocidos y aceptados y que sean la base firme para la toma correcta de decisiones.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define salud como: *“El estado de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de la enfermedad”*, implica el papel fundamental que desempeña el médico como actor protagónico de esta responsabilidad, la cual comparte con los químicos que lo acompañan en su labor, entre otros, los profesionales del laboratorio clínico.

MARCO TEÓRICO

El laboratorio clínico hospitalario

Un laboratorio clínico intrahospitalario, ya sea privado o de un centro de asistencia de salud pública, es un establecimiento que incluye los servicios o secciones de hematología, bioquímica, microbiología, inmunología y banco de sangre, también forman parte del mismo, el laboratorio de urgencias, el área de extracciones, área de recepción y separación de especímenes, no existe un sólo patrón de organización para los laboratorios clínicos, su funcionalidad depende del sistema de salud del país, de la situación económica o de la región, de la estructura y la gestión del hospital.

La situación de los laboratorios clínicos en los hospitales ha evolucionado a lo largo del tiempo. Los primeros laboratorios se situaron en sótanos y lugares poco adecuados o aislados de los hospitales, posteriormente, y de acuerdo con los nuevos diseños hospitalarios, han pasado a formar parte en áreas de servicios centrales.¹

El laboratorio clínico con óptimas características de funcionamiento agrupa a químicos especializados y a profesionales afines expertos en alguna ciencia básica, como la bioquímica clínica, la hematología, bacteriología, etcétera, y al personal técnico. Esta conjunción ideal, en mutuo apoyo, está en posición de ofrecer al médico los servicios y la consulta adecuados para la mejor atención del paciente, la comunicación entre ambos debe ser continua.

El laboratorio clínico debe colaborar al máximo con el médico tratante, particularmente en los casos que lo ameriten por presentar problemas de diagnóstico, y no se debe aceptar, ni propiciar que sus servicios se limiten a proveer la incorrecta información técnica de resultados numéricos como respuesta a la requisición de estudios del médico tratante, por lo que estimular el diálogo entre ambos debe ser una tarea permanente.²

Como parte integral de su ejercicio, el personal encargado de la salud siempre ha brindado apoyo al paciente en el cumplimiento de los requisitos inherentes a las pruebas diagnósticas más sencillas o complejas, estas responsabilidades se extienden a todas las fases de la prueba siendo los periodos: *previo, durante y posterior a la prueba*. En cada fase es necesario seguir determinados principios y reglamentos para obtener resultados precisos y óptimos.³

Lo que pide primordialmente el médico al laboratorio clínico es:

- . Cuantificación y validación de analitos presentes en sangre o líquidos corporales que solicite para confirmar o descartar un diagnóstico.
- . Guías para el tratamiento del paciente y la terapéutica del seguimiento.

La realización de una buena toma de muestra y un excelente desarrollo durante el proceso de ejecución de pruebas a determinar, dará un resultado validado y preciso de laboratorio, orientará al médico en busca de una correlación clínico-analítica en beneficio de una interpretación adecuada para un diagnóstico oportuno, lo cual se traduce en la calidad y oportunidad en la atención del paciente en el laboratorio, incluyendo el servicio de urgencias.

El laboratorio de urgencias, generalmente, es un espacio descentralizado e independiente del laboratorio que lleva a cabo los estudios rutinarios. En él se realizan una serie de análisis cuyos resultados deben ser emitidos con mayor rapidez que en otras secciones del laboratorio central, por lo que, desde el punto de vista de organización y distribución de trabajo, es diferente.

Las pruebas de mayor importancia a petición clínica dependiendo del diagnóstico presuntivo de urgencias son:

Bioquímica clínica:

- Glucosa.
- Urea.
- Creatinina.
- Ácido úrico.
- Bilirrubina total.
- Bilirrubina directa.
- Bilirrubina indirecta.
- Fósforo.
- Calcio.
- Sodio.
- Potasio.
- Cloro.
- Alanino-aminotransferasa (ALT / TGP).
- Aspartato-aminotransferasa (AST / TGO).
- Fosfatasa alcalina.
- Fosfoquinasa de creatina (CPK).
- Cinasa de creatina, fracción MB (CK-MB).
- Deshidrogenasa láctica (LDH).
- Amilasa.

Hematología:

- Cuenta leucocitaria.
- Fórmula de la cuenta leucocitaria.

- Hematíes.
- Hemoglobina.
- Hematocrito.
- Índices eritrocitarios.
- Recuento de plaquetas.

Hemostasia y coagulación:

- Tiempo de protombina.
- Tiempo de tromboplastina parcial activada.
- Fibrinógeno.
- International Normalized Ratio (INR).

Uroanálisis:

- Examen general de orina.
 - Examen físico.
 - Examen químico (lectura de tira reactiva).
 - Examen microscópico (sedimento urinario).

Líquidos corporales:

- Líquido cefalorraquídeo (LCR).
- Líquido peritoneal (ascitis).
- Líquido pericárdico.
- Líquido pleural.

Parasitología:

- Búsqueda de amiba en fresco (BAF).
- Citología de moco fecal (CMF).

Inmunología:

- Prueba inmunológica de embarazo.
- Reacciones febriles (ensayo de aglutinación de Widal).

Banco de sangre:

- Pruebas cruzadas.
- Prueba de Coombs directo.
- Tipificación de grupo sanguíneo.

Análisis de gases en sangre:

- Gasometría arterial y/o venosa.

pH
PO₂
PCO₂

HCO₃
Sat. O₂
EB

La característica principal que debe poseer el laboratorio de urgencias es la respuesta rápida y validada, por lo que entre otras medidas, debe estar una cartera de servicios limitada a las pruebas analíticas verdaderamente necesarias, aunque todos los parámetros son susceptibles de ser demandados de forma urgente⁴.

Esta selección de pruebas y parámetros puede variar de un hospital a otro, pero en sí, este manual integra las más relevantes por petición clínica.

Legislación para el laboratorio clínico

La práctica regular de actos de análisis clínicos por otros profesionales, que no son analistas clínicos, constituye un ejercicio ilegal de estos actos, la realización de los análisis clínicos deslocalizados, por ejemplo, según la ley francesa, el artículo L753 del Código de Sanidad Pública admite que "*médicos, estudiantes y personal de enfermería que procedan o efectúen personalmente en su consulta los análisis, que no dan lugar, en virtud de la legislación de la Seguridad Social, no pueden ser objeto de un informe escrito*".⁵

En la actualidad el trabajo del laboratorio clínico se rige bajo estándares muy elevados de ejecución, la legislación o base legal es partícipe importante de toda esta labor. En México, el laboratorio clínico está regido por varias Normas Oficiales Mexicanas (NOM), las cuáles son de observancia obligatoria, y una internacional (ISO-15189) que es voluntaria:

NOM-003-SSA2-1993: para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos.⁶

NOM-010-SSA2-1993: Modificación a la norma para la prevención y control de la infección por Virus de la Inmunodeficiencia Humana.⁷

NOM-064-SSA1-1993: Que establece las especificaciones sanitarias mínimas que deben cumplir los equipos de reactivos usados como agentes de diagnóstico en las mediciones de los componentes de interés médico en muestras de tejidos, fluidos, excreciones y secreciones del cuerpo humano.⁸

NOM-087-ECOL-1995: Que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, separación, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.⁹

NOM-166-SSA1-1999: Para la organización y funcionamiento de los laboratorios clínicos. La NOM-166-SSA1-1999 toma en consideración el perfil y funciones del responsable sanitario y empleados del establecimiento, obliga la existencia de manuales técnicos, administrativos y de procedimientos, exige la elaboración de programas internos y de evaluación externa de procesos pre-analíticos, analíticos y post-analíticos de aseguramiento de la calidad, contiene los principios científicos y éticos de respeto a la dignidad del usuario.

Con relación a los manuales; el apartado 4.5.3. de la NOM-166 indica que todo manual deberá contener: todos los métodos analíticos en idioma español, nombre de todos los métodos utilizados, fundamento, preparación, procedimientos, resultados, valores de referencia, bibliografía, bitácora de mantenimiento y calibración del equipo que deberá incluir: nombre del equipo, fabricante y número de serie, fecha de recibo y fecha de inicio de operaciones del equipo, fecha de mantenimiento, especificando las calibraciones y verificaciones realizadas al equipo, de acuerdo de un programa de mantenimiento preventivo.¹⁰

ISO-15189:2003, Norma Internacional que especifica los requerimientos relativos a la calidad y la competencia que atañen los laboratorios clínicos. La acreditación de los análisis del laboratorio clínico en su sentido más amplio tiene cada vez más importancia como instrumento de gestión y como medio para crear confianza en los resultados. La norma intenta cubrir las necesidades de cualquier tipo de laboratorio clínico.¹¹

Problemática del laboratorio de urgencias

Uno de los principales problemas que surge con relación al laboratorio de urgencias, es el abuso de pruebas solicitadas por el médico. De tal forma, se estima que aproximadamente el 20% de las determinaciones son innecesarias y que sólo el 10 % de éstas influyen en las decisiones clínicas.¹²

La solución es complicada, ya que cuando un médico cree que una prueba es necesaria debe solicitarla sólo basándose en el diagnóstico del paciente y en su criterio clínico. Para el químico en el laboratorio, es difícil disgregar sin conocer los datos del paciente, pero si es posible una acción concertada entre el clínico y el laboratorio para la elección de las pruebas más adecuadas en una determinada patología y la interpretación de las mismas; por lo que es importante crear

conciencia de que el uso inadecuado de laboratorio genera erogaciones cada vez mayores que, en el caso de las instituciones públicas del país, propicia que los presupuestos sean más deficientes.¹³

En un estudio realizado en el departamento de urgencias del hospital de especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social, se escogieron 430 registros de urgencias de un mes, seleccionando 129 (30 %) de los cuales se les había solicitado algún examen de laboratorio, en este trabajo se consideró útil un estudio cuando cumplió algunos de los siguientes requisitos:

- Cambió, verificó o descartó el diagnóstico principal.
- Indujo algún cambio de tratamiento o decisión de hospitalizar o no al paciente.
- Colaboró en la evaluación operatoria.
- Dio la pauta para hacer diagnóstico no sospechado clínicamente.

Un examen se consideró como no útil cuando no cumplió estos criterios o cuando se tomaron las decisiones pertinentes sin consultar el resultado. Dentro de los estudios que se solicitaron con más frecuencia son:

- Biometría hemática 14.6 %.
- Urea y creatinina 12.3 %.
- Glucosa 12 %.
- Examen general de orina 9.6 %.

La figura 1 muestra la evaluación de la utilidad de los exámenes de acuerdo con los criterios expresados previamente, la frecuencia con la que un examen de laboratorio originó un diagnóstico no sospechado fue 3.6 % y aproximadamente la quinta parte se consideraron sin utilidad.¹²

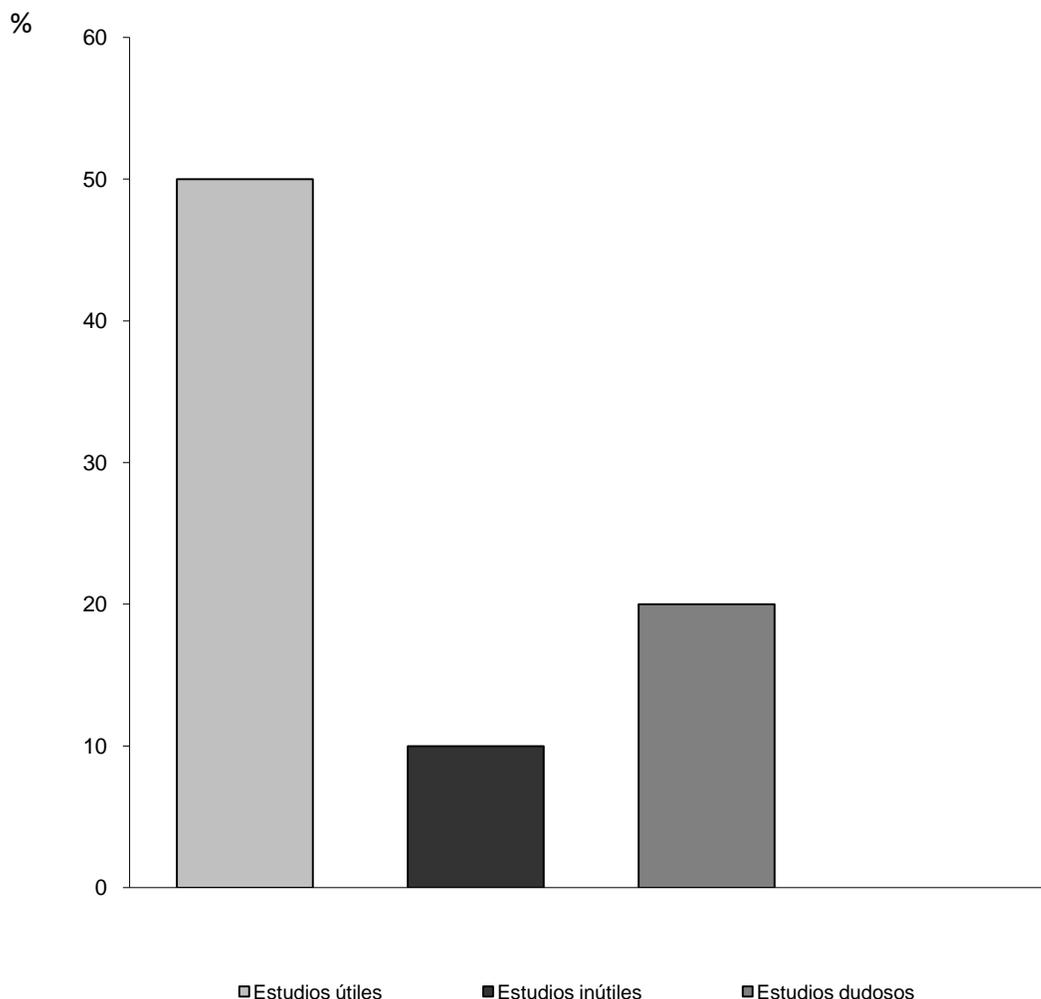


Figura 1. Utilidad de los exámenes de urgencia según criterios de evaluación clínica.

En algunos centros hospitalarios las muestras son enviadas al laboratorio por el sistema de tubo neumático, desde los principales usuarios como son el servicio de urgencias y las unidades de cuidados intensivos, ya cuentan con este servicio, los resultados de los estudios se proporcionan a través de un equipo de cómputo, utilizando la red de informática del hospital, y los resultados ya impresos deben generarlos los mismos servicios peticionarios.

En este sentido, un manual de procedimientos de consulta rápida es fundamental para el personal químico y técnico que labora en el laboratorio de urgencias, mantenerlo informado de las actividades que se realizan en este servicio es primordial, la responsabilidad en el desarrollo y la ejecución de las pruebas.¹³

En estudios realizados ante diversas situaciones clínicas, se ha demostrado que es posible reducir significativamente la utilización de pruebas de laboratorio sin que esto merme la calidad de la atención médica del paciente, lo que genera ahorros tanto en recursos de laboratorio como monetarios. Así mismo, de los tipos de sobresaturación que generalmente se presentan al solicitar pruebas de laboratorio por el médico tratante son: ¹⁴

- . Búsqueda de enfermedades asintomáticas.
- . Vigilancia demasiado frecuente de las pruebas.
- . Orden de grupos de pruebas.
- . Desatención a la información disponible.¹²

De esta forma se han diseñado protocolos, en cada uno de los cuales se realizan distintas determinaciones analíticas dependiendo de la patología del enfermo, se decide de forma conjunta qué pruebas se realizan en urgencias y cuáles no. El principal motivo para solicitar una medición o un estudio específico de forma urgente es que el tratamiento inmediato dependa del resultado.

Control de calidad en el laboratorio de urgencias

La solicitud de una prueba es una petición de servicios de consulta que pone en movimiento una gama de maniobras para generar un informe escrito de laboratorio. La capacidad del laboratorio para satisfacer las necesidades del médico se mide en función de la calidad, que exige una máxima contribución en lo que respecta al beneficio del paciente, aunque la exactitud y la precisión han sido siempre requisitos a toda buena práctica de laboratorio.

La rapidez en el informe de resultados es esencial, la obtención de un resultado digno de confianza requiere la aceptación estricta de todo un juego de principios básicos del laboratorio clínico, que aseguran una recolección, manejo y procesamiento apropiados de las muestras antes del análisis, una óptima manipulación del equipo, el uso de reactivos de pureza específica, y la finalidad de aplicar los conocimientos fundamentales necesarios para ejecutar una técnica experta en cada paso de un análisis, teniendo siempre en cuenta la obligación de mejorar la asistencia al paciente y las razones e indicaciones de las determinaciones, exámenes y actividades del laboratorio.

El personal del laboratorio clínico realiza una gran variedad de procedimientos para obtener un resultado final, por otro lado, la correcta comprensión de cada proceso permite al químico conseguir condiciones experimentales más óptimas y,

en consecuencia, mejorar la exactitud y precisión de cada determinación, para evitar errores se debe conocer la manera de cómo se realiza la prueba y cómo se obtienen y miden los resultados, es muy probable que los errores de comunicación provoquen errores técnicos. Los resultados de la prueba se deben reportar tan pronto como sea posible, en algunos casos, éstos deben comunicarse de inmediato, principalmente cuando el paciente se encuentra en estado crítico.

La recolección, elaboración y preparación del espécimen antes del análisis debe ser objeto de consideración primordial. La validez de los datos obtenidos en el propio espécimen depende mucho de la excelencia de la técnica del laboratorio, que incluye el correcto manejo del equipo, la utilización de reactivos de pureza especificada y control ambiental.¹⁵

Las presiones de la reforma de atención de la salud y la atención administrada han causado interés creciente en mejorar la productividad de las fases pre-analítica, analítica y post-analítica del análisis de laboratorio, en cuanto al proceso analítico entre sí, los analizadores automatizados tienen en la actualidad casi toda la mecanización que necesitan. El alto costo de capital de un instrumento puede ser pequeño en realidad cuando se divide entre un gran número de muestras que serán procesadas.

Ha habido muchos avances en estas tres fases del proceso de pruebas de laboratorio, a medida que se fusionan en el sistema integrado de automatización de laboratorio poco a poco se está reemplazando al sistema manual, el corrimiento de la muestra en el analizador incrementa la eficacia y se reducen los costos, esto es un impulso importante para que los laboratorios comiencen a integrar los aspectos de la automatización del laboratorio en sus operaciones.¹⁶

El modo de adquisición, es decir, compra, arrendamiento, etcétera, se debe tener en cuenta en el análisis, el costo variable de consumibles se incrementa a medida que se lleva a cabo más pruebas o se analizan más muestras.

El gran número de instrumentos disponibles en el mercado, el objetivo es encontrar el instrumento correcto para cada situación, otra consideración importante en relación con la selección de un instrumento son sus capacidades analíticas. ¿Cuáles son las características de desempeño del instrumento para exactitud, precisión, linealidad, especificidad y sensibilidad (que pueden ser dependientes del método), estabilidad de la calibración y estabilidad de los reactivos?

La mejor forma de comprobar estas características de desempeño de un analizador antes de tomar una decisión acerca del instrumento es tenerlo en operación, entonces se puede evaluar su desempeño analítico para comprobar la exactitud, precisión y linealidad, el personal de laboratorio observa las características de prueba, capacidad real, facilidad de uso, y el espacio que el instrumento ocupan en el laboratorio.¹⁶

La calidad en los exámenes de laboratorio juega un papel decisivo en la cadena de calidad de producción de servicios de salud. Si ésta no se garantizase, la calidad final no estaría asegurada y podrían producirse retrasos y errores en el diagnóstico. La veracidad, rapidez, bajo precio, etc., son una serie de características de los resultados generados en los laboratorios analíticos que sin duda tienen una amplia repercusión económica y social, además de la elaboración de resultados que cumplan los objetivos de calidad. La calidad en el laboratorio se puede definir como:

“El conjunto de características de la información generada que satisfacen las demandas del organismo del que depende el usuario o paciente, además de la evaluación técnica de los procesos, se tiene en cuenta la participación de trabajadores en la identificación, análisis y resolución de problemas.”

La elaboración de un manual de *control de calidad* conjuntamente con el manual de urgencias es necesario, todo el personal trabajará con más seguridad, se evitarán repeticiones y comprobaciones innecesarias, además, con la correcta aplicación de las normas se evitará pérdida de tiempo, y la finalidad de ser un medio para mejorar la forma de trabajo, más seguros, más confiables y para generar resultados de calidad.¹⁷

Durante el proceso de las pruebas existe la posibilidad que algunas muestras presenten interferencia, el término *“interferencia analítica”*, se utiliza en amplio sentido, para designar el efecto que tiene una sustancia, distinta a la que estamos midiendo, en la determinación de la concentración o actividad del analito, siendo el éste el componente que intentamos medir en la muestra y la interferencia, un componente de la muestra, distinto del analito, que altera el resultado final.

La interferencia puede presentarse en la muestra debido a fuentes endógenas o exógenas, que pueden ser producidas *in vivo* en ciertas condiciones patológicas, por ejemplo; bilirrubina, lípidos, proteínas, hemoglobina, etc., administradas a los pacientes durante el tratamiento como; drogas, nutrición parenteral, expansores del plasma, anticoagulantes, diuréticos, etc., autoadministradas, por suplementos

nutricionales, alcohol y drogas de abuso, o debidas a contaminación de la muestra como anticoagulantes, conservadores, separadores de la muestra, etc.

Un “*suero icterico*” cuya concentración de bilirrubina superior a 430 $\mu\text{mol/L}$ (25 mg/L) interfiere en la medida de distintos analitos dando lugar a incrementos en la concentración de los mismos, puede interferir en la concentración de albumina, colesterol, y proteínas totales.¹⁸

El “*suero lipémico*” con elevada concentración de triglicéridos da lugar a una turbidez, provocando resultados elevados para aquellas sustancias cuyas determinaciones se basan en la absorbancia a las mismas longitudes de onda en que las partículas de lípido también absorben luz, y en que la lectura final de la absorbancia se utiliza como índice del valor de la concentración de la sustancia que hay que determinar, se pueden producir interferencias en las determinaciones de albúmina, calcio y fósforo inorgánico, se produce una inhibición en la actividad de la amilasa y ureasa, y una disminución en las concentraciones de creatinina, bilirrubina, y proteínas totales.

La lisis de de los elementos formes de la sangre que se conoce como “*suero o plasma hemolizado*” da lugar a un aumento en la concentración de lactato deshidrogenasa (LDH), aspartato-aminotransferasa (AST o TGO), alanino-aminotransferasa (ALT o TGP), fósforo inorgánico, potasio, calcio, magnesio, albúmina y bilirrubina, una solución al 1 % de eritrocitos lisados produce un aumento del 98 % de la actividad media de la creatinina del suero en individuos sanos. La “*lisis de las plaquetas*” provoca fuertes aumentos en la concentración sérica de potasio y magnesio, la *hemólisis* puede producir disminución en la concentración de glucosa y sodio.

La *lisis* puede producirse durante la toma, centrifugación, separación del suero o plasma en el proceso de la muestra. Determinados “*anticoagulantes*” como el oxalato potásico provocan un aumento de la presión osmótica del plasma, dando lugar a un transporte de agua desde las células sanguíneas al plasma y a una dilución del mismo, los quelantes del calcio producen inhibición en la actividad de diferentes enzimas para los cuales éste ión es fundamental. Se produce inhibición en la actividad de la amilasa, LDH y fosfatasa ácida.¹⁸

Otras causas que interfieren en el resultado final, y por lo tanto, en la interpretación clínica son los “*factores biológicos*”, que en variadas ocasiones pasan por alto algunos médicos como son:

Sexo del paciente. Los intervalos de referencia de magnitudes en la concentración de los diferentes analitos, son diferentes tanto hombres como mujeres.

Edad del paciente. Puede haber diferentes intervalos de referencia para neonatos, niños, adultos y ancianos.

Efecto de la dieta. La muestra puede ser inadecuada si se obtiene cuando el paciente se encuentra en ayuno o después de la ingesta de alimento, esta situación es común en el servicio de urgencias.

Hora de toma de muestra. Puede haber variación durante el día y durante la noche.

Estrés y ansiedad. Puede afectar el resultado de la prueba que le interesa al médico.

Posición del paciente. La redistribución de líquido puede afectar el resultado de algunas pruebas.

Efectos del ejercicio. El ejercicio extremo libera enzimas de los tejidos provocando diferencias en los resultados.

Historia clínica. Una infección o una lesión tisular alteran los valores de las magnitudes bioquímicas independientemente del proceso patológico que se está investigando.

Embarazo. Altera algunos intervalos de referencia.

Ciclo menstrual. Las magnitudes hormonales varían durante el ciclo menstrual.

Historia farmacológica. Los fármacos tienen efectos específicos sobre la concentración de algunos componentes del plasma.¹⁹

Es importante comprender que un resultado anormal no siempre indica la existencia de una enfermedad, ni un resultado normal la descarta. Se debe tener cuidado con reaccionar de forma excesiva ante un resultado ligeramente normal en una persona que, por otro lado, está sana.¹⁶

El número de determinaciones analíticas que se realizan en el laboratorio ha crecido de forma importante, por lo que es necesario que el servicio médico de urgencias disponga de una información completa de la actividad que realiza el laboratorio de urgencias, de esta manera, nos aseguramos que el proceso de los

productos biológicos se realiza adecuadamente, repercutiendo de forma positiva en la calidad de los resultados.

Un concepto importante en el que se debe tener presente, es el de los valores “normales” o de “referencia”. El término “normal” se ha utilizado para caracterizar a las personas sanas, sin embargo, la palabra puede originar confusiones, pues también se emplea para designar la forma gaussiana (de campana), o “normal” de las curvas de valores cuando se grafican. Por ello, se recomienda desechar el término “normal” y emplear y sustituirlo por el de “*valores de referencia*”, definido como los límites de una serie de valores obtenidos en un grupo de individuos en un estado de “salud” determinado.²

La determinación de los valores de referencia ideales consistiría en que todos los laboratorios establecieran sus propios valores, con por lo menos 100 personas seleccionadas cuidando que, además de que deben ser sanas, se tengan en cuenta ciertos factores, como edad, sexo, peso, raza, hábitos dietéticos, actividad física, antecedentes de ingestión de medicamentos y, en las mujeres se considerará el ciclo menstrual y la existencia de embarazo.

Como anteriormente se mencionó, para utilizar los estudios de laboratorio apropiadamente es necesario disponer de la apreciación de la validez técnica de una prueba (*precisión y exactitud*); de su valor diagnóstico (*sensibilidad, especificidad y valor predictivo*); de la adecuada obtención de la muestra por analizar, así como de las fuentes potenciales de error que pueden influir en los resultados.²

En el laboratorio clínico se utilizan conceptos que permiten calificar la eficiencia del trabajo desarrollado, el médico debe saber que es habitual que se produzcan pequeños errores a lo largo del proceso de medición de las sustancias, cuya concentración se mide en diversos especímenes: sangre, suero o plasma, orina, líquido cefalorraquídeo, etcétera, siendo casi imposible que en mediciones sucesivas se puedan reproducir exactamente iguales.

A estas diferencias se refiere la *precisión*, este término refleja la reproducibilidad de un análisis determinado, es decir, “qué tan bien se practica cuando se repite varias veces”, si el estudio se realiza con gran cuidado su precisión será buena, pero si, contrariamente, se hace en forma descuidada, será mala.

La *exactitud* es un término que se refiere al grado en que las mediciones se aproximan a la “verdadera” concentración, ambos conceptos, *precisión y exactitud*, se asemejan en forma gráfica representados por dibujos de “blanco de tiro”.

El término “*probabilidad diagnóstica*” evalúa la exactitud y la eficiencia de una determinada prueba de laboratorio, su valor descansa en la capacidad que tiene para detectar a pacientes con una enfermedad (sensibilidad) y para excluir aquellos que no la sufren (especificidad).²

El laboratorio puede influir de forma determinante en los procesos asistenciales de un hospital, no sólo por la exactitud de los resultados clínicos sino también por el tiempo que transcurre desde el momento en que se realiza la petición hasta que el médico que ha solicitado la prueba recibe el resultado, concepto que se conoce como “Tiempo de Respuesta” (TR). El TR es considerado por los programas de garantía de calidad como un indicador de la eficacia de los laboratorios de urgencias, siendo imprescindible su medición sistemática y análisis para garantizar la calidad extra-analítica.

Además, en los laboratorios de urgencias, la medida del TR es, junto con la fiabilidad de los resultados, un parámetro crítico, hay que tener en cuenta que, aunque la tecnología con la que cuenta el laboratorio pueda ser un factor determinante, más lo es la forma organizativa que adopte el mismo en relación al resto de servicios. Así, el TR refleja las tecnologías y medios existentes en el laboratorio y en el hospital para el transporte de especímenes, todo el procedimiento analítico, así como el envío de resultados.

Se considera Tiempo de Respuesta del Laboratorio de Urgencias (TRU) al tiempo transcurrido desde que el facultativo realiza la petición del análisis, hasta que recibe el resultado. Una vez realizada la solicitud, la muestra llega al laboratorio, se introducen los datos demográficos del paciente y las pruebas solicitadas en el sistema informático de cómputo, quedando registradas en dicho sistema la hora de entrada y salida de la prueba.

Destacamos la importancia de la medición sistemática, análisis y mejora continua del tiempo de respuesta, puesto que se trata de una buena medida global de la calidad de un laboratorio. Los médicos evalúan la eficacia del laboratorio de urgencias por la rapidez con que reciben la respuesta analítica, además de la exactitud y precisión de los resultados.

Por ello, es recomendable medir y analizar los tiempos de respuesta de manera sistemática. Una posibilidad es medir dichos tiempos en función del lugar de procedencia, el perfil solicitado y la hora de recepción, con el objeto de detectar e investigar los posibles causantes de las diferencias encontradas.²⁰

OBJETIVO

Elaborar un manual dirigido al personal del área de urgencias del laboratorio clínico, que recibe, procesa y entrega resultados de muestras sanguíneas y especímenes corporales, que sirva como un instrumento para conocer los procedimientos y los estudios de laboratorio que se realizan de urgencia, lo que permitirá mejorar la atención del paciente.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión bibliohemerográfica para cubrir los apartados del manual, enfatizándose en la interpretación clínica para cubrir la mayoría de las posibilidades de enfermedad que se pueden presentar en el laboratorio de urgencias. El Manual de procedimientos del servicio de urgencias en el laboratorio clínico está formado por los apartados de hematología, hemostasia, química sanguínea, uroanálisis, líquidos corporales, parasitología, inmunología, banco de sangre y análisis de gases en sangre, cuyos aspectos principales se describirán a continuación.

Hematología

La *biometría hemática* (BH) o “hemograma”, es el examen de laboratorio que más datos puede aportar globalmente, su utilidad estará siempre en relación directa con los conocimientos hematológicos de quien lo interpreta, pues ofrece complejos y variados datos, sirve para diagnosticar una lesión vaga e insospechada que puede inducir al médico a cambiar el diagnóstico preestablecido, además, nos informa del estado evolutivo del paciente.²¹

El personal de los laboratorios clínicos que emplean métodos automatizados para contar células sanguíneas reconoce su enorme impacto, rapidez y exactitud, el fundamento volumétrico de estos analizadores se basa en el “*principio Coulter*”, (cambios medibles de la resistencia electrónica producidos por partículas suspendidas en una solución electrolítica), los leucocitos producen un pulso de voltaje, similar o igual a su volumen, el tamaño y otras características son tenidas en cuenta para la diferenciación celular.²²

El equipo automatizado utilizado: *Cell-Dyn 3700*, determina y calcula 17 parámetros como mínimo, incluye; cuenta plaquetaria, cuenta eritrocitaria, hemoglobina, índices y la representación gráfica del cuadro hemático (RBC), cuenta leucocitaria (WBC) más la cuenta diferencial (leucograma).

- Espécimen: sangre.
- Muestra: sangre total.
- Recipiente: tubo de vidrio o plástico con EDTA como anticoagulante.
- Reactivos: No requiere preparación específica.

Hemostasia

Las pruebas de “*Hemostasia y coagulación*” suelen realizarse en presencia de hemorragia, lesión o traumatismo vascular y coagulopatias. Una vez que se quebrantan las primeras líneas de defensa (piel y tejidos), la respuesta normal de lesión vascular es la vasoconstricción refleja, en los vasos de mayor tamaño, la vasoconstricción puede ser el mecanismo principal de la hemostasia, en los vasos pequeños, la vasoconstricción reduce el tamaño del área que se debe ocluir para crear el tapón hemostático.²³

Los factores de la coagulación sanguínea interactúan para formar primeramente el tapón hemostático (rico en fibrina) en los pequeños vasos sanguíneos, el tapón de fibrina secundario en las arterias y venas. La naturaleza del factor que las inicia y su análisis correspondiente en el laboratorio clínico, el Tiempo de Tromboplastina

Parcial (TTP), dependen de la totalidad de factores de coagulación involucrados, excepto calcio, plaquetas y factores VII y XIII. En general, el TTP detecta valores de factores de la primera fase de la coagulación (XII, XI, IX, VIII) que para los de la fase 2 y 3, en estas pruebas se utiliza plasma pobre en plaquetas, se añade a la sangre *citrato sódico* (anticoagulante que secuestra los iones de calcio de modo reversible), a continuación se centrifuga, las pruebas de los tiempos de coagulación se inician añadiendo calcio y los reactivos adecuados.²⁴

Equipo automatizado *IL-7000*.

Espécimen: sangre.

Muestra: plasma.

Química sanguínea

La “*Química Clínica*” utiliza procesos químicos para medir los niveles de los metabolitos de la sangre. Actualmente existe una gran variedad de equipos automatizados para analizar cualquier sustancia presente en la sangre.

La siguiente lista describe los exámenes químicos de mayor importancia que se realizan en laboratorio clínico, con muestras de suero sanguíneo, estudios solicitados en padecimientos y enfermedades que requieren medicina de urgencia.

- Glucosa
- Urea
- Creatinina
- Ácido úrico
- Bilirrubina Directa
- Bilirrubina Indirecta
- Bilirrubina Total
- Fósforo
- Amilasa sérica
- Sodio
- Potasio
- Cloro
- Calcio
- ALT / TGP
- AST / TGO
- CPK total
- CK-MB
- LDH

Uroanálisis y líquidos corporales

El *Uroanálisis*, ó *Examen General de Orina*, estudio en que la orina es un líquido complejo formado por 95% de agua y 5% de sólidos, constituye el producto final del metabolismo celular del sistema renal y urinario, tiene un gasto promedio de 1 a 1.5 L de orina cada 24 horas, dependiendo de la ingestión de líquidos. El examen general de orina provee una amplia variedad de datos clínicos referentes al funcionamiento renal y enfermedades sistémicas que pueden afectar a este órgano excretor. El examen general de orina se divide en tres partes:

1. Análisis físico.
2. Análisis químico.
3. Análisis microscópico.

La orina es una muestra fácilmente disponible y fácil de recolectar, contiene información sobre muchas de las funciones metabólicas principales del organismo, y esta información se puede obtener mediante pruebas sencillas de laboratorio.²⁵

Líquidos corporales

Los líquidos corporales de mayor importancia clínica que son analizados en el laboratorio clínico de urgencias son:

- Líquido cefalorraquídeo
- Líquido de ascitis
- Líquido peritoneal
- Líquido pleural

El “*Líquido cefalorraquídeo*” (LCR), es un líquido que rodea el cerebro y la médula espinal, normalmente es transparente, actúa como amortiguador protegiendo el cerebro y la columna de una lesión. El examen del LCR se utiliza para medir la presión en dicho líquido y para obtener una muestra de éste con el fin de realizar pruebas adicionales. El LCR se utiliza para diagnosticar ciertos trastornos neurológicos, particularmente infecciosos (como meningitis) daño cerebral o daño a la médula espinal, desempeña un importante papel en el mantenimiento de la composición de los iones del microambiente de las células del sistema nervioso.²⁶

“*Líquido de ascitis*”. La ascitis es un signo clínico, y se presenta con la aparición de líquido libre en la cavidad peritoneal. Las causas que la producen son innumerables, de todas ellas la más frecuente es la cirrosis hepática, siendo la aparición de esta un signo de mal pronóstico.

En la cavidad abdominal el peritoneo produce normalmente “*líquido peritoneal*” en cantidades pequeñas, y los órganos se encuentran por así decirlo flotando en él. La cantidad de este líquido puede incrementarse cuando hay una inflamación de esta membrana (peritonitis), o cuando hay desequilibrio entre la producción y la reabsorción, ocurre en padecimientos del hígado y principalmente en la insuficiencia renal crónica.²⁷

“*Líquido pleural*” El espacio pleural, situado entre la pleura parietal que recubre la pared torácica y la visceral que recubre el pulmón, está ocupado en el individuo normal por unos pocos mililitros de líquido pleural (LP), que actúa como lubricante entre ambas superficies. La acumulación excesiva y patológica de líquido en el espacio pleural se denomina derrame pleural (DP), los estudios realizados en el laboratorio de urgencias son de importancia para el diagnóstico médico.²⁸

Parasitología

La búsqueda de Amiba en Fresco en el servicio de urgencias es relevante, el examen de heces permite establecer el diagnóstico de infección intestinal amebiana causada por *Entamoeba histolytica* y *E. dispar*, exclusiva del humano.

Para reconocer la presencia de trofozoitos en niños con enfermedad diarreica aguda, la tinción con hematoxilina y eosina en un frotis de materia fecal pudiera ser una alternativa más segura y eficaz en comparación a la técnica de “amiba en fresco” que comúnmente se utiliza, el colorante azul-acético sirve para teñir los núcleos de trofozoitos.

La búsqueda de trofozoitos implica la necesidad de que la muestra de heces sea recién emitida, conservarse a 37° C y procesarse antes de 30 minutos.²⁹

Inmunología

El dolor abdominal se relaciona con varios diagnósticos comunes, gastroenteritis, presencia de vómitos, diarrea, fiebre, gastritis, dolor abdominal, infección en vías urinarias, apendicitis, embarazo ectópico, quiste del ovario y torsión ovárica, obstrucción intestinal, la determinación de “*reacciones febriles*” en placa y la “*prueba inmunológica de embarazo*”, se considera como estudios de urgencia para descartar presuntuosos diagnósticos erróneos.³⁰

Banco de sangre

La sangre ocupa un lugar muy especial en la cultura de todos los pueblos, es parte de la historia misma de la humanidad. Los avances científico-tecnológicos han colocado a la medicina transfusional a la vanguardia terapéutica y ha incidido de manera importante sobre la organización de los bancos de sangre, en casos de desastre, conflicto bélico y en situaciones de emergencia entre otros.

Los centros o bancos de sangre obtienen de donadores voluntarios los hemocomponentes que requieren para cubrir las necesidades de los pacientes, la seguridad de la transfusión sanguínea o de sus componentes comienza con una selección adecuada del donante. Las pruebas pre-tansfusionales de compatibilidad o “*pruebas cruzadas*” se realizan en la sección de banco de sangre en el laboratorio clínico de urgencias antes de transfundir cualquier componente sanguíneo al paciente, siguiendo las normas que la Secretaría de Salud establece.³¹

Análisis de gases en sangre

Cuando el organismo por sí solo no es capaz de contrarrestar el desequilibrio ácido-básico, origina diferente sintomatología que muchas veces se enmascara con la que lo desencadena y si no se le ayuda al organismo a corregirlo, la defunción puede producirse por la avanzada acidosis o alcalosis, oculta por la sintomatología que la originó. Los indicadores fisiológicos que aportan la principal información diagnóstica con respecto al intercambio gaseoso pulmonar y el control ventilatorio, con el equilibrio ácido-base son:

- pH = Concentración de Iones Hidrógeno
- PO₂ = Presión parcial de Oxígeno
- PCO₂ = Presión parcial de Dióxido de Carbono
- HCO₃ = Bicarbonato
- Sat.O₂ = Saturación de Oxígeno
- E.B. = Exceso de Base

Los equipos electrónicos ofrecen con precisión y exactitud, en menos de un minuto los datos necesarios para establecer la pérdida o normalidad del equilibrio ácido-base en la sangre. La valoración de los gases arteriales le brinda al médico la decisión correcta y oportuna en su diagnóstico, para una rápida atención del paciente, cuando el desequilibrio ha incidido sobre la enfermedad principal, en forma tal, que es una carga más que le impide su recuperación.³²

RESULTADOS

La NOM-166-SSA1-1997: Toma en consideración el perfil y funciones del responsable sanitario y empleados del establecimiento, obliga la existencia de manuales técnicos, administrativos y de procedimientos en laboratorios clínicos.

El manual de procedimientos del servicio de urgencias elaborado está conformado por los capítulos:

- Introducción
- Organigrama
- Objetivos
- Hematología
- Hemostasia y coagulación
- Química sanguínea
- Uroanálisis y líquidos corporales
- Parasitología
- Inmunología
- Banco de sangre
- Gases en sangre
- Referencias

Debido a la extensión del material escrito, se anexa en formato electrónico.

DISCUSIÓN

Actualmente, la facilidad de contar con recursos tecnológicos avanzados, sobre todo, cuando éstos son aplicados al campo de la medicina, ha propiciado que algunos médicos olviden la esencia de la clínica, requiriendo para poder llegar a una conclusión diagnóstica el empleo de pruebas de laboratorio, en el pasado, ciertos estudios se consideraban como auxiliares para un diagnóstico, ahora se solicitan inadecuadamente, lo que genera sobreutilización de las mismas que propicia mal manejo de estos estudios.

Lamentablemente, cuando el médico envía protocolos innecesarios es solo para ampararse legalmente, o porque tiene que seguir el protocolo rutinario que algún jefe de servicio ha impuesto como requisito para que el paciente sea hospitalizado, trasladado a una unidad de especialidad o simplemente dar de alta al paciente.

El uso inadecuado del laboratorio genera complicaciones cada vez mayores, en el caso de las instituciones públicas del país, propicia que los presupuestos sean más deficientes, por lo tanto, la falta de reactivos y material, disminuye la calidad en los resultados del paciente, es necesario establecer estrategias de trabajo para el no dispendio de reactivos y materiales sin deterioro de la calidad de los resultados de laboratorio.

En este sentido, la Norma Oficial Mexicana, para la organización y funcionamiento de los laboratorios¹⁰, indica que los laboratorios clínicos deben contar con manuales de procedimientos y calidad.

Se considera al manual de procedimientos como el instrumento que establece los mecanismos esenciales para el desempeño organizacional de las unidades de trabajo. En él se definen las actividades necesarias que se deben desarrollar, como son los diagramas de flujo, las diferentes etapas de un proceso, sus responsabilidades y formas de participación, proporciona información básica para orientar al personal respecto a la dinámica funcional de la organización, para la correcta ejecución de un trabajo.

Es por ello que se considera también como un instrumento imprescindible para guiar y conducir en forma ordenada el desarrollo de las actividades, evitando la duplicidad de esfuerzos, todo ello con la finalidad optimizar el aprovechamiento de los recursos y agilizar las funciones de un servicio. En este sentido, se pretende que la estructuración adecuada del manual, refleje finalmente las actividades específicas que se llevan a cabo, así como los medios utilizados (incluye equipos

automatizados de laboratorio), facilitando al mismo tiempo, la ejecución, seguimiento y evaluación del desempeño laboral.

Éste debe constituirse en un instrumento ágil que apoye el proceso de actualización y mejora, mediante la simplificación de los procedimientos que permitan el desempeño adecuado y eficiente de las funciones asignadas, en este caso, de las actividades del laboratorio clínico de urgencias.³³

En este manual, además de contemplarse las normas legales reglamentarias que se han ido estableciendo en el transcurso del tiempo y su relación con los procesos de operación que participan en los procedimientos, otorga mayor información para hacer más accesible al usuario durante el proceso de los especímenes corporales.

El manual de procedimientos es una guía práctica que utilizamos como herramienta de soporte, contiene información en forma clara, sencilla y accesible de la sucesión en que se realizan las operaciones y/o el recorrido de un equipo, lo que facilita su operación para ejecución de un trabajo determinado³⁴, generalmente para la determinación cuantitativa de alguna sustancia.

Los manuales tienden a uniformar los criterios y ampliar los conocimientos dentro de las diferentes áreas de trabajo, la finalidad de elaboración de este documento está bajo lineamientos homogéneos, utilizando para ello un lenguaje sencillo que facilita su comprensión y la adecuada aplicación de los usuarios.

Para el caso del laboratorio de urgencias, el manual aquí presentado permitirá mejorar, realizar y agilizar el proceso de muestras biológicas y de entrega de resultados de laboratorio, realizar de forma correcta nuestro trabajo, sin errores que pueden llegar a ser fatales.

El tiempo de entrega de un resultado es indistinto, puede variar desde 15 o 20 minutos que tarda el proceso de una biometría hemática, desde la recepción de la muestra hasta su reporte impreso, o aproximadamente de 1:30 a 2:00 horas, tiempo de proceso de una prueba cruzada, dependiendo de la demanda que se genere y la carga de trabajo del servicio de urgencias.

El aumento en el número y la disponibilidad de pruebas de laboratorio ha llevado inevitablemente a que cada día se confíe más en los conocimientos que se derivan de estos estudios para la solución de problemas clínicos.

Para establecer los diagnósticos, el médico debe seleccionar los datos relevantes, analizarlos y establecer su criterio; generalmente aplica una terapéutica sólo si está convencido de que el paciente tiene la enfermedad y está en estado crítico, por lo tanto, las decisiones se toman en un ambiente de incertidumbre que ocasiona cierto margen de error; por lo que los exámenes de laboratorio se utilizan con la intención fundamental de disminuir este margen, aumentando o disminuyendo la probabilidad de un diagnóstico.

Finalmente, el médico debe aprender a valorar entre las pruebas selectivas algunas anormalidades ocasionales que no necesariamente significan la presencia de una enfermedad importante.¹²

CONCLUSIÓN

Se elaboró un manual de procedimientos para el personal del laboratorio de urgencias que contempla las determinaciones esenciales para este servicio, con procedimientos manuales y automatizados expresados de manera sencilla y práctica, incluyendo control de calidad, la normatividad que se rige actualmente para la elaboración de manuales e interpretación clínica. La disminución del tiempo de entrega del resultado para la mejor atención al paciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. González-Buitrango JM. Técnicas y métodos de laboratorio clínico. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2004. p. 3, 4.
2. Ruiz-Reyes G. Fundamentos de interpretación clínica de los exámenes de laboratorio. México: Médica Panamericana; 2004. p. 27-31.
3. Henry JB, Nelson DA, Tomar RH, Washington JA, Threatte GA, Todd-Sandford-Davidsohn. Diagnóstico y tratamiento clínicos por el laboratorio. Tomo I. 9ª ed. Barcelona: Masson; 1993. p. 49.
4. Asenjo MA. Gestión diaria del hospital. 3ª ed. Barcelona: Masson; 2006. p. 202, 203.
5. Toumi, K., Laffay, M., Lefevre, G. et al. Reflexiones sobre los análisis clínicos deslocalizados. Acta Bioq Clin Latinoam. 2004; 38: p. 505-521.
6. Diario Oficial de la Federación. NOM-003-SSA2-1993, Para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos. 20 de julio de 1994.
7. Diario Oficial de la Federación NOM-010-SSA2-1993, Para la prevención y control de la infección por virus de la inmunodeficiencia humana. 22 de septiembre de 1999.
8. Diario Oficial de la Federación NOM-064-SSA1-1993, Que establece las especificaciones sanitarias de los equipos de reactivos utilizados para diagnóstico. 24 de febrero de 1995.
9. Diario Oficial de la Federación NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo. 1 de noviembre de 2001.
10. Diario Oficial de la Federación. NOM-166-SSA1-1997, Para la organización y funcionamiento de los laboratorios clínicos. Jueves 13 de enero del 2000.
11. Dybkaer R. Accreditation of medical laboratories using ISO 15189:2003. April 2003. Available from: <http://www.bloodgas.org>. [Consultado 20 de febrero 2009].
12. Barba-Evía JR. Utilización inapropiada del laboratorio clínico. Rev Mex Patol Clín. 2003; 50: 209-223.
13. Sheppard Ch, Franks N, Nolte F, Fantz C. Improving quality of patient care in an emergency department. Am J Clin Pathol. 2008; 130: 573-577.
14. Fischbach FT. Manual de pruebas diagnósticas. 5ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 1997. p. 2, 108.
15. Herce-Muñoz A, Sánchez-Fernández JE, Callejón-Martín G. Laboratorio de urgencias fase analítica y cartera de servicios. Servicio de análisis clínicos y bioquímica clínica. Hospital universitario, Virgen de la Victoria; Málaga; 2008.
16. Bishop ML. Química clínica. Principios, procedimientos y correlaciones. 5ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2007. p. 139, 140.
17. Sáez-Ramírez S, Gómez-Cambronero LG. Sistema de mejora continua de la calidad en el laboratorio, teoría y práctica. Universitat de Valencia; 2006. p. 27-30.
18. Gaw A. MD, O'Reilly DStJ MD, Shepherd JF. Bioquímica clínica. 2ª ed. Madrid: Harcourt; 2001. p. 7.

19. Ruiz-Reyes G. Fundamentos de interpretación clínica de los exámenes de laboratorio. México: Médica Panamericana; 2004. p. 34-35.
20. Bengoa A, Sanchez-Molina MI, Sanz MP, Muruzabal MV, Borque L. Evaluación del tiempo de respuesta global de un laboratorio de urgencias. Rev Diag Biol. 2002; 51: 9-12.
21. Mejía-Ángel G. Interpretación clínica del laboratorio. 7ª ed. Bogotá: Médica Panamericana; 2006. p. 287-301, 320, 392.
22. Cuellar-Ambrosi F, Falabella F. Fundamentos de medicina hematológica. 6ª ed. Colombia: Corporación para investigaciones biológicas; 2004. p. 14-24.
23. Ríos-Olivera GE. Manual de prácticas para el laboratorio de análisis bioquímico clínico I, de la carrera de Química Farmacéutico Biológica. 8º semestre Hematología. México: FES Zaragoza, UNAM; 2002. p. 159-163.
24. John WB, Marek HD. Bioquímica médica. 2ª ed. España: Mosby; 2007. p. 73.
25. King SS, Canterbury LD. Líquidos corporales y análisis de orina. México: Manual Moderno; 1991. p. 2.
26. Nathan BR. Cerebrospinal Fluid and intracranial pressure. In: Goetz CG, ed. Textbook of Clinical Neurology, 2nd ed. Philadelphia, Pa: WB Saunders Co; 2003. p. 511-524.
27. Light RW, Lee YCG, editors. Textbook of pleural diseases. London: Arnold; 2003.
28. Lawrence MT, Jr., MD, Stephen JM, MD, Maxine AP, MD. Diagnóstico clínico y tratamiento. 40ª ed. México: Manual Moderno; 2005. p. 293.
29. Gómez-Rivera N, Molina-M AF, García-Z MG. Identificación de *Entamoeba histolytica*/*E. dispar* por la técnica de amiba en fresco su tinción con hematoxilina-eosina en la diarrea aguda. Rev Mex Ped. 2005; 72: 109-112.
30. Adler JN, Plantz SH, Stearns DA, Gossman W, Stewart J. Medicina de urgencia. México: McGraw-Hill Interamericana; 2000. p. 51.
31. Radillo-González A. Medicina transfusional. México: Prado; 1999. p. 151.
32. Mejía-Ángel G. Interpretación clínica del laboratorio. 7ª ed. Bogotá: Médica Panamericana; 2006. p. 287, 300.
33. Secretaría de Salud. Subsecretaría de de Administración y Finanzas, Dirección General de Programación, Organización y Presupuesto, Dirección de Diseño y Desarrollo Organizacional. Guía técnica para la elaboración de manuales de procedimientos. Secretaría de Salud; 2004. p. 4. Disponible en: <http://bibliotecas.salud.gob.mx/gsdl/collect/publin1/index/assoc/HASH9a4b.dir/doc.pdf>.
34. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. Guía técnica para la elaboración de manuales de procedimientos; II. p. 7. Disponible en: <http://www.cinvestav.mx/LinkClick.aspx?fileticket=v0EsglkUdu8%3D&tabid=197&language=es-MX.pdf>.

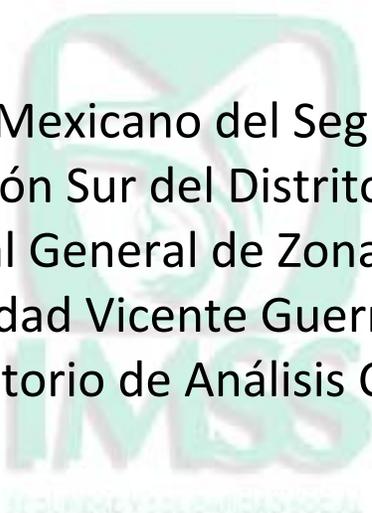


**Universidad Nacional Autónoma
de México**



Facultad de Estudios Superiores “Zaragoza”

Instituto Mexicano del Seguro Social
Delegación Sur del Distrito Federal
Hospital General de Zona No. 47
Unidad Vicente Guerrero
Laboratorio de Análisis Clínicos



***Manual de Procedimientos del Servicio de Urgencias
en el Laboratorio Clínico***

Esteban Díaz Mena

Presentación

El presente manual se ha elaborado con base a la necesidad de unificar en lo general el sistema de trabajo, basándose en las normas que actualmente se rigen para el funcionamiento del servicio de urgencias en el laboratorio clínico en una unidad médica.

Índice

	Página
Introducción	1
Organigrama	4
Objetivos	5
Hematología	6
Hemostasia y coagulación	27
Química sanguínea	35
Uroanálisis y líquidos corporales	45
Parasitología	72
Inmunología	74
Banco de sangre	79
Análisis de gases en sangre	90
Bibliografía	97

Introducción

El Laboratorio de Análisis Clínicos es el espacio físico donde se efectúa un conjunto de procedimientos; clínicos, físico-químicos, biológicos, matemáticos, técnicos, administrativos, de docencia e investigación.

La enfermedad causa cambios en el complejo bioquímico del cuerpo humano, estos cambios con frecuencia son detectados por alteraciones en la concentración de sustancias presentes en los fluidos biológicos, que contienen una gran cantidad de metabolitos que reflejan el recambio celular como respuesta a la enfermedad.

La esencia del trabajo del laboratorio clínico es proporcionar observaciones y mediciones relevantes por consecuencia de la enfermedad a través de la investigación aplicada en la sangre u otro líquido corporal. Actualmente, los laboratorios clínicos de urgencias que se encuentran dentro de una institución hospitalaria es componente primordial, poseen un espacio, una estructura y una organización diferenciados.

Los equipos que poseen y las pruebas que realizan los laboratorios de urgencias varían unos de otros, en cualquier caso, su característica fundamental debe ser la entrega de un resultado rápido y validado por programas internos y externos de control de calidad, para lo que han de establecerse las mejores condiciones que produzcan tiempos cortos de respuesta.

La medicina en todas sus facetas, evoluciona día con día, a un ritmo acelerado, con progresos extraordinarios y con competencia en una de sus ramas más preponderantes como es el laboratorio clínico, considerado por hoy como un signo semiológico más en el desarrollo de la enfermedad.¹

Por ejemplo en una ictericia donde se sospecha de hepatitis, el nivel de glucosa en sangre en caso de una diabetes mellitus, saber si se trata de una insuficiencia renal crónica cuando la urea y creatinina sérica se encuentran por encima de los valores de referencia, conocer el tipo de anemia en un síndrome anémico o descartar una leucemia, etcétera, solo podemos afirmarlo con el trabajo del laboratorio, de esta manera, se aplican las técnicas de la química analítica y de bioquímica a la interpretación de los principios fisiológicos y patológicos, para obtener la información necesaria que permita saber el diagnóstico y el pronóstico de los pacientes, además de investigar la evolución de la enfermedad.

En 1956 la Organización Mundial de la Salud (OMS) define salud como: *“El estado de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de la*

enfermedad”, implica el papel fundamental que desempeña el médico como actor protagónico de esta responsabilidad, la cual comparte con los profesionales que lo apoyan en su labor, entre otros, los profesionales del Laboratorio Clínico.²

Actualmente la mayor parte de los laboratorios poseen equipos de cómputo, y el empleo de códigos de barras en las muestras y los procedimientos de medida automatizados permiten un alto grado de productividad y mejoran la calidad del servicio, las conexiones a terminales informáticas en las salas de urgencias permiten el acceso directo a los resultados por parte del médico solicitante.³

La identificación entre paciente-muestra se realizan en el momento de la recepción/obtención de la misma, y debe mantenerse asegurada durante todo el proceso, hasta la asignación de resultados. Los errores en este sentido, invalidan todo el resto de trabajo de laboratorio.⁴ El personal de laboratorio ha de colaborar para conseguir que el paciente reciba una buena atención, teniendo una extracción sanguínea rápida e indolora, que se beneficie de la calidad y rapidez de los informes de laboratorio.

Una buena toma de muestra, un excelente desarrollo durante el proceso de cada prueba realizada, dará resultados validados y sin errores, orientará al médico en su diagnóstico clínico-analítica una interpretación adecuada y oportuna, lo cual se traduce en calidad y atención para el paciente. La recepción, atención médica y de enfermería, el tiempo de proceso de los exámenes de laboratorio, disminuiría la estancia del paciente en el servicio de urgencias si todo este personal realiza con responsabilidad su trabajo, es una labor de actitud.

En la actualidad el trabajo del laboratorio clínico se rige bajo estándares muy elevados de ejecución, la legislación o base legal es partícipe importante de toda esta labor. En México, el laboratorio clínico está regido por varias Normas Oficiales Mexicanas (NOM), las cuáles son de observancia obligatoria, y una internacional (ISO-15189) que es voluntaria:

NOM-003-SSA2-1993: para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos.⁷

NOM-010-SSA2-1993: Modificación a la norma para la prevención y control de la infección por Virus de la Inmunodeficiencia Humana.⁸

NOM-064-SSA1-1993: Que establece las especificaciones sanitarias mínimas que deben cumplir los equipos de reactivos usados como agentes de diagnóstico en las

mediciones de los componentes de interés médico en muestras de tejidos, fluidos, excreciones y secreciones del cuerpo humano.⁹

NOM-087-ECOL-SSA1-2002: Que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, separación, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.¹⁰

NOM-166-SSA1-1997: Para la organización y funcionamiento de los laboratorios clínicos. Toma en consideración el perfil y funciones del responsable sanitario y empleados del establecimiento, obliga la existencia de manuales técnicos, administrativos y de procedimientos, exige la elaboración de programas internos de evaluación externa de procesos pre-analíticos, analíticos y post-analíticos de la calidad, contiene principios científicos y éticos de respeto a la dignidad del usuario.¹¹

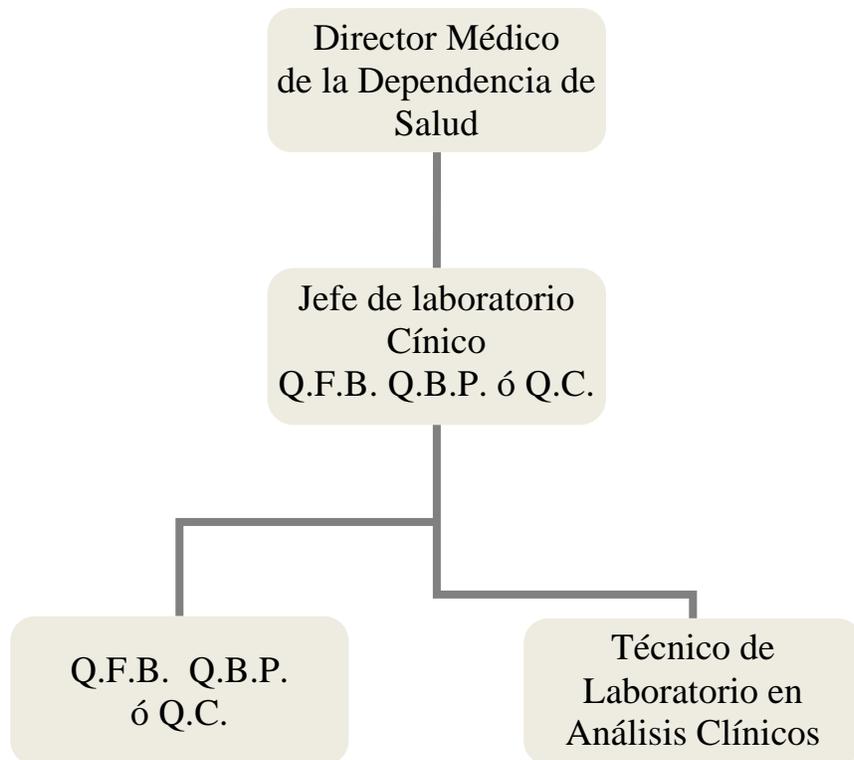
ISO-15189:2003, Norma Internacional que especifica los requerimientos relativos a la calidad y competencia que atañen los laboratorios clínicos. La acreditación de los análisis del laboratorio clínico en su sentido más amplio tiene cada vez más importancia como instrumento de gestión y como medio para crear confianza en los resultados. La norma intenta de cubrir las necesidades de cualquier tipo de laboratorio clínico.¹²

La práctica regular de actos de análisis clínicos por otros profesionales, que no son analistas clínicos, constituye un ejercicio ilegal de estos actos, la realización de los análisis clínicos deslocalizados. Según la ley francesa por ejemplo, el artículo L753 del Código de Sanidad Pública admite que "médicos, estudiantes y personal de enfermería que procedan o efectúen personalmente o en su consulta, los análisis, que no dan lugar, en virtud de la legislación de la Seguridad Social, a un reembolso y no pueden ser objeto de un informe escrito".¹³

Un manual de procedimientos y consulta rápida es fundamental en el servicio de urgencias, es obligación del personal químico y técnico que labora en un laboratorio de análisis clínicos, mantenerse informado de todas las actividades que se realizan en este servicio es primordial, así como la responsabilidad en el procedimiento y la ejecución de las pruebas.

El desarrollo de las distintas especialidades que integran el laboratorio clínico no ha sido homogéneo, en el que confluyen las distintas ramas que en medicina se ocupan del estudio del enfermo, aplicando técnicas propias de laboratorio, es conveniente que se lleve a cabo la planeación en la unificación de criterios entre el personal químico y técnico en el reporte final, además de ser revisada, validada y firmada por el químico responsable como una excelente labor profesional.

Organigrama



Objetivos

Elaborar un manual dirigido al personal del área de urgencias del laboratorio clínico, que recibe, procesa y entrega resultados de muestras sanguíneas y especímenes corporales, que sirva como un instrumento para conocer los procedimientos y los estudios de laboratorio que se realizan de urgencia, lo que permitirá mejorar la atención del paciente.

Disminuir el abuso de estudios solicitados al laboratorio clínico, incrementar el diálogo entre los médicos y el personal químico de laboratorio para la elección de pruebas adecuadas en una determinada patología y la interpretación de las mismas.

Hematología

Biometría hemática

La *biometría hemática* (BH) o “hemograma”, es el examen de laboratorio que más datos puede aportar globalmente, su utilidad estará siempre en relación directa con los conocimientos hematológicos de quien lo interpreta, pues ofrece complejos y variados datos, sirve para diagnosticar una lesión vaga e insospechada, como por ejemplo, la leucemia. Induce al médico a cambiar el diagnóstico preestablecido, o como en el caso del paciente con síndrome febril, aparentemente, y en muchos casos nos informa del estado evolutivo del paciente.¹⁴

El personal de los laboratorios clínicos que emplean métodos automatizados para contar células sanguíneas reconoce su enorme impacto, rapidez y exactitud, el fundamento volumétrico de estos analizadores fue presentado por primera vez por Joseph y Wallace Coulter en 1958, “*Principio Coulter*”, está basado en los cambios medibles en la resistencia electrónica, producidos por partículas suspendidas en una solución electrolítica, al pasar por una apertura a través de la cual existe una corriente eléctrica, los leucocitos producen un pulso de voltaje, similar o igual a su volumen, el tamaño y otras características se tienen en cuenta para la diferenciación celular.

Incluye determinaciones que se miden por métodos manuales, estos equipos determinan 17 parámetros como mínimo, incluye; cuenta plaquetaria, cuenta eritrocitaria, hemoglobina, índices y la representación gráfica del cuadro hemático (RBC), cuenta leucocitaria (WBC) más la cuenta diferencial (leucograma).

Equipo automatizado Cell-Dyn 3700.

Material:

- Espécimen: sangre.
- Muestra: sangre total.
- Recipiente: tubo de vidrio o plástico con EDTA como anticoagulante.
- Reactivos: no requiere preparación específica.

Fundamento:

Los contadores electrónicos incrementaron la confiabilidad de los conteos celulares sanguíneos, los dispositivos modernos utilizan la impedancia electrónica o citometría de flujo con dispersión de luz (figura 1). El Hemograma de 4° generación se basa en el principio de dispersión de luz láser, con esta tecnología se reportan hasta 24 parámetros incluyendo recuento de reticulocitos. El sistema consta de.

- Fuente de láser.
- Sistema de vacío.
- Fotodetector de interferencia.
- Fotodetector de refracción.
- Detector de absorción.
- Luz monocromática de 550nm.
- Lectores de impresora.¹⁵

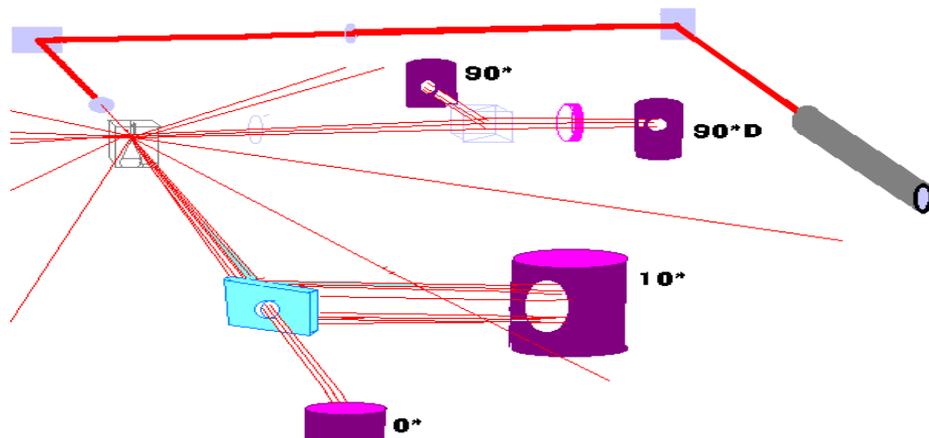


Figura 1. Flujo de dispersión de luz láser.

La impedancia electrónica (principio Coulter), es un método electrónico para el recuento y medición de partículas, las células son malas conductoras de electricidad y van a interrumpir el flujo de corriente, las células sanguíneas diluidas en solución electrolítica isotónica son aspiradas a través de una sonda, que se encuentra entre dos electrodos.

Cuando una célula pasa a través de la apertura se produce un incremento en la resistencia eléctrica entre los electrodos, que produce un impulso eléctrico proporcional al tamaño de la célula, así se cuentan y se miden las células electrónicamente. Los pulsos se visualizan en un osciloscopio y los volúmenes celulares en la altura de los pulsos, un circuito de umbrales determina qué altura de pulsos debe ser incluida en los conteos.

En el equipo se realizan las siguientes determinaciones:

-*Conteo automatizado de leucocitos.* El diluyente de leucocitos tiene una solución de lisis que remueve las membranas celulares y destruye los eritrocitos dejando intactos

los núcleos celulares, el paso del núcleo por la apertura permite la cuenta de leucocitos.

-Medición de hemoglobina. La hemoglobina liberada de los eritrocitos lisados se convierte en cianometahemoglobina y se mide fotométricamente.

-Conteo automatizado de eritrocitos y plaquetas. Un factor de dilución alto para los eritrocitos excluye los pocos leucocitos del conteo de los primeros. El volumen globular medio (VGM) se mide analizando la altura de los pulsos eléctricos y se usa junto con el número de eritrocitos para calcular el hematocrito.

-Concentración media de hemoglobina y de hemoglobina corpuscular. La concentración media de hemoglobina (CMH) y la concentración media de hemoglobina corpuscular (CMHC) se calculan usando la hemoglobina, el hematocrito y los eritrocitos. La cuenta de plaquetas se realiza en esta misma dilución, en la que los pulsos mayores representan eritrocitos y los pulsos menores las plaquetas.

-Citometría de flujo por dispersión de luz. Una dilución de células se dirige por una celda de flujo haciendo pasar a través de un haz de luz en una sola fila, éste se dispersa sobre detectores que determinan el ángulo de intensidad de la luz incidente. (Figura 2).

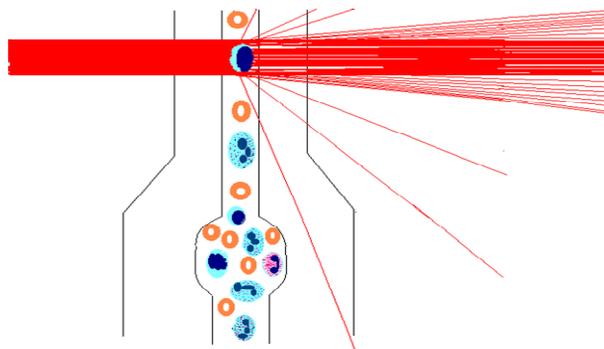


Figura 2. Luz láser que incide sobre el capilar por donde pasan las células sanguíneas diluidas en el reactivo.

Los analizadores modernos utilizan rayo láser como fuente de luz, lo que hace más específica la evaluación y proporciona un conteo diferencial de cinco partes de leucocitos (neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos), con base en la absorción y dispersión de la luz producida por cada tipo celular (figura 3).

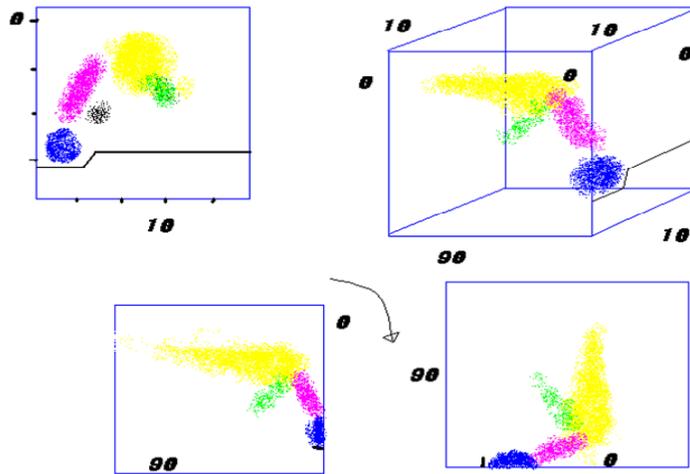


Figura 3. Histograma conteo diferencial celular de leucocitos.

Con esta información se realiza una gráfica en tercera dimensión que da una herramienta muy precisa para separar perfectamente las cinco poblaciones más comunes de los leucocitos.

El método láser se le llama M. A. P. S. (Población por Multiángulo de Polarización), se basa en las características diferentes de cada una de estas poblaciones mencionadas en reflejar y refractar la luz láser que incide en cada uno de los leucocitos en un tiempo determinado, pasando éstos en fila a través de una celda de flujo dando una serie de graficas llamadas “Scategrams”. (Figura 4).

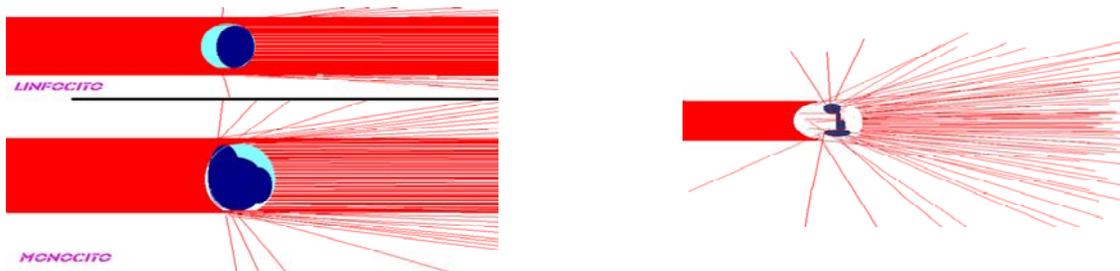


Figura 4. Refracción de luz láser que incide en cada célula.

Además de poder diferenciar estas cinco formas de células leucocitarias más comunes, cuenta con la capacidad de reconocer poblaciones celulares que no encajen con ninguna de las cinco poblaciones reconocidas en su software.

Cuando aparecen “alarmas” con anomalías definidas en su software, como células en banda (BAND), granulocitos inmaduros (IG), blastos (BLAST), variante de linfocitos (Var L), células rojas nucleadas (NRBC), etc, se debe realizar frotis sanguíneo con tinción de Wright y ser examinado por el químico clínico.¹⁶

El sistema *Cell-Dyn 3700* efectúa las siguientes mediciones y cálculos hematológicos en sangre total anticoagulada con EDTA tripotásico (K₃ EDTA).

- WBC Recuento de leucocitos.
- NEU Recuento absoluto de neutrófilos. (% de Neutrófilos)
- LYM Recuento absoluto de linfocitos. (% de Linfocitos)
- MONO Recuento absoluto de monocitos. (% de Monocitos)
- EOS Recuento absoluto de eosinófilos. (% de Eosinófilos)
- BASO Recuento absoluto de basófilos. (% de Basófilos)
- RBC Recuento de eritrocitos.
- HGB Concentración de hemoglobina.
- HCT Hematocrito.
- MCV Volumen corpuscular medio.
- MCH Hemoglobina corpuscular medio.
- MCHC Concentración de hemoglobina.
- RDW Amplitud de la distribución del tamaño de eritrocitos.
- PLT Recuento de plaquetas.
- MPV Volumen plaquetario medio.
- PDW Amplitud de la distribución de plaquetas.

Sistema de reactivos:

Diluyente (Diluent):

- Actúa como diluyente para los leucocitos (sólo para el recuento por impedancia), los eritrocitos y las plaquetas.
- Mantiene estable el volumen celular de cada eritrocito y plaquetas durante la fase de recuento y medición del tamaño del ciclo de medición.
- Proporciona cuentas de fondo iguales.

Hemolizante (WIC / HGB / LYSE):

- Liza los eritrocitos rápidamente, reduciendo al mínimo estroma producido por la hemólisis.
- Modifica la membrana leucocitaria, de tal forma que el citoplasma se difunda lentamente, se contraiga alrededor del núcleo y de los posibles gránulos intracelulares.

- Convierte la hemoglobina en un complejo modificado de cianuro de hemoglobina medible a 540 nm

Envolvente (Sheath):

- Produce la lisis osmótica de los eritrocitos.
- Actúa como líquido envolvente en el proceso de focalización hidrodinámica.
- Proporciona una cuenta de fondo de leucocitos aceptable.
- Proporciona conteo diferencial de leucocitos.

Detergente (Detergente):

- Proporciona una solución clara para obtener el valor cero de referencia durante el ciclo de medición de la hemoglobina.
- Origina un menisco apropiado en los tubos volumétricos de los canales RBC / PLT.
- Lava las cámaras de recuento de los canales de WIC y RBC / PLT, y la celda de flujo del canal HGB.

Limpiador enzimático (Enzymatic Cleaner):

- Remueve efectivamente depósitos de proteína que se producen dentro de todos los conductos del instrumento.

Conservación de los reactivos.

Los reactivos se deben conservar para su funcionamiento óptimo a temperatura ambiente, protegidos de la luz solar directa, del calor y la congelación.

Análisis de leucocitos.

El segmento de muestra destinado a la determinación de los blancos por análisis óptico, es transportado a la cámara de mezcla del canal WOC en cuyo interior se realiza la dilución con el reactivo envolvente, mezclándose hasta su homogenización, la dilución resultante es de 1:51.

A continuación, a través de la bomba peristáltica del canal WOC y la jeringa de inyección correspondiente (jeringa volumétrica de WOC), inyecta un volumen determinado dentro del flujo del reactivo envolvente de la celda de flujo. El sistema enfoca un rayo láser sobre dicha celda, de forma que se mide la dispersión de luz producida por las células a cuatro intervalos angulares diferentes, proporcionando información sobre el tamaño, estructura interna, granularidad y morfología de superficie de cada célula, a medida que la muestra atraviesa el rayo láser, las señales ópticas generadas por las células son detectadas y convertidas en impulsos eléctricos.

El análisis por impedancia de los leucocitos se realiza en el segmento destinado a tal efecto, junto con el diluyente, son dirigidos hacia la cámara de mezcla en el transductor WIC, al mismo tiempo la jeringa de reactivo de lisis inyecta este en la cámara de mezcla. La dilución final de WIC/HGB es de 1:301 que pasa a través de la abertura de la celda de flujo, el proceso de medición volumétrica dispone de 200 µL para la medición. El sistema utiliza la impedancia eléctrica para el conteo de leucocitos a medida que ellos pasan por la abertura de la celda de flujo.

Parámetros leucocitarios.

Leucocitos (WBC) K / µL (miles por microlito)

- NEU = (WBC x NEU %) / 100
- LYN = (WBC x LYN %) / 100
- MON = (WBC x MON %) / 100
- EOS = (WBC x EOS %) / 100
- BAS = (WBC x BAS %) / 100

Análisis de eritrocitos y plaquetas.

El segmento de muestra destinado a la determinación de los eritrocitos y las plaquetas, es transportado a la cámara de mezcla del transductor RBC/ PLT junto con el diluyente en cuyo interior se homogeniza, la dilución resultante es de 1:12.501, esta pasa a través de la abertura de la celda de flujo, mediante vacío. El sistema utiliza la impedancia eléctrica para el conteo de eritrocitos y plaquetas a medida que pasan por la abertura.

Análisis de hemoglobina.

Después de medir el paso de 200 µL de dilución WIC/HGB a través de la abertura del canal WIC, el resto de la dilución es transportada a la celda de flujo del canal de hemoglobina, en donde se realiza la lectura a 540 nm, siendo la absorbancia obtenida directamente proporcional a la concentración de hemoglobina en la muestra.

Parámetros eritrocitarios.

Histogramas de los eritrocitos.

Los datos de los eritrocitos se representan sobre histogramas, en los que el número relativo de células se indican en el eje de ordenadas y la distribución por tamaño en el de las abscisas. Los resultados de cada conteo se visualizan a la izquierda del histograma respectivo en la pantalla RUN (PROCESADO).

Conteo de eritrocitos.

El conteo de eritrocitos se mide de forma directa y se expresa de la siguiente manera:

$$\text{RBC} = \text{M} / \mu\text{L} \text{ (millones por microlito)}$$

MCV Volumen corpuscular medio, es el volumen medio de cada eritrocito, este parámetro se obtiene a partir de los datos de la distribución por tamaño de los glóbulos rojos y se notifican en femtolitros (fL).

HCT Hematocrito, es la relación entre el eritrocito y el plasma, se expresa en porcentaje (%) del volumen de sangre total, este valor se calcula a partir del conteo de eritrocitos y el volumen corpuscular medio (MCV) mediante la ecuación:

$$\text{HCT} = (\text{RCB} \times \text{MCV}) / 10$$

MCH Hemoglobina corpuscular media, es la cantidad media de hemoglobina contenida en el eritrocito, su valor se expresa en picogramos (pg) y se calcula a partir de RBC y HGB:

$$\text{MCH} = (\text{HGB} / \text{RBC}) \times 10$$

MCHC Concentración de hemoglobina corpuscular media, es la relación entre el peso de la hemoglobina y el volumen medio de los eritrocitos, se expresa en gramos por decilitro (g / dL) y se calcula a partir de HGB y HCT.

$$\text{MCHC} = (\text{HGB} / \text{HCT}) \times 100$$

RDW Amplitud de distribución de los eritrocitos, representa una medida de la heterogeneidad de la población eritrocitaria, el sistema *Cell-Dyn 3700* expresa este valor como porcentaje (%) del coeficiente de variación. RDW se obtiene a partir del histograma de los eritrocitos.

Parámetros plaquetarios.

Histogramas de las plaquetas.

Los datos de las plaquetas se representan sobre histogramas, en los que el número relativo de las células se indica en el eje de las ordenadas y la distribución por tamaño en el de las abscisas, los resultados de cada conteo se visualizan a la izquierda del histograma respectivo en la pantalla RUN (PROCESADO).

Conteo de plaquetas.

El conteo de plaquetas (PLT) se obtiene a partir del histograma anterior, una vez que los datos han sido analizados con el algoritmo de las plaquetas, el conteo plaquetario se expresa de la siguiente manera:

$$PLT = K / \mu L \text{ (miles por microlitro)}$$

MPV Volumen plaquetario medio, se deriva del histograma de las plaquetas después de contar las células, y se expresa en femtolitros (fL).

PCT Plaquetocrito, es el producto de PLT y MVP se asemeja al valor hematocrito, se expresa en porcentaje (%) y se calcula de la siguiente manera:

$$PCT = (PTL \times MPV) \times 10$$

PDW La distribución de las plaquetas es una medida de la heterogeneidad de la población plaquetaria, se expresa como la desviación típica geométrica, cada valor PDW x 10 (GSD) se obtiene a partir de los datos del histograma de plaquetas y se expresa como 10 (GSD). Este parámetro se visualiza, pero no se imprime con la impresora de gráficos ni de tickets.

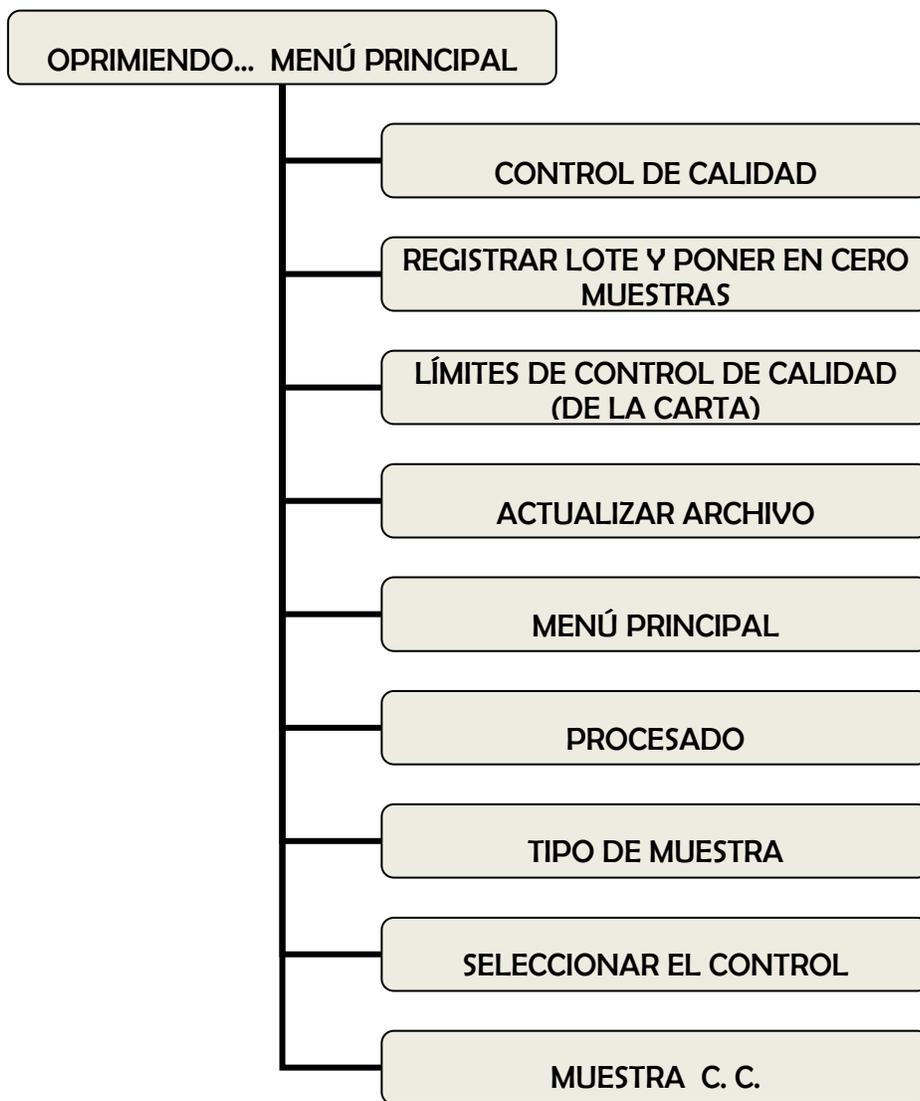
Los mensajes operacionales y las alarmas de datos aparecen en el menú RUN (PRCESADO) y en los informes de la impresora, estos mensajes y alarmas sirven para alertar al químico. Cuando el sistema visualice cualquier mensaje, el químico debe remitirse al capítulo 10: *Solución de problemas y diagnósticos, del Manual de Operaciones.*, leer las instrucciones y emprender la acción correcta. Una vez solucionado el problema, debe repetir el procesamiento de la muestra.

El mensaje SUSPECT (poblaciones sospechosas) se visualiza en la pantalla y en el informe impreso cuando ocurren las siguientes alarmas:

- BANDS (células en banda)
- IG (granulocitos inmaduros)
- BLAST (blastos)
- VAR LYM (linfocitos atípicos)
- DFLT (preprogramado)
- WBC (leucocitos)
- RRBC (eritrocitos resistentes)
- FWBC (leucocitos frágiles)
- NWBC (células no leucocitarias)
- NRBC (eritrocitos nucleados)

Es necesario que el químico examine un frotis de sangre teñido con la técnica de Wrigth cada vez que se visualice en pantalla cualquier tipo de alarma, para la búsqueda de células patológicas.

Control de Calidad.



Una vez que los controles han sido procesados verificados y aprobados, según los valores descritos por la carta del fabricante, podrán realizarse las pruebas correspondientes de cada paciente con confiabilidad.

Linealidad

Parámetro	Rango lineal	Límites tolerados
Leucocitos WIC	0 – 99.9 K / mL	+ / - 0.4 o 3.0 %
WOC	0 – 250 K / mL	+ / - 0.4 o 4.0 %
Eritrocitos	0 – 8.0 M / mL	+ / - 0.1 o 2.5 %
Hemoglobina	0 – 25.0 g / mL	+ / - 0.3 o 2.0 %
MCV	50 – 200 fL	+ / - 0.3 o 3.0 %
Plaquetas	0 – 2000 K / mL	+ / - 10 o 7.0 %
MPV	5.0 – 18 fL	+ / - 1.0 o 6.0 %
RET %	0 – 30 fL	+ / - 1.1 o 7.0 %

Procedimiento.

Principios de operación.

Durante cada ciclo de procesamiento, la muestra se aspira, diluye y mezcla, se realizan las mediciones de cada parámetro. La válvula de segmentación gira para dividir la muestra de sangre total aspirada por la sonda en tres segmentos.

1. 32 µl para la dilución WOC (conteo óptico de leucocitos).
2. 0.64 µl para la dilución RBC/PLT (conteo de glóbulos rojos y plaquetas).
3. 20 µl para la dilución WIC/HGB (conteo de leucocitos por impedancia y hemoglobina).

Proceso de la muestra.

El volumen de muestra de sangre total recolectada es de 1 mL como mínimo y 3 mL como máximo, en cada ciclo de procesamiento la muestra debe estar completamente homogenizada, sin que exista sospecha de coágulo por pequeño que éste sea.

Esquema de operación.



El volumen de aspiración de muestra por el equipo es de 240 μL en condiciones normales, el tiempo de cada ciclo debe ser igual o inferior a 40 segundos.

Los valores de referencia deben ser definidos por el usuario, en este caso, se expresan de la siguiente manera:

<i>Examen:</i>		<i>Valores de referencia</i>
WBC	leucocitos.	5000 – 10000 / mm ³
NEU	neutrófilos.	37 – 80 %
LYM	linfocitos.	10 – 50 %
MONO	monocitos.	0 – 2 %
EOS	eosinófilos.	0 – 7 %
BASO	basófilos.	0 – 3 %
RBC	eritrocitos.	4.5 x 10 ⁶ – 6.1 x 10 ⁶ / mm ³
HGB	hemoglobina.	12.2 – 18.1 g / dL
HCT	Hematocrito.	37 – 50 %
VCM	Volumen corpuscular medio.	80 – 97 fL
HCM	Hemoglobina corpuscular medio.	27 – 31 pg
CMHC	Concentración de hemoglobina.	32 – 35 g / dL
RDW	Amplitud de distribución de eritrocitos.	11.1 – 14.8 %
PLT	plaquetas.	150.000 – 450.000 / mm ³
VMP	Volumen medio plaquetario.	7.0 – 10.5 fL
PDW	Amplitud de distribución de plaquetas.	11.4 – 15.4 %
PCT	Plaquetocito.	

Interpretación de alarmas.

Mensajes interpretativos de RBC (eritrocitos).

Anemia (anemia): El valor de RBC queda por debajo del límite inferior.

Polycytemia (policitemia): El valor de RBC excede el límite superior.

Microcytic RBC (eritrocitos microcíticos): El valor MCV queda por debajo del límite inferior.

Macrocytic RBC (eritrocitos macrocíticos): El valor MCV excede el límite inferior.

Hypochromic (hipocromía): El valor CMCH queda por debajo del límite inferior.

Hyperchromic (hipercromía): El valor CMCH excede el límite superior.

Anisocytosis (anisocitosis): El valor RDW excede el límite superior.

Mensajes interpretativos de WBC (leucocitos).

Leukopenia (leucopenia): El valor WBC queda por debajo del límite inferior.

Leukocytosis (leucocitosis): El valor WBC excede el límite superior.

Neutropenia (neutropenia): El valor absoluto de neutrófilos queda por debajo del límite inferior.

Neutrophilia (neutrofilia): El valor absoluto de neutrófilos excede el límite superior.

Lymphopenia (linfopenia): El valor absoluto de linfocitos queda por debajo del límite inferior.

Lymphocytosis (linfocitosis): El valor absoluto de linfocitos excede el límite superior.
Monocytosis (monocitosis): El valor absoluto de monocitos excede el límite superior.
Eosinophilia (eosinofilia): El valor absoluto de eosinófilos excede el límite superior.
Basophilia (basofilia): El valor absoluto de basófilos excede el límite superior.

Mensajes interpretativos de PLT (plaquetas).

Thrombocytopenia (trombocitopenia): El resultado se encuentra por debajo del límite inferior.

Thrombocytosis (trombocitosis): El valor PLT excede el límite superior.

Microcytic PLT (PLT microcíticas o plaquetas pequeñas): El valor MPV excede el límite inferior.

Macrocytic PLT (PLT macrocíticas o plaquetas gigantes): El valor de MPV excede el límite superior.¹⁷

Leucocitosis.

En algunas enfermedades (como sarampión, tos ferina y sepsis), la elevación de los leucocitos es tal que parece leucemia. La *leucocitosis temporal* debe distinguirse de la leucemia y en este último caso la leucocitosis es permanente y progresiva. Se produce leucocitosis en las infecciones agudas en las que el número de leucocitos depende del grado de infección.

Otras causas de *leucocitosis* son:

- Leucemia.
- Traumatismo o lesión hística como en la cirugía.
- Neoplasias malignas, especialmente carcinoma broncogénico.
- Toxinas, uremia, coma, eclampsia, tormenta tiroidea y bacteriana.
- Fármacos, ingestión accidental; éter, cloroformo, quinina, adrenalina.
- Hemólisis aguda.
- Hemorragia (aguda).
- Post-esplenectomía.
- Policitemia vera.
- Necrosis hística.

En ocasiones existe leucocitosis cuando no hay datos de patología clínica:

- Luz solar, radiación ultravioleta.
- Leucocitosis fisiológica por; excitación, ejercicio, dolor, calor o frío, anestesia, náuseas, vómitos, convulsiones.
- Administración de esteroides (ACTH) a individuos sanos.

Se produce *leucopenia* durante:

- Infecciones virales, algunas bacterianas.

- Infecciones muy graves.
- Hiperesplenismo.
- Depresión de médula ósea por fármacos.
- Trastornos primarios de la médula ósea: anemia perniciosa, anemia aplásica, síndromes mielodisplásicos, enfermedades congénitas.
- Neutropenia inmunológica.
- Enfermedades ocupativas de médula ósea infecciones; micóticas, metástasis.
- Hiperesplenismo.
- Anemia por deficiencia de hierro.

Existe *neutrofilia* (aumento en el número absoluto y porcentaje de neutrófilos) en:

- Infecciones bacterianas agudas localizadas y generalizadas.
- Inflamación; fiebre reumática, gota aguda.
- Intoxicaciones metabólicas; gota, y uremia.
- Intoxicación por sustancias químicas y drogas.
- Hemorragia aguda.
- Hemólisis aguda de eritrocitos.
- Enfermedades mieloproliferativas; leucemia mielógena.
- Necrosis hística por infarto de miocardio, tumores, quemaduras, gangrena, carcinoma o sarcoma.
- Algunas enfermedades virales y por rickettsias.

Existe *neutropenia* (disminución en el número absoluto y porcentaje de neutrófilos) en:

- Choque anafiláctico.
- Hepatopatía.
- Infecciones bacterianas agudas y graves.
- Infecciones virales; influenza, hepatitis infecciosa, mononucleosis.
- Infecciones por rickettsias, algunas enfermedades parasitarias (paludismo).
- Uso de drogas, sustancias químicas, sustancias tóxicas y radiación.
- Trastornos hemáticos; anemia aplásica y perniciosa, leucemia linfoblástica aguda.
- Alteraciones hormonales; enfermedad de Addison, tirotoxicosis, acromegalia.

La *eosinofilia* se presenta en

- Alergias, fiebre del hemo, asma.
- Reacciones medicamentosas.
- Parasitosis y triquinosis, si hay invasión de los tejidas.
- Enfermedad de Addison.
- Enfermedad de Hodgkin y linfoma.
- Enfermedades mieloproliferativas.

- Patologías cutáneas crónicas.
- Eosinofilia generalizada vinculada con infiltrados pulmonares.
- Algunas infecciones como; escarlatina y clamidia.
- Poliarteritis nodosa, colagenopatías, alteraciones del tejido conectivo.
- Enfermedades gastrointestinales.
- Inmunodeficiencias; síndrome de Wiskott-Aldrich.
- Tumores malignos, leucemia de células T.

La *eosinopenia* suele deberse a mayor producción de esteroides suprarrenales por ejemplo en:

- Síndrome de Cushing.
- Uso de fármacos como ACTH, adrenalina, tiroxina, prostaglandinas.
- Infecciones con neutrofilia.

Los eosinófilos desaparecen al principio de las infecciones piógenas cuando existe leucocitosis con desviación a la izquierda (aumento de leucocitos inmaduros).

La *basofilia* suele observarse en leucemia granulocítica y basofílica, metaplasia mieloide y enfermedad de Hodgkin, con menos frecuencia en:

- Inflamación, alergia o sinusitis.
- Policitemia vera.
- Anemia hemolítica crónica.
- Después de la esplenectomía.
- Después de la radioterapia.
- Problemas endocrinos; diabetes, mixedema.
- Infecciones; tuberculosis, varicela, influenza.
- Ingestión de proteínas extrañas.

La presencia de *células cebadas* (basófilos hísticos) ocurre en:

- Artritis reumatoide.
- Urticaria, asma.
- Choque anafiláctico.
- Hipoadrenalismo.
- Linfoma.
- Linfoma invasor de la médula ósea.
- Macroglobulinemia.
- Leucemia de células cebadas.
- Patología hepática y renal crónica.
- Osteoporosis.
- Mastocitosis generalizada.

Existe *monocitosis* en:

- Leucemia monocítica, otras leucemias.
- Trastornos mieloproliferativos, como mieloma múltiple.
- Enfermedad de Hodgkin y otros linfomas.
- Recuperación de alguna infección aguda.
- Enfermedades por almacenamiento de lípidos.
- Algunas infecciones parasitarias y por rickettsias.
- Infecciones bacterianas, como tuberculosis y endocarditis bacteriana.
- Colitis ulcerativa crónica, enteritis.
- Enfermedad de la colágena y sarcoidosis.

Los *monocitos fagocitarios* (macrófagos) aparecen en:

- Infecciones graves.
- Lupus eritematoso.
- Anemias hemolíticas.
- Agranulocitosis.
- Púrpura trombocitopénica.

Existe *linfocitosis* en:

- Leucemia linfática.
- Linfoma agudo y crónico.
- Linfocitosis infecciosa.
- Mononucleosis infecciosa; por virus de Epstein-Barr.
- Enfermedades virales; citomegalovirus, sarampión, parotiditis, varicela, hepatitis infecciosa, toxoplasmosis.
- Infecciones bacterianas; tuberculosis, brucelosis, tos-ferina.
- Colitis ulcerativa.
- Hipersensibilidad a medicamentos.
- Hipoadrenalismo.
- Hipotiroidismo.

Existe *linfopenia* en:

- Quimioterapia.
- Radioterapia (medicamentos inmunosupresores).
- Después de administrar ACTH, cortisona (esteroides).
- Tumores hipofisarios productores de corticotropina.
- Obstrucción del drenaje linfático.
- Anemia aplásica.
- Enfermedad de Hodgkin y otros tumores.
- Trastornos inmunológicos hereditarios.
- SIDA y disfunción inmunológica.

- Tuberculosis avanzada.
- Insuficiencia cardiaca congestiva.
- Insuficiencia renal.

En lo referente a la serie roja, como *cuenta eritrocitaria*, existe aumento de *eritrocitos* o eritrocitosis en:

- Eritrocitosis primaria;
 - policitemia vera (enfermedad proliferativa).
 - eritrocitosis-eritremia (incremento en la producción de eritrocitos en la médula ósea).
- Eritrocitosis secundaria;
 - enfermedad renal.
 - Tumores extrarrenales.
 - Altitud elevada.
 - Enfermedad pulmonar.
 - Enfermedad cardiaca.
 - Hipoventilación alveolar.
 - Hemoglobinopatía.
 - Tabaco / carboxihemoglobina.
- Eritrocitosis relativa (disminución en el volumen plasmático).
 - Deshidratación (vómitos, diarrea).
 - Tensión.
 - Tabaco.
 - Sobreuso de diuréticos.
 - Síndrome de Gaisbock.

Existe disminución de *eritrocitos* en:

- Anemia.
- Enfermedad de Hodgkin y otros linfomas.
- Mieloma múltiple, enfermedades mieloproliferativas.
- Leucemia, especialmente la oculta.
- Lupus eritematoso.
- Enfermedad de Addison.
- Fiebre reumática.
- Endocarditis subaguda.

Hemoglobina (Hb), se encuentra aumentada en:

- Policitemia (en cualquier situación).
- Quemaduras intensas.
- Neumopatía obstructiva crónica.
- Insuficiencia cardiaca congestiva.

Hemoglobina baja

- Anemia (disminución de Hemoglobina y Hematocrito).
- Hipertiroidismo.
- Cirrosis hepática.
- Reacciones hemolíticas causadas por:
 - Transfusión de sangre incompatible.
 - Reacción a sustancias químicas y fármacos.
 - Reacción a microorganismos infecciosos.
 - Reacción a factores físicos (quemaduras intensas o prótesis valvulares cardiacas).
- Enfermedad de Hodgkin.
- Leucemia.
- Linfoma.
- Lupus eritematoso generalizado.
- Carciomatosis.
- Sarcoidosis.
- Necrosis renal cortical.

Hematocrito (Hcto) se encuentra aumentado en:

- Policitemia.
- Eritrocitosis.
- Deshidratación intensa.
- Choque.
- Hemoconcentración importante.

Hematocrito (Hcto) bajo indica:

- Anemia moderada a grave.
- Leucemia.
- Hipertiroidismo.
- Cirrosis.
- Hemorragia masiva y aguda.
- Reacciones hemolíticas (generalmente situación en paralelo a la cuenta de eritrocitos y hemoglobina baja), no obstante, en una anemia microcítica o macrocítica, esta relación no es igual.
- El hematocrito puede no ser confiable inmediatamente después a una hemorragia e inmediatamente después de las transfusiones o no.
- Anemia por deficiencia de hierro con eritrocitos pequeños.

Índices eritrocitarios.

Volumen corpuscular medio (VCM), constituye una base para clasificar las anemias:

- Anemias por deficiencia en la síntesis de hemoglobina, eritrocitos hipocrómicos (VCM 50 a 82 fL).
 - Alteraciones en el metabolismo del hierro.
 - Alteraciones en la síntesis de porfirina y grupo hem.
 - Alteraciones en la síntesis de la globina.
- Anemias normocíticas normocrómicas (VCM 83 a 98 fL).
 - Anemia con respuesta adecuada de la médula ósea.
 - Anemia con deterioro de la respuesta de la médula ósea.
- Anemias macrocíticas (VCM 100 a 160 fL).
 - Deficiencia de cobalamina.
 - Deficiencia de folato.
 - Sin respuesta a la cobalamina o al folato.

La *concentración media de hemoglobina corpuscular* (CMHC) reducida significa que una unidad de volumen de glóbulos rojos contiene menos hemoglobina que lo normal, en:

- Deficiencia de hierro.
- Anemias macrocíticas, hemorragia crónica.
- Anemia que responde a la piridoxina.
- Talasemia.
- Anemia hipocrómica (menos de 30 g / dL).

La *CMHC* elevada suele indicar esferocitosis, los glóbulos rojos no contienen más de 37 g / dL, lo que sucede también en los recién nacidos y lactantes.

La *hemoglobina corpuscular media* (HCM), índice importante en el diagnóstico de pacientes con anemias graves.

- HCM elevada acompaña a la anemia macrocítica.
- HCM disminuida acompaña a la anemia microcítica.

Amplitud de distribución de eritrocitos (RDW), se determina y calcula mediante un analizador electrónico.

- Vigila alteraciones hematológicas como la respuesta al tratamiento.
- Indica el grado de anisocitosis.

Cambios en el coeficiente de variación (CV) en:

- Anemia perniciosa CV = 12.9 %.
- Anemia post-hemorrágica CV = 9.9 %.
- Distingue a la talasemia heterocigótica no complicada (VCM bajo, RDW normal) de la deficiencia de hierro (VCM bajo, RDW alto).

- Distingue a la anemia de las enfermedades crónicas, con un VCM normal bajo (RDW normal), de la anemia por deficiencia de hierro (VCM normal bajo, RDW elevado).

Aumento de *RDW* en:

- Deficiencia de hierro.
- Deficiencia de vitamina B-12 o folato.
- Hemoglobina anormal.
- Talasemia.
- Anemia hemolítica inmunológica.¹⁸

No se pretende que los enlistados abarquen todas las causas de enfermedades posibles.

Hemostasia y coagulación

Las pruebas de hemostasia y coagulación suelen realizarse en presencia de hemorragia, lesión o traumatismo vascular y coagulopatías. Una vez que se quebrantan las primeras líneas de defensa (piel y tejidos), la respuesta normal de lesión vascular es la vasoconstricción refleja, en los vasos de mayor tamaño, la vasoconstricción puede ser el mecanismo principal de la hemostasia, en los vasos pequeños, la vasoconstricción reduce el tamaño del área que se debe ocluir para crear el tapón hemostático.¹⁹

Fundamento.

El principal objetivo de la hemostasia es realizar y analizar cada una de las pruebas más comunes para el control de la coagulación sanguínea, así como su interpretación, los resultados obtenidos de cada una de ellas, y las alteraciones en condiciones patológicas.

Los factores de la coagulación sanguínea interactúan para formar el tapón hemostático (rico en fibrina) en los pequeños vasos sanguíneos, y el tapón de fibrina secundario en las arterias y venas. El esquema de la coagulación sanguínea se divide en tres partes:

- Vía intrínseca
- Vía extrínseca
- Vía común final

Se distinguen según la naturaleza del factor que las inicia y su análisis correspondiente en el laboratorio clínico. El tiempo de tromboplastina parcial (TTP), depende de la totalidad de factores de coagulación involucrados en las fases, excepto calcio, plaquetas y factores VII y XIII. En general el TTP detecta valores de factores de la primera fase de la coagulación (XII, XI, IX, VIII) que para los de la fase 2 y 3. En estas pruebas se utiliza plasma pobre en plaquetas, para lo cual se añade en la sangre citrato sódico (anticoagulante que secuestra los iones de calcio de modo reversible), a continuación se centrifuga, las pruebas de los tiempos de coagulación se inician añadiendo calcio y los reactivos adecuados.²⁰

ACL 7000

Hoy en día, se cuenta con una gran variedad de instrumentos automatizados capaces de cubrir las normas calidad para la realización de estas pruebas, el sistema *ACL 7000* de IL (Instrumentation Laboratory) es un analizador totalmente automatizado, de alta productividad, para uso clínico específico en la coagulación y/o

prueba de fibrinólisis, los resultados incluyen tanto las mediciones hemostáticas directas como los parámetros calculados, controlado por microcomputadora, el sistema incorpora una unidad de pantalla de video (UPV) que despliega continuamente el estado del instrumento y proporciona instrucciones de cómo proceder, es capaz de realizar las siguientes pruebas:

- PT-FIB (Tiempo de Protombina y Nivel de Fibrinógenos)
- APTT (Tiempo de Tromboplastina Parcial Activado)
- PIT-FOB/APTT (se corren tres pruebas simultáneamente)
- TT (Tiempo de Trombina)
- TT/APTT (se corren dos pruebas simultáneamente)
- Factores de trayectoria Extrínseca (VII, X, V, II)
- Factores de trayectoria Intrínseca (XII, XI, IX, VIII)
- Factores únicos (VII; X; V; II; XII; XI; IX, VIII: prueba de factor de curva alta y curva baja: calibración simultánea y análisis de muestra)

Los resultados se visualizan en el monitor y se imprimen automáticamente en la impresora térmica que contiene el analizador.

Equipo:

- Emulsión de referencia
- Dilusor
- Impresora térmica
- UPV
- Cubierta
- Pre-calentador de rotor
- Teclado
- Alojamiento de rotor
- Brazo de muestreo
- Recipiente de enjuagado
- Recipiente de reactivos
- Charola de muestras

Reactivo, PT-Fibrinógeno:

Tromboplastina cálcica de alta sensibilidad para la determinación simultánea del Tiempo de Protombina (TP) y del Fibrinógeno (Fib), para la evaluación de la vía extrínseca de la coagulación y para el control de la terapia anticoagulante oral en plasma humano en los sistemas de coagulación IL.

Principio:

PT-Fibrinógeno HS, es un extracto liofilizado de cerebro de conejo con una concentración óptima de iones de calcio con alta sensibilidad para los factores II, V, VII y X, dando resultados comparables con el estándar de referencia internacional, apropiado para monitorización de la terapia anticoagulante oral.

Preparación del reactivo:

Disolver el contenido de cada vial de tromboplastina añadiendo el volumen completo de un vial de tampón en el vial de reactivo liofilizado, no pipetear, homogenizar suavemente, mantener el reactivo entre 15 y 25°C, durante 30 minutos, mezclar por inversión, no agitar. La estabilidad después de la reconstitución es de 3 días entre 2 y 8° C en el vial original.

Recolección y preparación de las muestras:

Recipiente: Tubo de vidrio o plástico con citrato sódico como anticoagulante. Si se va a extraer sangre para otras pruebas, el tubo para la coagulación colocarlo al último, se deben evitar las vías heparinizadas, si hay que utilizarlas desechar los primeros 20 mL de sangre antes de realizar la extracción, si el paciente está en tratamiento con heparina extraer la sangre 4 horas después de la última dosis, no utilizar muestras hemolizadas, ictericas o lipémicas.

La proporción es de nueve partes de sangre recién extraída por punción venosa sobre una parte de anticoagulante citrato trisódico, mezclar por inversión suavemente, centrifugar 15 minutos a 2500 rpm para la obtención de plasma.

TTPA:

Para la determinación *in vitro* del Tiempo de Tromboplastina Parcial Activada (TTPA) en plasma citratado en los Sistemas de Coagulación IL como test general en la evaluación de la vía intrínseca de la coagulación y para la monitorización de pacientes bajo terapia anticoagulante con heparina.

Principio:

El test TTPA utiliza un activador de contacto (sílica) que activa la producción de Factor XIIa, dicho activador proporciona una superficie de contacto ideal que permite actuar funcionalmente al quinínógeno de alto peso molecular, calicreína y al Factor XIIa, esta activación por contacto se realiza a 37° C durante un determinado periodo de tiempo, la adición de cloruro de calcio desencadena las reacciones posteriores que producirán la formación del coágulo.

Preparación del reactivo:

Agitar la dispersión de sílica (TTPA) aproximadamente durante 15 segundos antes de su uso. El cloruro de calcio está listo para su uso.

Método de ensayo:

Seguir las instrucciones de la técnica de acuerdo al manual de operaciones del equipo IL o bien al manual de operaciones.

Fibrinógeno:

El fibrinógeno es una proteína compleja (polipéptido) que, con la acción de una enzima, se convierte en *fibrina*. La *fibrina*, junto con las plaquetas, forma la malla para el coagulo, aunque es muy importante como proteína para la coagulación, el fibrinógeno también es un reactivo proteínico de la fase aguda.

Limitaciones / Interferencias.

Los resultados del TP y TTPA pueden ser alterados por varios fármacos de administración común y sucesivos análisis deben ser realizados para determinar la causa de los resultados anormales no esperados.

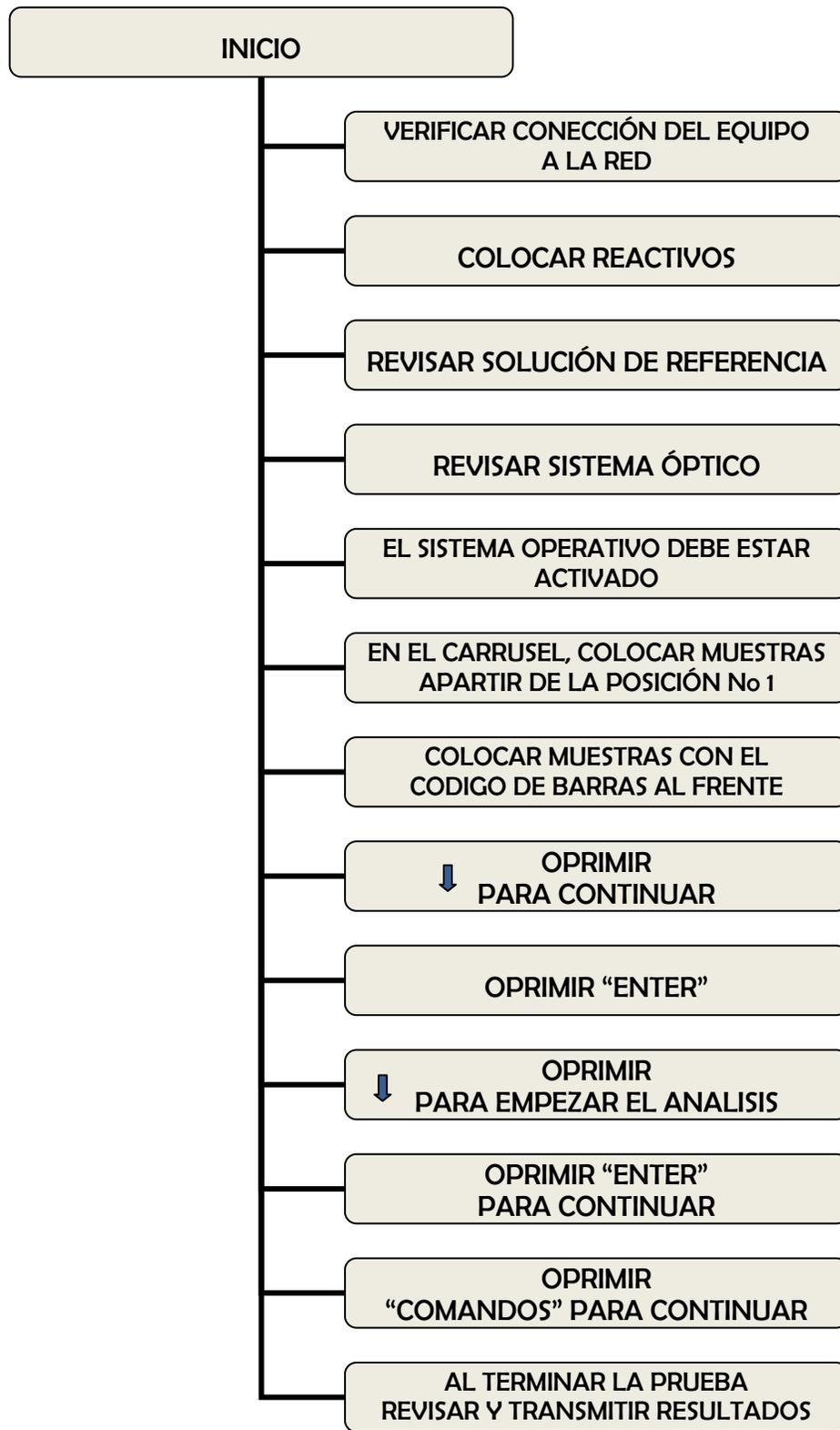
Se recomienda el uso de los controles de plasma normal y anormal de IL para realizar un completo programa de control de calidad. Los controles de IL adecuados de este programa son el control normal, el control anormal bajo, el control anormal alto y el control fibrinógeno bajo. Cada laboratorio debe establecer su propia media y desviación estándar, asimismo los valores de referencia y establecer un programa de control de calidad para monitorizar los resultados de su laboratorio.

Procedimiento y realización de las pruebas.

El servicio de urgencias cuenta con el equipo *ACL 7000* que se mantiene encendido durante las 24 horas. Al inicio del día, se hidratan reactivos y calibradores, se corre curva de calibración con 10 plasmas de pacientes aparentemente sanos (media poblacional). Antes de iniciar cualquier proceso, se revisa el equipo y se realiza el mantenimiento diario (ver el manual del operador del *ACL 7000*).

Las muestras antes de ser procesadas deben ser revisadas visualmente, evitando aquellas que presentan: lipemia, turbidez o hemólisis ya que los sustratos de fosfolípidos con la actividad de tromboplastina provoca un cambio en los tiempos de coagulación, que contengan el volumen adecuado y no presentar coágulos. Deberán ser procesadas lo antes posible para evitar su alteración.

Esquema de operaciones.



Los resultados son revisados, se repetirá la prueba cuando estos no sean acordes conforme al diagnóstico, o a lo esperado conforme a los valores testigo. Al terminar el análisis, los resultados se transmiten a la red oprimiendo la tecla “ ↵ “ para su reporte final.

Los resultados se expresan en las siguientes unidades.

TP:

- segundos
- % actividad
- ratio
- INR = Relación Normalizada Internacional; representa la relación observada del PT corregida por la *International Reference Thromboplastin*.

TTPA:

- segundos y/o ratio

Fibrinógeno:

- mg/dL y/o g/L

Valores de referencia:

TP:	11.1 - 14.1 segundos.
TTPA:	24.3 - 35.0 segundos.
Fibrinógeno:	161 - 465 mg / dL ²¹

La preparación de los reactivos puede variar dependiendo del laboratorio y proveedor que los suministra.

Interpretación de resultados.

El *TP* se encuentra aumentado en:

- Deficiencia de Protombina (factor II) y de factores V, VII y X.
- Deficiencia de vitamina K.
- Hipervitaminosis A.
- Hemorragia del recién nacido.
- Hepatopatías.
- Hepatitis alcohólica.
- Tratamiento con anticoagulantes por fuera de la dosis terapéutica.
- Obstrucción biliar.
- Intoxicación con salicilatos.
- Coagulación intravascular diseminada (DIC).

- Hipofibrinogenemia (deficiencia del factor I).
- Lupus eritematoso generalizado.

El *TP* se encuentra disminuido en:

- Hiperfunción ovárica.
- Enteritis.
- Deshidratación, por vómito y diarrea.

El *TTPA* se prolonga en:

- Todas las deficiencias congénitas del sistema intrínseco de la coagulación, incluso la hemofilia A y hemofilia B.
- Deficiencia congénita del factor de Fitzgerald y factor de Fletcher (precalicreína).
- Tratamiento con heparina.
- Tratamiento con warfarina.
- Deficiencia de vitamina K.
- Hipofibrinogenemia.
- Hepatopatía.
- Coagulación intravascular diseminada crónica o aguda.
- Productos de degradación de la fibrina.

El *TTPA* se acorta en:

- Cáncer extenso, excepto cuando está afectado el hígado.
- Inmediatamente después de una hemorragia aguda.
- Las primeras fases de la coagulación intravascular diseminada.

El *fibrinógeno* aumenta en:

- Inflamación de los tejidos.
- Infarto agudo del miocardio.
- Síndrome nefrótico.
- Cáncer.
- Mieloma múltiple.
- Enfermedad de Hodgkin.
- Embarazo.
- Eclampsia.
- Distintos tipos de enfermedad vascular cerebral.

El *fibrinógeno* disminuye en:

- Hepatopatía.
- Coagulación intravascular diseminada.
- Cáncer.

- Fibrinólisis primaria y secundaria.
- Hipofibrinogenemia hereditaria y congénita.
- Disfibrinogenemia.¹⁸

El TTPA y PT detectan aproximadamente el 95% de las anomalías de la coagulación, cuando se realizan simultáneamente, se esclarecen aún más los defectos de la coagulación sanguínea.

Química Sanguínea

La *química clínica* utiliza procesos químicos para medir los niveles de los metabolitos de la sangre. Para establecer un patrón de anormalidad, por lo general es necesario cuantificar varias sustancias químicas, existen pruebas que se pueden agrupar y catalogar en; enzimas, electrolitos, lípidos o química sanguínea.²² Los instrumentos automatizados permiten realizar una gran variedad de pruebas bioquímicas con un volumen mínimo en una sola muestra de suero sanguíneo y reportar los resultados de manera oportuna.²³

Las pruebas urgentes pueden ser solicitadas individuales específicamente, como por ejemplo la valoración de glucosa sérica, el calcio principalmente en recién nacidos, amilasa en padecimientos de pancreatitis o electrolitos séricos en casos de deshidratación, o acompañadas en algún perfil sanguíneo. Los perfiles son grupos de pruebas que ayudan a descubrir ciertas patologías, los solicitados frecuentemente por el médico del servicio de urgencias son:

Perfil de química sanguínea:

- Glucosa
- Urea, BUN (porción nitrogenada de la urea).
- Creatinina

Perfil enzimas cardíacas:

- Aspartato-amino-transferasa (AST o TGO)
- Creatinfosfoquinasa (CPK)
- Creatinfosfoquinasa fracción-MB (CPK-MB)
- Deshidrogenasa láctica (DHL)

Perfil hepático (PFH):

- Bilirrubinas (BD, BI, BT)
- Alanina-amino-transferasa (ALT o TGP)
- Aspartato-amino-transferasa (AST o TGO)
- Deshidrogenasa láctica (LDH)
- Fosfatasa alcalina (FA)

Perfil renal:

- Urea
- Creatinina
- Fosfatasa alcalina (FA)
- Sodio (Na)
- Potasio (K)
- Cloro (Cl)

Perfil toxémico:

- Glucosa
- Urea

- Creatinina
- Ácido úrico
- Fosfatasa alcalina (FA)
- Bilirrubinas (BD BI BT)
- Aspartato-amino-transferasa (AST)
- Alanina-amino-transferasa (ALT)
- Deshidrogenasa láctica (LDH)

El sistema de química clínica ILab 650 es un analizador químico de alto rendimiento que cuantifica los analitos presentes en líquidos fisiológicos, tales como el suero, la orina, el líquido cerebrospinal y el plasma. Este sistema utiliza una o varias de las técnicas siguientes para medir los analitos:

- Espectrofotometría
- Turbidimetría
- Potenciometría

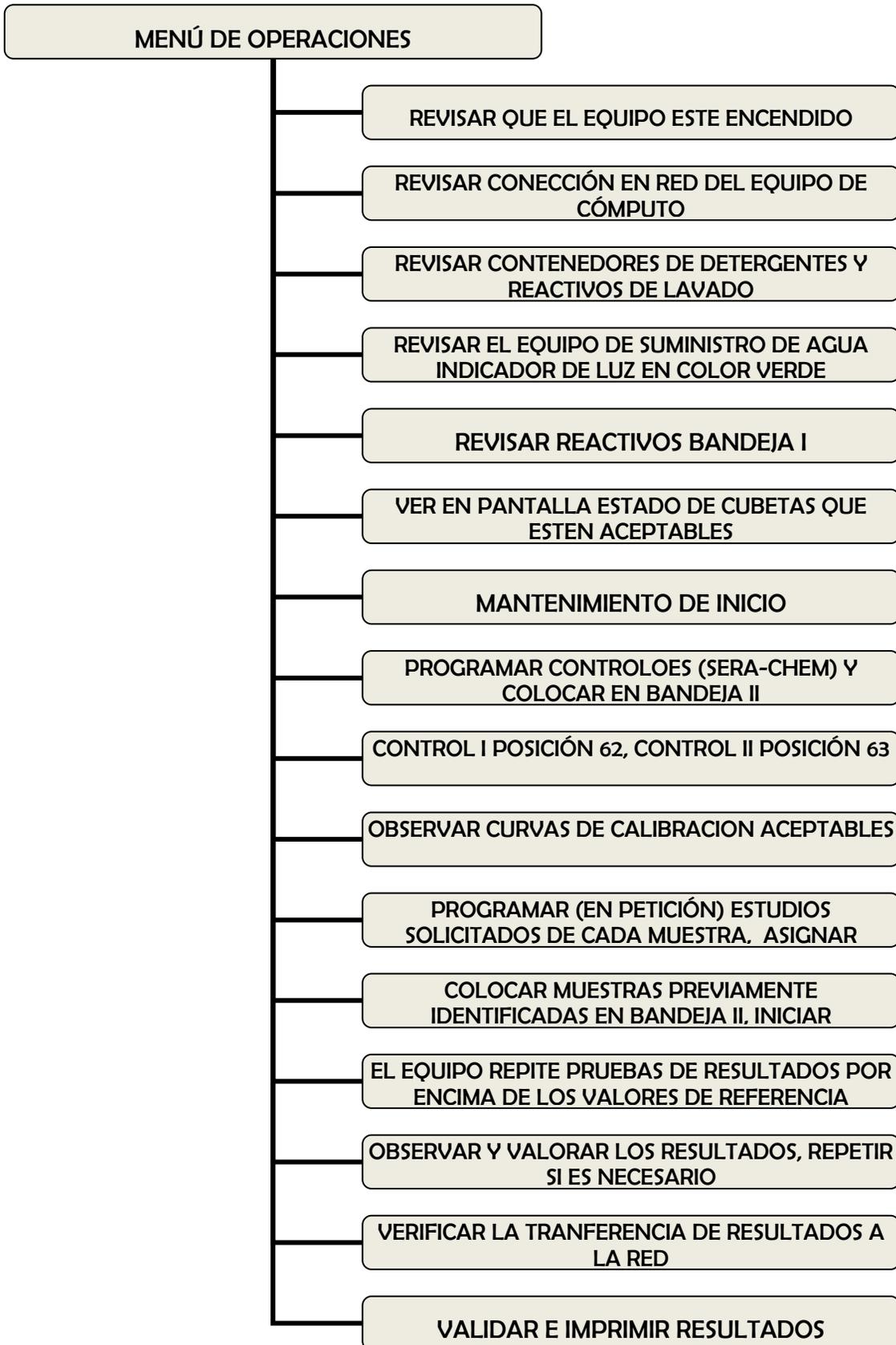
Su configuración modular se adapta a las necesidades de cada laboratorio, el sistema de química clínica ILab 650 tiene como fin familiarizar al químico clínico con la distribución física y configuración del equipo. Sin embargo, si se desea una descripción más detallada de cada uno de los componentes se deberá consultar el “Principio del Manual de Operación”.

Características estándar del analizador ILab 650.

- Carga continua con acceso aleatorio.
- Análisis inmediato de muestras de urgencia.
- Reactivos con códigos de barras.
- Muestreo de tubos primarios.
- Encendido, apagado y mantenimiento automático.
- Administración integral de datos.
- Compatibilidad con otros sistemas de administración de datos.
- Reporte impreso de resultados.

Preparación de las muestras.

- Extraer y recolectar en un tubo de 13 x 100 mm, 3 a 5 mL de sangre venosa.
- Esperar 10 a 15 minutos para la formación de coágulo.
- Centrifugar 10 minutos a 3500 rpm para la completa separación del suero.
- Transferir el suero en copa para muestras, especialmente del equipo ILab 650.
- Colocar la copa en el carrusel de muestras del equipo ILab 600.
- Seleccionar por medio de la computadora el estudio a realizar.



En el siguiente cuadro se muestran los métodos químicos que el equipo realiza de pruebas químicas, solicitadas en padecimientos y enfermedades que requieren medicina de urgencia.²⁴

Cuadro 1. Métodos químicos que el analizador IL 650 ejecuta de forma urgente.

<i>Parámetro</i>	<i>Valores de referencia</i>	<i>Método</i>
Glucosa	70 - 105 mg / dL	Oxidasa
Urea	15.0 - 38.0 mg / dL	Ureasa
Creatinina	0.6 - 1.1 mg / dL	Jaffe
Ácido Úrico	2.6 - 7.2 mg / dL	Trinder Uricasa
Bilirrubina Total	0.20 - 1.20 mg / dL	Jendrassik-Grof
Bilirrubina Directa	0.00 - 0.30 mg / dL	Jendrassik-Grof
Calcio	8.0 - 10.2 mg / dL	Ortocresoftaleina complejona
Sodio (Na)	136 - 145 mEq / L	Ion selectivo sol. activador
Potasio (K)	3.5 - 5.1 mEq / L	Ion selectivo sol. activador
Cloro (Cl)	98 - 107 mEq / L	Ion selectivo sol. activador
ALT / TGP	10 - 40 U / L	IFCC sin piridoxal
AST / TGO	9 - 48 U / L	IFCC sin piridoxal
Fosfatasa Alcalina	100 - 290 U / L	IFCC
CK	24 - 195 U / L	Oliver modificado
CK-MB	4 - 24 U / L	Inmunoinhibición
Amilasa	27 - 102 U / L	PNP
LDH-L	230 - 460 U / L	Lactato-Piruvato

Interpretación de resultados.

Se observa frecuentemente *hiperglucemia* en casos de:

- Diabetes tipo I y II.
- Enfermedad de Cushing.
- Infarto del miocardio o infección grave.
- Adenoma hipofisario.
- Pancreatitis.
- Traumatismo o hemorragia cerebral, convulsiones.
- Accidente vascular cerebral.
- Hepatopatía crónica.

- Nefropatía crónica.
- Deficiencia de vitamina B.
- Durante el embarazo (diabetes gestacional).

Se observa *hipoglucemia* en casos de:

- Carcinoma pancreático.
- Tumores gástricos.
- Enfermedad de Addison (insuficiencia suprarrenal).
- Hipopituitarismo.
- Inanición.
- Daño hepático (alcoholismo).
- Lactante prematuro (hijo de madre diabética).
- Enfermedades con deficiencias enzimáticas.
- Sobredosis de insulina.

El *BUN* (nitrógeno de urea) se eleva en:

- Deterioro de la función renal.
- Insuficiencia cardíaca congestiva.
- Choque.
- Hemorragia gastrointestinal.
- Infarto agudo al miocardio.
- Tensión.
- Ingestión excesiva de proteínas o catabolismo proteico.

El *BUN* disminuye en:

- Insuficiencia hepática.
- Hepatopatía grave, como en hepatitis, intoxicaciones, uso de medicamentos.
- Acromegalia.
- Desnutrición.
- Uso de esteroides anabólicos.
- Alimentación únicamente intravenosa (sobrehidratación).
- Absorción insuficiente (enfermedad cética).
- Síndrome nefrótico.
- Síndrome de secreción inadecuada de hormona antidiurética.

La *creatinina* sanguínea se eleva en casos de:

- Alteraciones renales.
- Nefritis crónica.
- Obstrucción urinaria.

- Enfermedades musculares (gigantismo, acromegalia, miastenia gravis, distrofia muscular, poliomieltis).
- Insuficiencia cardiaca congestiva.
- Choque.
- Deshidratación.

La *creatinina* reducida carece de importancia clínica.

Las enzimas *AST*, *CK*, *CK-MB* y *LDH* (*perfil cardiaco*) se elevan en:

- Infarto agudo del miocardio (IAM). El nivel de *AST* alcanza su pico máximo en 24 h y se normaliza entre tres y cuatro días, mientras que la *CK* y *CK-MB* la elevación comienza poco después de la crisis entre 3 y 4 h, la *LDH* suele tener su punto máximo durante el segundo día después del infarto.

La *AST* se eleva también en:

- Enfermedades hepáticas, agudas o crónicas, necrosis hepática, cirrosis o hepatitis alcohólica, mononucleosis infecciosa, carcinoma primario o metastásico, pancreatitis aguda, traumatismos, dermatomiositis, poliomieltis, triquinosis, cateterismo cardiaco, infarto cerebral, distrofia muscular progresiva, embolia pulmonar, gangrena o intoxicación con hongos.

La *AST* disminuye en:

- Hiperazoemia.
- Diálisis.
- Insuficiencia renal crónica.

La *CK* y *CK-MB* se elevan en:

- Isquemia miocárdica.
- Angina de pecho.
- Hipotiroidismo.
- Cirugía cardiaca.
- Convulsiones.

La *LDH* también encuentra elevada en:

- Infarto pulmonar.
- Insuficiencia cardiaca congestiva.
- Enfermedades hepáticas (cirrosis, alcoholismo y hepatitis viral aguda).
- Neoplasias malignas o cáncer.
- Anemia megaloblástica y perniciosa.
- Anemia de células falciformes.

La *bilirrubina* elevada acompañada de ictericia se debe a causas hepáticas obstructivas o hemolíticas. La *ictericia hepatocelular* es producida por lesión o enfermedad del parénquima hepático, se eleva en:

- Hepatitis viral.
- Cirrosis.
- Mononucleosis infecciosa.
- Reacción de algunos medicamentos como clorpromazina.

La *ictericia obstructiva* se presenta por obstrucción del conducto biliar o daño hepático, lo que provoca elevación de la bilirrubina conjugada (bilirrubina directa), y en casos de:

- Coledocolitiasis.
- Cáncer de cabeza de páncreas.
- Síndrome Dubin-Johnson.

La *ictericia hemolítica* se presenta cuando hay una sobreproducción de bilirrubina no conjugada que está unida a proteínas (bilirrubina indirecta), causada por procesos hemolíticos, se eleva en:

- Eritroblastosis fetal.
- Incompatibilidad de grupo ABO y de Rh.
- Anemias hemolíticas.
- Anemia perniciosa.
- Anemia de células falciformes.
- Reacción por transfusión sanguínea.
- Síndrome de Crigler-Najar (deficiencia genética de una enzima hepática).
- Hiperbilirrubinemia del recién nacido.

Existe elevación del *ácido úrico* (hiperuricemia) en casos de:

- Gota.
- Trastornos renales e insuficiencia renal crónica.
- Alcoholismo.
- Deshidratación.
- Intoxicación por plomo.
- Leucemia.
- Linfoma.
- Inanición.
- Acidosis metabólica.
- Toxemia del embarazo.
- Mononucleosis infecciosa.

- Hipoparatiroidismo.
- Anemia hemolítica.

El *ácido úrico* disminuye en casos de:

- Síndrome de Fanconi.
- Enfermedad de Wilson.
- Enfermedad de Hodgkin.
- Mieloma múltiple.
- Intoxicación con metales pesados.

La *hipercalcemia* (calcio total elevado) es producida o se asocia con:

- Hiperparatiroidismo, producido por adenoma paratiroideo, hiperplasia paratiroidea o asociada con hipofosfatemia.
- Cáncer; óseo metastásico, pulmonar, mamario, renal, tiroideo, hepático y pancreático.
- Enfermedad de Hodgkin.
- Leucemias, linfomas.
- Mieloma múltiple con destrucción ósea extensa.
- Carcinoma primario de células escamosas de pulmón.
- Granulomatosis.
- Hipertiroidismo.
- Inmovilización prolongada.
- Fracturas óseas, combinada con reposo en cama.
- Ingestión excesiva de vitamina D.
- Trasplante renal.
- Síndrome lácteo-alcalino.

La *hipocalcemia* (disminución del calcio total) se asocia con:

- Hipoparatiroidismo.
- Hiperfosfatemia.
- Pancreatitis aguda.
- Alcalosis.
- Deficiencia de vitamina D.
- Desnutrición.
- Alcoholismo.
- Cirrosis hepática.

La *fosfatasa alcalina (ALP)* se incrementa en:

- Enfermedades y problemas hepáticos.

- Hiperparatiroidismo.
- Hipercalcemia.
- Infarto del miocardio y pulmonar.
- Enfermedad de Hodgkin.
- Cáncer pulmonar o del páncreas.
- Colitis ulcerativa.
- Sarcoidosis.
- Perforación intestinal.
- Amiloidosis.
- Insuficiencia renal crónica.
- Sepsis.

El nivel de *ALP* disminuye en.

- Hipofosfatasa.
- Desnutrición.
- Hipotiroidismo.
- Anemia perniciosa.
- Escorbuto.

La *amilasa* se eleva en:

- Pancreatitis aguda.
- Gastrectomía parcial.
- Obstrucción del conducto pancreático.
- Úlcera péptica perforada.
- Intoxicación con alcohol.
- Parotiditis.
- Obstrucción o inflamación de los conductos de la glándula salival.
- Colecistitis aguda.
- Obstrucción intestinal con estrangulación.
- Embarazo ectópico.

La *amilasa* disminuye en:

- Insuficiencia pancreática.
- Hepatitis, hepatopatía grave.
- Fibrosis quística avanzada.
- Toxemia del embarazo.
- Quemaduras extensas.¹⁸

El aumento en los gastos de atención de la salud, el continuo crecimiento en el volumen de estudios solicitados y la observación de variaciones en los resultados, conlleva a una evaluación crítica en la utilización de laboratorio.

Es notorio que una reducción en la cantidad de solicitudes de pruebas de laboratorio, mejora la respuesta del comportamiento que es parte esencial de la mejora de la calidad.

Se ha demostrado una reducción significativa de pruebas de bioquímica clínica después de la intervención médica administrativa. Estas reducciones no se asocian con un cambio mensurable en los resultados clínicos.²⁵

Uroanálisis y líquidos corporales

Uroanálisis

El *uroanálisis*, o *examen general de orina*, es el estudio completo de la orina. La orina es un líquido complejo formado por 95% de agua y 5% de sólidos, que constituye el producto final del metabolismo celular del sistema renal y urinario, el cual tiene un gasto promedio de 1 a 1.5 L de orina cada 24 horas, dependiendo de la ingestión de líquidos.

La orina es una muestra fácilmente disponible y fácil de recolectar, contiene información sobre muchas de las funciones metabólicas principales del organismo, y esta información se puede obtener mediante pruebas sencillas de laboratorio.

El examen general de orina provee una amplia variedad de datos clínicos referentes al riñón y a enfermedades sistémicas que pueden afectar a este órgano excretor, se divide en tres partes:

1. Análisis físico.
2. Análisis químico.
3. Análisis microscópico.

1. *Análisis físico*: comprende la evaluación de:

- Volumen
- Aspecto
- Color
- Turbidez
- Olor (cuando es diferente al normal, como el amoníaco-pH básico, frutas-diabético, vitaminas C, colorea la tira reactiva).

La observación de estas características proporcionan información preliminar sobre algunos trastornos clínicos, los resultados de la parte física del análisis de orina también se pueden emplear para confirmar o explicar hallazgos en las áreas químicas y microscópicas del análisis de orina.

2. *Análisis químico*: determinado por medio de tira reactiva:

- Glucosa
- Bilirrubina
- Cetona
- Gravedad Específica (densidad)

- Sangre
- pH
- Proteínas
- Urobilinógeno
- Nitritos
- Leucocitos



Figura 5. Gráfica de posibles colores al contacto de una muestra de orina con la tira reactiva.

Las tiras reactivas consisten en papel absorbente impregnado de sustancias químicas adherido a una tira de plástico, se lleva a cabo una reacción química productora de color cuando el papel absorbente entra en contacto con la orina.

Las reacciones de color se interpretan comparando el color producido en el papel con la gráfica de colores proporcionada por el fabricante, sobre la gráfica aparecen varios colores o intensidades de un color para cada sustancia que se examina.

Mediante una comparación cuidadosa de los colores de la gráfica (figura anterior) y los de la tira se puede determinar un valor semicuantitativo de; trazas, 1+, 2+, 3+, ó 4+. También existe una estimación de los miligramos por 100 mL presentes en las áreas de prueba apropiadas en ambos productos.

3. *Análisis microscópico:*

- Elementos formes; células epiteliales, leucocitos, eritrocitos.
- Elementos no formes; cristales endógenos:
 - a).- No relacionados con alteraciones metabólicas o funcionales.
 - b).- Relacionados con alteraciones metabólicas o funcionales.
- Cristales exógenos:
 - a).- De origen medicamentoso.

La tercera parte del análisis de orina es el examen microscópico del sedimento urinario, su propósito es detectar e identificar elementos formes insolubles presentes en la orina, que incluyen leucocitos, eritrocitos, cilindros células epiteliales, bacterias, levaduras, parásitos, moco, espermatozoides, cristales y artefactos, ya que algunos de éstos componentes no tienen significado clínico y otros se consideran normales, a menos que estén presentes en cantidades elevadas, el examen del sedimento urinario debe incluir la identificación y cuantificación de los elementos presentes.

Etapas Pre-Analítica:

En el servicio de urgencias normalmente la muestra es recolectada al azar.

Características:

- Refleja las condiciones del individuo al momento de tomar la muestra.
- Los componentes de la muestra estarán en condiciones adecuadas (no hay deterioro).

Usos:

La más adecuada para observar características:

- Físicas

- Químicas
- Microscópicas
- Conveniente para evaluar el sedimento.

Restricciones:

- Puede ser una orina muy diluida.
- Al tener una dilución excesiva puede conducir a falsos negativos. En tiras reactivas no sucede.
- Puede haber destrucción de elementos formes.

Métodos de recolección:

- Micción espontánea - Media micción.
- Sonda o cateterismo vesical.
- Bolsas recolectoras de pacientes pediátricos.

Características del envase de recolección:

- Limpio, seco y libre de contaminantes.
- De preferencia desechable.
- Boca ancha, diámetro aproximado de 4 cm. y con tapa.
- Debe permitir que se adhieran etiquetas que no se desprendan.
- Debe ser transparente en general, para poder visualizar el contenido, sin embargo haya algunos analitos que son fotosensibles (bilirrubina, urobilinógeno, porfirinas, catecolaminas y dopamina).
- Pacientes pediátricos se recomiendan bolsas pediátricas.
- Para muestras minutadas el recipiente debe ser de plástico con tapón de rosca y opaco.

Degradación:

- La orina es un fluido biológico, por lo que éste sufre cambios al paso del tiempo.
- Comúnmente se inicia el trabajo de la muestra cuando ésta, ya cuenta con varias horas de haber sido emitida.
- El tiempo y la temperatura son factores decisivos en la calidad de la muestra.
- El tiempo de procesamiento de la muestra debe ser no más de una hora, que es el reflejo real del estado del paciente.

En el cuadro 2 se muestran algunas alteraciones que puede presentar la muestra de orina de no ser procesada dentro de la primera hora de recolección.²⁶

Cuadro 2. Alteraciones en una muestra de orina de no ser procesada dentro de la primera hora posterior a su recolección.

<i>Sustancia o Elemento</i>	<i>Cambio</i>
Color	Puede oscurecer
Olor	Puede tornarse fétido
Turbidez	Se desarrolla
pH	Incrementa o disminuye
Glucosa	Disminuye o desaparece
Bilirrubina	Disminuye o desaparece
Urobilinógeno	Disminuye o desaparece
Cetonas	Disminuye o desaparece
Nitritos	Puede aparecer
Sangre	Aparece o se incrementa
Amoniaco	Se incrementa
Ácido Ascórbico	Disminuye o desaparece
Bacterias	Aumenta
Cilindros	Desaparece
Eritrocitos	Se lizan

Fundamento.

Glucosa; Esta prueba se basa en una doble reacción secuencial de enzimas, una enzima, la glucosa-oxidasa, cataliza la formación de ácido glucónico y peróxido de hidrógeno a partir de la oxidación de la glucosa. Una segunda enzima, la peroxidasa, cataliza la reacción del peróxido de hidrógeno con un cromógeno de yoduro de potasio el cual es oxidado produciendo colores que van del verde al café, no se conoce otra sustancia que excretada en la orina de un resultado positivo, el área reactiva no reacciona con lactosa, galactosa fructosa o metabolitos reductores de medicamentos.

El tiempo de lectura es de 30 segundos.

Bilirrubina; Esta prueba se basa en el acoplamiento de la bilirrubina con la dicloroanilina diazotizada en un medio fuertemente ácido, el color varía dentro de distintos tonos claros de color café para resultados positivos, normalmente no se detecta bilirrubina en orina, pero cualquier cantidad de bilirrubina se considera

anormal. En la fase temprana de daño hepático, se puede encontrar pequeñas cantidades de bilirrubina en orina.

El tiempo de lectura es de 30 segundos.

Cetona; Esta prueba se basa en la reacción del ácido acetoacético con el nitropruciato de sodio, algunas orinas con gravedad específica alta o pH bajo pueden dar resultados positivos incluyendo trazas, las lecturas negativas producen un color café claro y las positivas colores que van de rosa hasta púrpura, las muestras de orina normal, generalmente dan resultados negativos para cetonas, niveles detectables de cuerpos cetónicos pueden aparecer en casos de dieta, stress, embarazo, ejercicio intenso frecuente, en casos de acetoacidosis o ayuno prolongado junto con otras alteraciones del metabolismo lipídico o de carbohidratos, pueden encontrarse altas concentraciones de cetona en orina antes de que se manifiesten en suero.

El tiempo de lectura es de 40 segundos.

Gravedad Específica; Esta prueba se basa en el cambio aparente de pKa de ciertos polielectrolitos pretratados en relación con la concentración iónica, en presencia de un indicador, los colores varían dependiendo de la concentración presente en orina. Esta prueba permite la determinación de la gravedad específica de la orina entre 1.000 y 1.030, sustancias no iónicas presentes en la orina, tales como la glucosa y el contraste radiológico no afectan esta prueba.

El tiempo de lectura es de 45 segundos.

Sangre; Esta prueba se basa en la similitud entre la actividad de la peroxidasa y la actividad de la hemoglobina, las cuales catalizan la reacción de di-hidroperóxido de di-isopropilbenceno y la 3,3' 5,5' tetrametilbencidina, el color resultante varía de amarillo-naranja hasta verde oscuro o azul en orinas con altos niveles de sangre, el desarrollo de puntos verdes indica la presencia de eritrocitos intactos, el color de verde homogéneo indica la presencia de hemoglobina libre.

El tiempo de lectura es de 60 segundos.

pH; Esta prueba se basa en un principio de doble indicador que produce una gama de colores, cubriendo los límites de pH urinario, los colores desarrollados van del naranja al amarillo y del verde al azul midiendo valores de 5.0 a 8.5 en forma visual. Las lecturas de pH no se alteran por las variaciones de amortiguadores urinarios.

El tiempo de lectura es de 60 segundos.

Proteína; Esta prueba se basa en el principio de error proteico de los indicadores, a un pH constante el desarrollo de cualquier color verde es debido a la presencia de proteína. El rango de colores va de amarillo claro para negativo, pasando por verde-

amarillo y verde-azul para resultados positivos, normalmente se excreta una cantidad mínima de proteína por el riñón, pero no se detecta por métodos convencionales, se pueden obtener resultados falsos positivos con muestras de orina alcalina, o así como con residuos de compuestos de amonio, como antisépticos y detergentes o con limpiadores de la piel que contengan clorhexidina.

El tiempo de lectura es de 60 segundos.

Urobilinógeno; Esta prueba se basa en una modificación de reacción de Erlich, en la cual p-dietilaminobenzaldehído en combinación con un intensificador de color reacciona con el urobilinógeno en medio fuertemente ácido, los colores producidos varían de una tonalidad rosa pálido hasta rosa intenso. Esta área reactiva puede reaccionar con sustancias como el ácido p-aminosalicílico y las sulfonamidas, la temperatura óptima para realizar la prueba es de 22° a 26° C ya que la actividad de ésta área aumenta con la temperatura.

El tiempo de lectura es de 60 segundos.

Nitritos; Esta prueba depende de la conversión de nitratos obtenidos de la dieta a nitritos, por la acción de las bacterias gram negativas en la orina, a pH ácido del área reactiva, los nitritos de la orina reaccionan con ácido p-arsanílico para formar un compuesto de diazonio, este compuesto se acopla a su vez con el 1, 2, 3, 4-tetrahidrobenzo (h) quinoli-3-ol para producir un color rosa. La prueba es específica para nitritos por lo que no reacciona con ninguna otra sustancia normalmente excretada en la orina.

El tiempo de lectura es de 60 segundos.

Leucocitos; Los leucocitos granulados contienen esterasas que catalizan la hidrólisis del derivado éster ácido aminopirrol, liberando 3-hidroxi-5-fenil pirrol, este compuesto reacciona con una sal de diazonio. El color de la reacción negativa es crema o marfil y violeta para las reacciones positivas, estas reacciones positivas son clínicamente significativas, se pueden encontrar resultados positivos en forma ocasional en muestras de mujeres debido a contaminación del espécimen por secreción vaginal o debido a causas externas al tracto urinario.

El tiempo de lectura es de 2 minutos.

Las tiras reactivas son para uso diagnóstico *in-vitro*, se han clasificado como no peligrosas bajo las normas expedidas por la OSAH 29CFR 1910 (d), los resultados son obtenidos en unidades clínicamente significativas por comparación directa con la carta de color elaborada por el fabricante, cuando las tiras reactivas se emplean visualmente. Como en todos los procedimientos de laboratorio, las decisiones terapéuticas o diagnósticas no deben basarse en un solo resultado o método.²⁷

Procedimiento.

Recomendación para Recolección y Preparación de la Muestra de Orina.

Un proceso inadecuado de recolección puede generar una muestra de calidad dudosa, que por consecuencia producirá resultados igualmente dudosos, cualquier técnica de recolección, debe obtener un espécimen libre de contaminación que asegure la calidad adecuada.

Material:

- Tubos de 13 x 100 mm.
- Gradilla metálica.
- Pipeta Pasteur.
- Cubreobjetos 22 x 22 mm.
- Portaobjetos.

Equipo:

- Centrífuga clínica.
- Microscopio óptico.

Reactivos:

- Tiras reactivas Multistix 10 SG (Bayer)

Método manual:

- Homogenizar la muestra perfectamente.
- Llenar 3/4 partes de un tubo de 13 x 100 mm con la muestra.
- Centrifugar a 1500 rpm durante 5 minutos.
- Decantar el sobrenadante sin agitar.
- Homogenizar el sedimento.
- Colocar sobre un portaobjetos una gota del sedimento.
- Cubrir la gota del sedimento con un cubreobjetos de 22 x 22 mm, evitando la formación de burbujas de aire.

Observar al microscopio en 40x para búsqueda de elementos formes (leucocitos, eritrocitos, células epiteliales, bacterias, cristales, cilindros, etc.) realizar el conteo y reportar lo observado.

Características generales:

Valores de referencia:

Aspecto	Transparente a ligeramente turbia
Color	Amarillo pálido a ámbar
Densidad	1.010 - 1.025
pH	5.0 - 7.0 promedio 6.0
Glucosa	Negativo
Proteínas	Negativo
Cuerpos cetónicos	Negativo
Hemoglobina	Negativo
Bilirrubina	Negativo
Urobilinógeno	0.2 EU / dL
Nitritos	Negativo
Leucocitos	Negativo

Hallazgos microscópicos:

Leucocitos	0 - 10 / c
Eritrocitos	0 - 3 / c
Células epiteliales	Sólo escamosas
Cristales	Escaso oxalato de calcio, escaso urato y fosfato amorfo
Mucina	Menor de 1+
Bacterias	Escasas
Levaduras	Negativo
Tricomonas	Negativo

Interpretación de resultados.

Aspecto:

- La turbidez de la orina se presenta como resultado de infecciones urinarias.
- La orina también se enturbia por la presencia de células, eritrocitos, leucocitos o bacterias.

Color:

La orina prácticamente *incolora* se debe a:

- Ingestión excesiva de líquidos.
- Ingestión de alcohol.
- Nefritis intersticial crónica.
- Diabetes sacarina no tratada.
- Diabetes insípida.

- Tratamiento con diuréticos.
- Nerviosismo.

La orina de color *naranja* se debe a:

- Deshidratación.
- Orina concentrada.
- Restricción en la ingestión de líquidos.
- Sudoración excesiva.
- Fiebre.
- Pequeñas cantidades de pigmentos biliares.
- Medicamentos para tratamiento de las vías urinarias (fenazopiridina).

La orina de color *marrón amarillento o verdoso* se debe a:

- Bilirrubina.
- Presencia de espuma amarilla o verde se debe al pigmento biliverdina.
- El color verde se presenta en infección por *Pseudomona*.

El color *rojo a marrón oscuro* indica:

- Hemoglobinuria por la presencia de sangre.
- Porfirinas o melanina
- Hemoglobina o mioglobina en la orina.

La orina *negra* es producida por:

- Alcaptonuria.
- Enfermedades del metabolismo de la tirosina.

La orina *lechosa* suele ser producida por:

- Grasa.
- Cistinuria.
- Pus, producida por gran cantidad de leucocitos.

La *densidad específica* varía en forma inversamente proporcional a la cantidad de orina excretada, sin embargo, los siguientes son ejemplo de situaciones en los que esta relación no es válida.

Diabetes: Aumenta el volumen urinario, aumenta la densidad específica.

Hipertensión: Volumen normal, densidad específica reducida.

Nefropatías crónicas: Aumenta el volumen y disminuye la densidad específica.

Densidad específica urinaria baja (1.001 – 1.010):

- Diabetes insípida; densidad específica baja con gran cantidad de orina.
- Se debe a la ausencia o reducción de hormona antidiurética (ADH) que inicia la absorción renal de agua, sin ésta, los riñones producen cantidades excesivas de orina que no se reabsorbe.
- Glomerulonefritis.
- Pielonefritis.
- Nefropatía grave.

Densidad específica elevada (> de 1.025):

- Diabetes mellitus o nefrosis.
- Pérdida excesiva de agua (deshidratación, fiebre, vómito, diarrea).
- Aumento en la secreción de ADH.

pH menor de 7.0, (orina ácida) se produce en:

- Acidosis, diabetes no controlada.
- Enfisema pulmonar.
- Deshidratación.
- Inanición.
- Diarrea.
- Problemas respiratorios que se asocian con acidosis.

pH mayor de 7.0, (orina alcalina) se produce en:

- Infecciones urinarias.
- Obstrucción pilórica.
- Intoxicación por salicilatos.
- Acidosis tubular renal.
- Insuficiencia renal crónica.

Proteínas (albúmina) en orina o proteinuria se observa en:

- Lesión en el glomérulo.
- Nefropatías; nefritis, glomerulonefritis, nefrosis, trombosis de la vena renal, hipertensión maligna, nefropatía poliquística, obstrucción crónica del aparato urinario.
- Proteinuria de origen no renal; fiebre, infección aguda, traumatismo, leucemia, mieloma múltiple, toxemia, preeclampsia del embarazo, diabetes mellitus, enfermedad vascular, lupus eritematoso generalizado, intoxicación por fósforo, mercurio, ácido sulfosalicílico, plomo, fenol, y otros fármacos.

La *glucosa* aumenta en:

- Diabetes mellitus.
- Tirotoxicosis.
- Síndrome de Cushing.
- Acromegalia.
- Daño cerebral.
- Patología de los túbulos renales.
- Síndrome de Fanconi.
- Nefropatía inflamatoria.
- Intolerancia a la lactosa y fructuosa.
- Embarazo y la lactancia.
- Galactosuria hereditaria.
- Problemas hepáticos.

Cetonas en orina (cuerpos cetónicos) se presenta en:

- Enfermedades metabólicas; diabetes mellitus, glucosuria renal, enfermedad por almacenamiento del glucógeno.
- Situaciones dietéticas; inanición, ayuno prolongado, dietas con abundantes grasas, vómitos prolongados, anorexia, dieta con escasos carbohidratos.
- Situaciones en metabolismo acelerado por; hipertiroidismo, fiebre, embarazo o lactancia.
- Después de una cirugía por la administración de anestesia.

Se observa *hemoglobina* en orina en:

- Infecciones de la parte inferior del aparato urinario.
- Lupus eritematoso.
- Cáncer renal o del aparato urinario.
- Cálculos urinarios.
- Hemofilia.
- Glomerulonefritis.
- Traumatismos.
- Fumar en exceso.
- Ejercicio extenuante.
- Hematuria familiar benigna o recurrente asintomática.
- Tratamiento con anticoagulantes.
- Hemorragia por cirugía prostática.
- Infarto renal.
- Lisis de eritrocitos por orina hipotónica.
- Coagulación intravascular diseminada (DIC).

Se observa *hemoglobinuria* en:

- Quemaduras extensas.
- Lesiones por aplastamiento.
- Reacciones transfusionales con productos sanguíneos incompatibles.
- Por ingestión de sustancias químicas y alcaloides.
- Ingestión de hongos venenosos.
- Picadura de serpientes venenosas.
- Paludismo.
- Alteraciones hemolíticas, anemia de células falciformes y talasemias.

Bilirrubina en orina se observa en:

- Hepatitis.
- Obstrucción de las vías biliares.
- Hepatopatías por infecciones.
- Contacto por sustancias tóxicas.

El *urobilinógeno* urinario aumenta en:

- Anemias hemolíticas.
- Anemia perniciosa.
- Paludismo.
- Hemorragia en tejidos.
- Infarto pulmonar.
- Equimosis extensas.
- Daño hepático; patología biliar, cirrosis biliar o química, hepatitis aguda.

El *urobilinógeno* disminuye o desaparece en:

- Sin excreción normal de bilirrubina hacia el aparato intestinal.
- Obstrucción parcial o completa de los conductos biliares.
- Colelitiasis.
- Cáncer de la cabeza del páncreas.
- Inflamación intensa de los conductos biliares.
- Supresión de flora intestinal por la administración de antibióticos.

La prueba positiva (tono rosa) de *nitritos* indica:

- Bacteriuria (infección urinaria).

La prueba positiva de *leucocitos* indica:

- Piuria.
- Infección urinaria.

Examen microscópico del sedimento urinario.

Leucocitos; la presencia de más 10 leucocitos por campo, observando con objetivo de 40 o 60 X, suele indicar infección bacteriana aguda dentro del aparato urinario.

Se observa elevación de *leucocitos* en:

- Todas las patologías renales.
- Infecciones del aparato urinario (cistitis, prostatitis).
- Fiebre.
- Ejercicio extenuante.
- Pielonefritis crónica.
- Tumores vesicales.
- Tuberculosis.

Los *cilindros leucocitarios* indican infección del parénquima renal, aparecen en:

- Pielonefritis.
- Glomerulonefritis aguda.
- Inflamación intersticial del riñón.

La presencia de más de tres *eritrocitos* por campo, observado a 40 X, es anormal e indica:

- Patología renal o generalizada.
- Traumatismos.
- Traumatismo renal.
- Pielonefritis.
- Lupus eritematoso generalizado.
- Cáncer del aparato genitourinario.
- Cálculos renales cistitis.
- Tuberculosis.
- Prostatitis.
- Hemofilia.
- Paludismo.
- Hipertensión maligna.
- Tumores.
- Trombocitopenia.
- Sobredosis por la ingestión de aspirina.
- Sobredosis del tratamiento con anticoagulantes.

Los cilindros *eritrocitarios* indican alteraciones inflamatorias o vasculares agudas en el glomérulo, su presencia en la orina suele ser la única manifestación de:

- Glomerulonefritis aguda.
- Infarto renal.
- Enfermedad de la colágena.
- Patología renal en endocarditis bacteriana subaguda.
- Lupus eritematoso generalizado.

Cuando es mayor el número de eritrocitos que de leucocitos, significa que hay hemorragia en aparato urinario.

Se observan *células del epitelio renal* en:

- Lesión tubular aguda
- Glomerulonefritis aguda.
- Sobredosis de salicilatos.
- Rechazo inminente de aloinjerto.

Se observan abundantes *cilindros epiteliales* cuando las enfermedades siguientes han lesionado el epitelio tubular.

- Nefrosis.
- Amiloidosis.
- Intoxicación por metales pesados u otras toxinas.
- Glomerulonefritis.
- Necrosis tubular aguda.

Los *cilindros hialinos* indican posible lesión de la membrana capilar glomerular, lo que permite escape de proteínas a través del sistema de filtración glomerular, y se observan en:

- Nefritis.
- Enfermedad renal crónica.
- Hipertensión maligna.
- Nefropatía crónica.
- Insuficiencia cardiaca congestiva.
- Nefropatía diabética.

Los *cilindros hialinos* se encuentran presentes temporalmente en:

- Fiebre.
- Lordosis ortostática postural.
- Tensión emocional.

- Ejercicio extenuante.
- Palpación traumática del riñón.

Se sospecha de síndrome nefrótico cuando se observan abundantes *cilindros hialinos* en la orina acompañados de proteinuria abundante, *cilindros granulares finos* y *cilindros grasos*. En la cilindruria suele haber abundantes *cilindros*, pero no se observan proteínas en orina.

Se observan *cilindros granulares* en

- Necrosis tubular avanzada.
- Glomerulonefritis avanzada.
- Pielonefritis.
- Nefroesclerosis maligna.
- Intoxicación crónica por plomo.

Los *cilindros céreos* se observan en:

- Nefropatías crónicas.
- Inflamación y degeneración tubular.
- Obstrucción localizada de la nefrona.

Los *cilindros grasos* se observan en las nefropatías crónicas e indican inflamación y degeneración tubular.

El *filamento mucoide* o *mucina* constan de una mezcla de moco (material proteínico), pus y células epiteliales, se considera de poca importancia clínica, se debe tener cuidado de no confundir grupos de moco con cilindros hialinos, es posible observarlos en:

- Moniliasis urinaria o vaginal (levaduras en orina).
- Parásitos; generalmente provienen de contaminación fecal o vaginal.

Cristales, con frecuencia se encuentran cristales en la orina, aunque rara vez tienen importancia clínica, se debe hacer su identificación. Los cristales se forman mediante la precipitación de sales urinarias sometidas a cambios de pH, temperatura o concentración, que afectan su solubilidad.

Orina ácida:

- *Uratos amorfos*; sin importancia clínica.
- *Ácido úrico*; metabolismo de las proteínas, gota.
- *Cistina*; cálculos renales de cistina.
- *Colesterol*; quiluria con colesterol elevado.

- *Leucina y tirosina*; hepatopatías, degradación de proteínas.
- *Bilirrubina*; bilirrubina elevada.

Orina ácida, neutra o ligeramente alcalina:

- *Oxalato de calcio*; normal, si la cantidad es excesiva significa que existe nefropatía crónica.
- *Ácido hipúrico*; sin importancia clínica.

Orina alcalina, neutra o ligeramente ácida:

- *Fosfato triple*; estasis urinaria o infección crónica.

Orina alcalina:

- *Carbonato de calcio*; sin importancia clínica.
- *Burato de amonio*; sin importancia clínica.
- *Fosfatos amorfos*; sin importancia clínica.
- *Fosfato de calcio*; normal, abundan en la cistitis crónica o hipertrofia prostática.¹⁸

Los métodos de informe estandarizados minimizarán la confusión del médico en la interpretación de los resultados, así como la revisión previa a la entrega de reporte, esto ayudará a detectar errores y proporcionará su corrección oportuna.

Líquidos corporales

Sin duda, el análisis de los diversos líquidos corporales es una de las pruebas de selección y diagnóstico más útil y, no obstante, con gran frecuencia no se da la importancia debida a los detalles necesarios y se pasan por alto o se interpreta en forma errónea información importante.

Los líquidos corporales de mayor importancia clínica que son analizados en el laboratorio clínico son:

- Líquido cefalorraquídeo.
- Líquido peritoneal (ascitis).
- Líquido pericárdico.
- Líquido pleural.

El Líquido cefalorraquídeo (LCR)

Es un examen para evaluar el líquido que rodea el cerebro y la médula espinal. El LCR, que normalmente es transparente, actúa como un amortiguador, protegiendo el cerebro y la columna de una lesión. El examen se utiliza para medir la presión en dicho líquido y para recoger una muestra de éste con el fin de realizar pruebas adicionales.

El LCR se puede utilizar para diagnosticar ciertos trastornos neurológicos, particularmente infecciones (como meningitis) y daño cerebral o daño a la médula espinal. Juega un importante papel en el mantenimiento de la composición de los iones del microambiente de las células del sistema nervioso.

Para interpretar de manera adecuada los resultados, las sustancias se deben cuantificar simultáneamente en LCR y en sangre.²⁸

Pruebas realizadas por el laboratorio de LCR:

Análisis físico:

- Aspecto.
- Color.

Análisis microscópico:

- Análisis citológico;
 - Cuenta celular.
 - Tinción de Wright.
 - Tinción de gram.
 - Tinta china.

Análisis bioquímico:

- Cloruros.
- Glucosa.
- Proteínas.
- LDH.

Procedimiento para el conteo de células.

- Se aspira el líquido hasta la marca de 0.5 de la pipeta de Thoma.
- Se seca la parte exterior de la punta con una gasa, se termina de aspirar con líquido diluyente de Turk (ácido acético al 3%), llenando la pipeta hasta la marca de 11, así se obtiene una dilución de 1:20.

- Se mezcla la pipeta durante 3 minutos.
- Se desechan las primeras gotas de la pipeta, puesto que contiene solamente líquido diluyente.
- Se carga la cámara de recuento de Neubauer.
- Se deja reposar de 3 a 5 minutos.
- Con el objetivo de 10X se cuentan los leucocitos de los 4 cuadros de las esquinas (L).
- El recuento de cada cuadro (L) no debe variar en más de 10 células.
- Se calcula el número de leucocitos / mm³.

Las muestras transparentes se pueden contar sin diluir, siempre y cuando no se observe un empalme de células durante el examen microscópico.

Cálculo: por cada compartimiento.

1 mm X 1 mm X 0,1 mm (largo X ancho X fondo) = 0,1 mm³ = 0,1 µL.

Se obtiene el número de células en un volumen constante de 0,1 µL.

Se cuentan los 4 compartimientos y se obtiene la media aritmética.

La fórmula para el cálculo estándar de Neubauer empleada para la cuenta de células sanguíneas, también se aplica en LCR para determinar el número de células por mm³. Esto es:

$$\text{N}^\circ \text{ de células contadas / mm}^3 = N \times \frac{20}{4 (1 \text{ mm})^2 0.1 \text{ mm}}$$

N	=	N° de células contadas
4	=	N° de cuadros contados
(1) ²	=	Área de cada cuadro secundario
0.1	=	Altura de la cámara de Neubauer
20	=	Dilución de la muestra

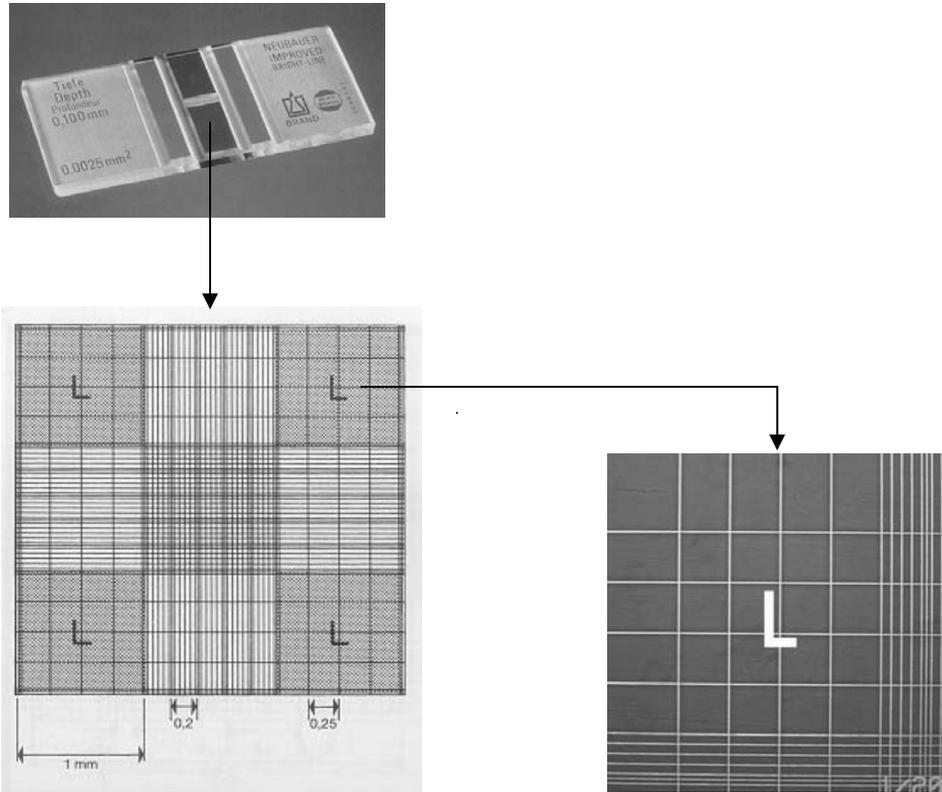


Figura 6. Para el recuento de leucocitos se cuentan todas células que se encuentran en el interior de los cuadros “L”.

Interpretación de resultados.

Color y aspecto del LCR.

Color y aspecto	Patología
Transparente e incoloro (agua de roca)	- Normal
Opalescente, ligeramente amarillo	- Meningitis tuberculosa
Opalescente, purulento, ligeramente amarillo	- Meningitis piógena aguda
Ligeramente amarillo; transparente u opalescente	- Poliomielitis anterior aguda
Hemático; purulento, en ocasiones turbio	- Meningoencefalitis amebiana primaria
Transparente, pero puede ser xantocrómico	- Tumor de cerebro o médula espinal
Xantocrómico	- Toxoplasmosis

- Turbidez, 1+, 2+, 3+ o 4+ se debe a:
 - Leucocitos (pleocitosis), eritrocitos.
 - Microorganismos como; hongos y bacterias.
 - Medios de contraste.
 - Grasa epidural aspirada (rosa pálido o amarillo oscuro).

- Xantocromía es producida por:
 - Oxihemoglobina de los eritrocitos lisados que ya existían en el LCR antes de la punción lumbar.
 - Metahemoglobina.
 - Bilirrubina.
 - Aumento de proteínas (>150 mg / mL).
 - Melanina (melanocarcinoma meníngeo).
 - Carotenos (carotenemia generalizada).

Examen microscópico de células del LCR, cuenta total, cuenta diferencial:

- Valores de referencia:	Adultos:	0 a 5 leucocitos / mm ³
	Recién nacido:	0 a 30 leucocitos / mm ³
- <i>Diferencial</i>	<i>Adultos</i>	<i>Recién nacidos</i>
Linfocitos	40 a 80 %	5 a 35 %
Monocitos	15 a 45 %	50 a 90 %
Polimorfonucleares	0 a 6 %	0 a 8 %

Leucocitos.

La cuenta leucocitaria mayor de 500/mm³ suele deberse a alguna infección purulenta, en la que predominan los neutrófilos. La reacción neutrofílica suele indicar meningitis piógena.

Los *neutrófilos* aumentan en:

- Meningitis bacteriana.
- Primeras fases de meningitis viral.
- Primeras fases de la tuberculosis.
- Meningitis micótica.
- Encefalomielitis amebiana.
- Primeras fases de sífilis meningovascular.
- Meningitis aséptica.
- Lupus eritematoso generalizado.

Algunas causas no infecciosas de *neutrofilia* son:

- Reacción a la hemorragia del sistema nervioso central.
- Inyección de sustancia en el espacio subaracnoideo (medio de contraste radiológico).
- Neumoencefalograma.
- Tumor metastásico.
- Leucemia granulocítica crónica a nivel del sistema nervioso central.

La cuenta *leucocitaria* de 300 a 500/mm³ con predominio de linfocitos indica:

- Meningitis viral y aséptica.
- Sífilis del sistema nervioso central.
- Meningitis tuberculosa.
- Tumor o absceso cerebral.
- Meningitis bacteriana con tratamiento parcial.
- Esclerosis múltiple.
- Encefalopatía por abuso de drogas.
- Encefalomiелitis diseminada aguda.
- Sarcoidosis meníngea.
- Meningitis micótica.
- Meningitis parasitaria.

La *leucocitosis* con 40% o más de monocitos es frecuente en:

- Hemorragia subaracnoidea.
- Toxoplasmosis.

En los tumores cerebrales primarios y metastásicos se observan células malignas (linfocitos o histiocitos), espacialmente cuando hay extensión meníngea.

Las células plasmáticas se elevan en las reacciones linfocíticas.

- Inflamación subaguda y crónica.
- Esclerosis múltiple.
- Leucoencefalitis.
- Hipersensibilidad retardada.
- Encefalitis viral subaguda.
- Meningitis (tuberculosa o micótica).
- Ciertos tumores cerebrales.

Los infartos craneanos traumáticos e isquémicos, meningitis tuberculosa o micótica, reacción a eritrocitos, sustancias extrañas o lípidos en LCR se observan macrófagos.

La cuenta *leucocitaria* se eleva por una punción lumbar contaminada, así como en las punciones lumbares repetidas.

Cloruro en LCR.

<i>Valores de referencia:</i>	Adultos:	120 a 130 mEq / L.
	Niños:	111 a 130 mEq / L.

El *cloruro* disminuye en:

- Meningitis tuberculosa.
- Meningitis bacteriana.

Glucosa en LCR.

<i>Valores de referencia:</i>	Adultos:	40 a 70 mg / dL.
	Niños:	60 a 80 mg / dL.

La *glucosa* disminuye en:

- Meningitis bacteriana aguda.
- Meningitis tuberculosa, micótica y amebiana.
- Hemorragia subaracnoidea.
- Neoplasias.
- Hipoglucemia.

La *glucosa* aumenta en:

- Diabetes.
- Coma diabético.

Deshidrogenasa láctica en LCR.

<i>Valores de referencia:</i>	La décima parte de la cifra sérica.
-------------------------------	-------------------------------------

La *LDH* aumenta en:

- Meningitis bacteriana (90% de los casos).
- Meningitis viral (10% de los casos) (enfermedad vascular cerebral).
- Leucemia o linfoma con infiltración meníngea.
- Carcinoma metastásico del sistema nervioso central.

Proteínas totales en LCR.

<i>Valores de referencia:</i>	Adultos:	15 a 45 mg / dL.
	>60 años:	15 a 60 mg / dL.
	Neonatos:	15 a 100 mg / dL.

La elevación moderada o acentuada de las proteínas totales significa mayor permeabilidad de la barrera hematoencefálica, obstrucción en la circulación del LCR o aumento en la síntesis de proteínas dentro del sistema nervioso central.

Las *proteínas del LCR* aumentan en:

- Proteínas en LCR ligeramente elevadas por difusión a través de la barrera hematoencefálica.
- Punción lumbar traumática.
- Meningitis bacteriana, viral, tuberculosa y micótica.
- Enfermedades no infecciosas (hemorragia subaracnoidea, hemorragia intercerebral, trombosis cerebral).
- Padecimientos endocrinos, metabólicos y tóxicos; neuropatía diabética, mixentema, hiperadrenalismo, hipoparatiroidismo.
- Alteraciones metabólicas; uremia, hipercalcemia, hipercapnia, deshidratación.
- Alteraciones tóxicas; etanol, isopropanol, metales pesados, fenitoína.
- Obstrucción de la circulación del LCR; obstrucción mecánica (tumor, absceso), derrame locular del LCR.
- Síndrome de Guillian-Barré (polineuritis infecciosa).
- Colagenopatías; poliarteritis, lupus eritematoso sistémico.
- Esclerosis múltiple.
- Panencefalitis esclerosante subaguda.
- Neurosífilis.

Las *proteínas del LCR* disminuyen en:

- Fuga de LCR.
- Extracción de abundante LCR.
- Hipertensión intracraneana.
- Hipertiroidismo.¹⁸

Líquido peritoneal (ascitis)

En la cavidad abdominal el peritoneo produce normalmente líquido peritoneal en cantidades pequeñas, la cantidad de este líquido puede incrementarse al presentar inflamación de esta membrana (peritonitis).

Se llama ascitis a la acumulación de líquido en la cavidad peritoneal, por la interacción de múltiples factores. Patológicamente se encuentran varias entidades capaces de producirlo, como; la cirrosis, procesos neoplásicos, peritonitis tuberculosa, peritonitis piógena, insuficiencia cardíaca congestiva, nefrosis, insuficiencia renal crónica, pancreatitis y pseudoquistes pancreáticos.

En su patogenia interviene primordialmente el incremento de la presión portal y la reabsorción renal del sodio que se encuentra elevada, originándose un volumen plasmático aumentado y exceso de producción de linfa.³¹ Los pacientes con diálisis peritoneal frecuentemente se realiza esta prueba con el fin de llevar a cabo un control sobre el estado general del paciente.²⁹

Pruebas realizadas por el laboratorio de *líquido peritoneal*:

Se realizan cuentas manuales en muestras completamente mezcladas usando la cámara de Neubauer en la misma forma que en las cuentas de LCR, los líquidos transparentes se pueden contar sin diluir.

Análisis físico:

- Aspecto.
- Color.

Valores de referencia:

- Transparente.
- Incoloro.

Análisis bioquímico:

- Glucosa.
- Amilasa.
- Fosfatasa alcalina.

- 70 a 105 mg / dL.
- 30 a 100 U / L.
- 100 a 290 U / L.

Análisis microscópico:

- Análisis citológico;
 - Cuenta celular (leucocitos).
 - Tinción de gram.

- < de 100 / mm³
- No se observan bacterias.

Interpretación de resultados.

El estudio de *líquido peritoneal* permite:

- Detectar la presencia de células neoplásicas en casos de ascitis maligna.
- La tinción de gram permite descartar infección bacteriana y/o micótica.
- Presencia de neutrófilos, permite el diagnóstico de peritonitis bacteriana espontánea.
- La glucosa disminuye en la peritonitis tuberculosa y enfermedad maligna.
- La amilasa se eleva en pancreatitis y perforación gastrointestinal.
- Una fosfatasa alcalina elevada determina una perforación intestinal.¹⁸

Líquido pericárdico

Sólo una pequeña cantidad (10 a 50 mL) de líquido transparente o amarillo pálido se encuentra entre las membranas del pericardio. Los derrames pericárdicos son el resultado de cambios en la permeabilidad de las membranas debido a infección

(pericarditis), enfermedad maligna o daño metabólico, se sospecha la presencia de un derrame cuando se detecta compresión cardíaca durante el examen médico.²⁶

Pruebas realizadas por el laboratorio de *líquido pericárdico*.

Análisis físico:

- Aspecto.
- Color.

Valores de referencia:

- Transparente.
- Amarillo pálido.

Análisis bioquímico:

- Glucosa.
- Proteínas.

- > de 40 mg / dL.
- 3.0 ± 0.6 g / dL.

Análisis microscópico:

- Análisis citológico;
 - Cuenta celular (leucocitos).
 - Tinción de gram.
- < de 1000 leucocitos / μ L.
- No se observan bacterias.

Interpretación de resultados.

- *Líquido turbio*; infección o enfermedad maligna.
- *Líquido lechoso*; daño al sistema linfático.
- *Líquido con estrías de sangre*; tuberculosis o daño a la membrana.
- *Muestra sanguinolenta*; derrames hemorrágicos.
- *Aumento de leucocitos (polimorfonucleares)*; infección, endocarditis bacteriana.
- *Proteínas*; valor diagnóstico diferencial de los derrames cardíacos.¹⁸

Líquido pleural

El espacio pleural, situado entre la pleura parietal que recubre la pared torácica y la visceral que recubre el pulmón, está ocupado en el individuo normal por unos pocos mililitros de líquido pleural (LP), que actúa como lubricante entre ambas superficies. La acumulación excesiva y patológica de líquido en el espacio pleural se denomina derrame pleural (DP).

El LP penetra a partir de los capilares pleurales y sale a través de los estomas de la pleura parietal y los linfáticos, los derrames pleurales se clasifican en trasudados y exudados; los primeros están causados por elevaciones de la presión microvascular o reducciones de la presión oncótica; los últimos se deben a la inflamación pleural con aumento de la permeabilidad de la superficie pleural a las proteínas, la obstrucción de los linfáticos puede contribuir también a la acumulación de líquido en la pleura.³⁰

Las muestras de líquido pleural deben enviarse a laboratorio para medir proteínas, glucosa y DHL, así como cifra total de leucocitos con diferencial, el aspecto macroscópico ayuda a identificar varios tipos de derrame pleural, se usan las determinaciones químicas para clasificar los derrames en trasudados o exudados.

Los resultados anormales pueden indicar la presencia de; neumonía, tuberculosis, cáncer, falla respiratoria y hongos, ya que el líquido pleural es estrictamente un ultrafiltrado del plasma, los valores químicos normales son los mismos que las concentraciones plasmáticas.³¹

Pruebas realizadas por el laboratorio de *líquido pleural*.

Análisis físico:	Valores de referencia:
- Aspecto.	- Transparente.
- Color.	- Amarillo pálido.
Análisis bioquímico:	
- Glucosa.	- 70 a 105 mg / dL.
- Proteínas.	- 3.0 ± 0.5 g / dL.
- Amilasa.	- 30 a 100 U / L.
- LDH.	- 230 a 460 U / L.
Análisis citológico:	
- Cuenta celular (leucocitos).	- < 1000 / μ L.
- Tinción de gram.	- No se observan bacterias.

Interpretación de resultados.

- *Aspecto turbio*; presencia de leucocitos (> a 1000 / μ L) con células polimorfonucleares predominantes indica infección bacteriana, aumento de linfocitos indica derrames tuberculosos o trastorno inmunológico.
- *Presencia de sangre*; significa daño a la membrana, lesión traumática o se puede deber a una aspiración traumática.
- *Aspecto lechoso*; presencia de material quiloso producido por trastornos inflamatorios crónicos.
- *Glucosa disminuida*; se presenta en inflamación reumatoide, enfermedad maligna o tuberculosis.
- *LDH y proteínas aumentadas*; indican infarto pulmonar, carcinoma, enfermedad reumatoide o tuberculosis.
- *La amilasa elevada*; se relaciona con trastornos pancreáticos.¹⁸

Parasitología

La búsqueda de “*amiba en fresco*” en el servicio de urgencias es relevante, el examen de heces permite establecer el diagnóstico de infección intestinal amebiana causada por *Entamoeba histolytica* / *E. dispar*, exclusiva del humano, principalmente en recién nacidos e infantes.

La técnica para la identificación de la *amiba en fresco* como una forma rápida para reconocer la presencia de trofozoitos en niños con enfermedad diarreica aguda, la tinción con hematoxilina y eosina en un frotis de materia fecal pudiera ser una alternativa más segura y eficaz en comparación a la técnica de *amiba en fresco* que comúnmente se utiliza, el colorante azul-acético sirve para teñir los núcleos de trofozoitos, en los cuales se observa la cromatina nuclear periférica, el cariosoma es pequeño y de posición central.³²

El movimiento de los trofozoitos puede observarse en preparaciones en fresco en materia fecal reciente. Se pueden observar ligeramente de color verduzco brillante, o retráctiles, con un objetivo seco fuerte se puede observar el tipo de movilidad e inclusiones como glóbulos rojos y levaduras. No se observan los núcleos con facilidad (los macrófagos también pueden contener glóbulos rojos y ser móviles).

Si el trofozoito se mueve lentamente en una sola dirección y formando pseudópodos en forma rápida corresponde a *Entamoeba histolytica*. Otras especies de amibas no presentan movimientos o éstos son multidireccionales y sus pseudópodos son diferentes, el trofozoito de *E. histolytica* presenta eritrocitos en su citoplasma, en ocasiones es necesario usar la tinción de AMA (azul de metileno amortiguado) y observar el núcleo para su confirmación.³³

Materia y reactivos:

- Microscopio.
- Tubos de ensayo.
- Hisopos.
- Portaobjetos.
- Cubreobjetos.
- Baño maría a 37° C.
- Solución salina isotónica 0.9%.
- Colorante azul-acético.

Toma de la muestra:

La búsqueda de trofozoitos implica la necesidad de que la muestra de heces sea recién emitida, o recolectada mediante la introducción de un hisopo en el recto del infante, haciéndolo girar, con el objeto de obtener muestra de materia fecal, se deposita en un tubo de ensayo que contenga de 0.5 a 1.0 mL de solución salina isotónica al 0.9%, se conserva y traslada al laboratorio en baño maría a 37° C y procesarse antes de 30 minutos.³²

Método:

- Se coloca con el hisopo una porción de muestra sobre un portaobjetos.
- Se coloca sobre la muestra una gota de colorante de azul-acético.
- En seguida, colocar un cubreobjetos sobre la muestra.
- Se observa al microscopio a 10X y a 40X.
- Se reporta lo observado.

Interpretación de resultados.

Amiba en fresco positiva se encuentra en:

- Amebiasis intestinal.
- Amebiasis hepática.
- Disentería amebiana.
- Hemorragia intestinal.
- Anemia.
- Fiebre.
- Deshidratación.
- Diarrea con moco.³⁴

Inmunología

Las pruebas inmunológicas que se realizan son diversas, las más solicitadas son las útiles para descartar el dolor abdominal. Éste se relaciona con varios diagnósticos comunes como: gastroenteritis, presencia de vómitos, diarrea, fiebre, gastritis, dolor abdominal, infección de vías urinarias (IVU), apendicitis, embarazo ectópico, quiste del ovario y torsión ovárica, obstrucción intestinal. La determinación de “*reacciones febriles*” en placa y la “*prueba inmunológica de embarazo*”, se considera como estudios de urgencia para descartar presuntuosos diagnósticos erróneos.³⁵

Reacciones Febriles.

Las *reacciones febriles* pretenden demostrar la presencia de anticuerpos aglutinantes séricos contra bacterias (reacción de antígeno-anticuerpo) que producen enfermedades febriles, como son las paratifoideas, la fiebre tifoidea y el tifo, para la realización de la técnica se utilizan bacterias donde se expone el antígeno de interés (antígeno O y H, *paratyphi A*, *paratyphi B*, *Brucella abortus* y *Proteus OX19*).

Fundamento.

El principio de la prueba es una reacción inmunológica de aglutinación macroscópica entre los anticuerpos séricos con el antígeno específico (ensayo de aglutinación de Widal), se determina *in vitro* adicionando y mezclando muestras de suero humano de origen venoso sin anticoagulante con el reactivo que contiene el antígeno específico, si se produce aglutinación la reacción es positiva, lo que indica la presencia del anticuerpo contra el antígeno específico en el suero analizado. Si la aglutinación no se produce la reacción es negativa, esto indica que el anticuerpo contra el antígeno probado no se encuentra presente.³⁶

Material y equipo de antígenos:

- *Salmonella thyphi* (antígenos O y H).
- *Salmonella paratyphi A*.
- *Salmonella paratyphi B*.
- *Brucella abortus*.
- *Proteus OX19*.
- Pipeta serológica de 0.2 mL o pipeta automática.
- Centrífuga.
- Placa de vidrio con 6 divisiones.
- Sueros testigos positivo y negativo.
- Suero problema.
- Agitador electromecánico.
- Aplicadores de madera.

Método:

1. Se coloca 0.04 mL del suero problema en cada una de las 6 divisiones de la placa de vidrio.
2. Se adiciona una gota de cada antígeno, se mezcla con un aplicador.
3. Agitar la placa de reacción en un agitador mecánico a 120 – 150 r.p.m. durante 4 minutos.
4. Las muestras positivas serán las que presenten aglutinación (comparar con el testigo positivo y negativo), utilizando una fuente luminosa con fondo claro.
5. Si el resultado es positivo, se repite depositando los siguientes volúmenes de suero (dilución) y agregar una gota del antígeno positivo.
6. Se calcula el título de acuerdo al siguiente cuadro de equivalencias.

Cuadro 3. Dilución de la muestra de suero con la interpretación equivalente al título de reacción.

Muestra de suero		Título
0.04 mL	Equivale a una dilución;	1 : 40
0.02 mL	“ “	1 : 80
0.01 mL	“ “	1 : 160
0.005 mL	“ “	1 : 320

Se reportará como resultado positivo el título correspondiente al inverso de la dilución más alta, al observar una aglutinación completa.

Interpretación de resultados.

Las *reacciones febriles* se pueden encontrar positivas en:

Salmonelosis, fiebre entérica (fiebre tifoidea), reacción positiva a los antígenos O y H.

- Inicio gradual de malestar general.
- Fiebre ascendente de manera escalonada.
- Cefaleas.
- Faringitis.
- Tos.
- Dolor abdominal.
- Estreñimiento o diarrea.

Brucelosis; *Brucella abortus*, reacción positiva en:

- Fiebres de grado bajo.
- Escalofríos.
- Pérdida de peso.
- Agotamiento con actividad mínima.
- Cefalea.
- Dolor abdominal o de espalda con anorexia.²⁹

Prueba Inmunológica de Embarazo

La placenta casi a partir del comienzo de su etapa del desarrollo produce hormonas o bien propias o en colaboración con el feto (unidad fetoplacentaria), el trofoblasto placentario a los 9 días de su génesis produce cantidades apreciables de gonadotrofina coriónica humana (HGC), ésta hormona es una glicoproteína producida por las células trofoblásticas posterior a la concepción, después de 5 semanas de gestación aumenta la HGC en orina y alcanza su máximo a las 10 semanas.³⁶

Fundamento.

Cuando los eritrocitos fijados son tratados con ácido tánico diluido adquieren la propiedad de adsorber glicoproteínas (HCG) que recubren y sensibilizan a los eritrocitos que son los responsables de la aglutinación (hemaglutinación), específicamente con la fracción beta de la hCG provocando un patrón de aglutinación en el fondo de los tubos de reacción (reacción negativa). La presencia simultánea de hCG libre presente en la orina o suero de mujeres embarazadas bloquea los anticuerpos y evita la reacción con los eritrocitos sensibilizados (inhibición de la hemaglutinación) permitiendo su sedimentación anular (reacción positiva).³⁷

Método:

NEOGEN-HAI BETA ESPECÍFICO

Las muestras que requieren ser analizadas con urgencia deberán ser fresca o puede ser colectada a cualquier hora del día, aunque se recomienda emplear la primera orina de la mañana, ya que esta contiene mayor concentración de hCG. La muestra debe colectarse en recipientes limpios libres de detergentes o sustancias químicas.

Se recomienda refrigerar la muestra durante 15 minutos antes de su proceso entre 2°C y 8°C para la precipitación de material insoluble.

- Colocar de 3 a 5 mL de orina en un tubo de 13 x 100 mm y centrifugar a 3000 r.p.m. durante 5 minutos.
- Cada muestra de orina a probar, colocar un tubo en posición vertical (proporcionados en el equipo), en una gradilla provista de un espejo en su base.
- Adicionar 0.1 mL de la orina.
- Adicionar 0.2 mL de la solución de anticuerpos, agitar suavemente.
- Resuspender los eritrocitos sensibilizados, adicionar 0.2 mL y agitar suavemente.
- Colocar la gradilla a temperatura ambiente sobre una superficie libre de vibraciones.
- La lectura de los resultados debe realizarse a las dos horas (tiempo necesario para la sedimentación total de los eritrocitos).

Reacción Positiva:

La hemaglutinación es inhibida por la hCG de la orina, en consecuencia, los eritrocitos no forman malla y sedimentan en forma de anillo.



Figura 7. Interpretación de prueba Positiva.

Reacción Negativa:

Se presenta hemaglutinación los eritrocitos aglutinados tienden a formar una malla que cubre la base semiesférica del tubo de reacción, en ocasiones la malla se rompe y se debe interpretar como negativa.³⁸



Figura 8. Interpretación de prueba Negativa (malla homogénea).

Cabe señalar que las técnicas de procedimientos varían dependiendo del proveedor y la casa comercial, así como los reactivos y el tiempo de reacción, el principio es el mismo y deben seguirse las recomendaciones descritas por el fabricante.

Interpretación de resultados.

Prueba positiva cualitativa:

- Amenorrea (ausencia de menstruación).
- Embarazo.

Prueba negativa (ausencia de hGC):

- La amenaza de aborto.
- Huevo o feto muerto retenido.
- Aborto incompleto.
- Sangrado uterino disfuncional.
- Quiste ovárico.
- Torsión del ovario.
- Enfermedad inflamatoria pélvica.
- Mioma uterino.
- Agresión sexual.³⁵

Banco de sangre

La sangre ocupa un lugar muy especial en la cultura de todos los pueblos, es parte de la historia misma de la humanidad. Los avances científico-tecnológicos han colocado a la medicina transfusional a la vanguardia terapéutica y ha incidido de manera importante sobre la organización de los centros de sangre, en casos de desastre, conflicto bélico y en situaciones de emergencia entre otros. Los centros o bancos de sangre obtienen de donadores voluntarios los hemocomponentes que requieren para cubrir las necesidades de los pacientes, la seguridad de la transfusión sanguínea o de sus componentes comienza con una selección adecuada del donante.³⁹

La NOM-003-SSA2-1993 para el empleo de la sangre humana define los requisitos que una persona debe llenar para donar sangre, éstos comprenden la historia clínica y los resultados de laboratorio, actualmente se practican por medio de equipos automatizados.

Es de importancia el proceso de control de calidad, la NOM-017-SSA-1993, que establece las especificaciones sanitarias de los reactivos hemoclasificadores para determinar grupos del sistema ABO.

NOM-018-SSA-1993, que establece las especificaciones sanitarias del reactivo anti Rh para identificar el antígeno D.⁴⁰

NOM-019-SSA-1993, que establece las especificaciones sanitarias del reactivo Antiglobulina Humana para la prueba de Coombs, NOM-003-SSA2-1993 apéndice B-3, y para su destino final de unidades, NOM-003-SSA2-1993 apéndice C.2.⁴¹

Las pruebas pretansfusionales de compatibilidad o *pruebas cruzadas*, se efectúan antes de realizar cualquier transfusión sanguínea, para asegurarse de que sean compatibles tanto la sangre del receptor como la del donador. Las pruebas pretansfusionales de compatibilidad varía según los recursos del servicio de transfusiones y la urgencia del caso, aunque, de acuerdo con la NOM-003-SSA-1993, deben incluir obligatoriamente la técnica de la antiglobulina humana como mínimo, la determinación del grupo y factor Rh (prueba directa), el grupo ABO se ratificará con la prueba inversa.

La hipovolemia por hemorragia hace necesaria una transfusión de urgencia, pérdidas sanguíneas estimadas como de 30% del volumen sanguíneo requieren transfusión.⁴² Las transfusiones fatales son debidas a errores de transcripción y/o identificación,

para ello el área debe disponer de un sistema que garantice la identificación correcta del paciente y el etiquetado correcto y seguro de la sangre cruzada.

Una reacción antígeno-anticuerpo se traduce como transfusiones ineficaces, el paciente es transfundido un mayor número de veces a las necesarias porque no se hacen los rastreos de anticuerpos correctamente en el banco de sangre, es porque el médico responsable no envía datos relevantes que orienten al personal del banco de sangre para elaborar el protocolo del estudio idóneo.

Es obligación del médico cumplir con los requisitos que establece la Norma Oficial Mexicana en su Apartado 10 “Hemocompatibilidad y receptores”, así como también es necesario seguir las recomendaciones establecidas por el Consenso de Expertos en Medicina para la Terapia Transfusional de Sangre y sus Componentes, y la Guía para el uso clínico de la sangre.⁴³

Actividades a realizar en Banco de Sangre en cada cambio de turno.

1. Recepción de solicitudes y muestras para pruebas de compatibilidad, (formas BS-16).
2. Revisar y registrar las temperaturas de refrigerador, congelador y baño maría del servicio de Banco de Sangre.
3. Revisar que la cantidad e componentes sanguíneos sean suficientes, solicitar al CMN (Centro Médico Nacional) Siglo XXI los componentes faltantes, en formato BS-9.
4. Revisar la existencia suficiente de papelería necesaria para los diferentes procesos.
5. Revisar la existencia de reactivos y material.
6. Procesar y registrar control de calidad de los diferentes reactivos.
7. Realizar y registrar las pruebas de compatibilidad solicitadas por el médico.
11. Verificar que los componentes sanguíneos sean almacenados de acuerdo a la NOM-003-SSA-2-1993.
12. Registrar e informar las incidencias en la bitácora exclusiva de Banco de Sangre.
13. Elaborar estadística de ingresos y egresos de los productos sanguíneos.
14. Revisar que los componentes alogénicos sean enviados y recibidos en condiciones de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana.
15. Realizar la inactivación de los productos de desecho de acuerdo a la NOM-087-ECOL-SSA1-2002.
16. Verificar que se realice la limpieza, el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos destinados para Banco de Sangre.

Es imprescindible vigilar la garantía de la calidad del equipo de banco de sangre, que es cada vez más diverso y complejo. Los procedimientos sólo serán fiables y reproducibles si se vigila cuidadosamente el funcionamiento de todo el equipo.

Tipificación de Grupo Sanguíneo

Sistema ABO.

Los antígenos de los sistemas de grupos sanguíneos y las características de los anticuerpos correspondientes son una pieza fundamental en el buen manejo de los pacientes que requieren transfusión o trasplante, ya que están presentes no sólo en los eritrocitos, sino también en muchas otras células, entre ellas las endoteliales de los vasos sanguíneos.

Los anticuerpos del sistema ABO son de gran importancia clínica, existen en todos los individuos desde el momento en que son capaces de montar una respuesta inmunológica. Los anticuerpos se producen contra los antígenos ABO de los cuales carece el individuo (anticuerpos antitéticos), son válidos los producidos a partir de los cuatro a seis meses de edad, ya que, antes de ese tiempo, los anticuerpos circulantes en los bebés provienen de la madre, pues les han sido transferidos a través de la placenta.

El sistema ABO comprende dos partes:

1. Antígenos presentes en los glóbulos rojos.
2. Los correspondientes anticuerpos presentes en el suero.

Bajo condiciones normales todos los individuos poseen los anticuerpos contra los correspondientes antígenos A y B, que no están presentes en sus propias células, de esta manera, se establece una interrelación constante y predecible entre los antígenos y anticuerpos del sistema, lo cual constituye la base fundamental para que en la determinación del grupo ABO, se realicen las pruebas celulares para evidenciar los antígenos y las pruebas séricas o grupo inverso, para determinar los anticuerpos, en resumen, ambas pruebas se complementan y comprenden dos partes:

- a) Una prueba celular para determinar antígenos.
- b) Una prueba sérica o grupo inverso, para determinar anticuerpos.

Las dos pruebas se practican simultáneamente porque se complementan y en esta forma una se verifica los resultados de la otra, deben realizarse a temperatura ambiente (20 a 24° C) o menos, la incubación a 37° C debilita la reacción.

Los reactivos comerciales empleados actualmente son preparados de anticuerpos monoclonales, debido a ello las células pueden ser aglutinadas directamente sin centrifugación, los antígenos celulares son genéticamente determinados, por lo tanto, bajo condiciones normales, los resultados son definitivos.

La clasificación del suero con hematíes A, A₁, B y O conocidos, se denomina prueba inversa o sérica y no se debe practicar en lámina, porque generalmente la concentración de los anticuerpos no es lo suficientemente alta para causar la aglutinación de los eritrocitos sin centrifugar. Los resultados de la prueba sérica pueden variar en ocasiones por modificaciones ambientales o enfermedades.

Sistema Rh.

El Sistema Rh es después de ABO el más importante de los sistemas de grupos sanguíneos, por sus implicaciones clínicas en la transfusión sanguínea y en la citopatología de la enfermedad hemolítica del recién nacido.

Fundamento.

En la membrana del eritrocito se encuentra una gran cantidad de antígenos de grupo sanguíneo, pertenecientes a varios sistemas. La determinación de la presencia o ausencia de los antígenos A y/o B del sistema de grupos sanguíneos ABO, es impredecible.

En este sistema se encuentran regularmente en el suero anticuerpos antitéticos a los antígenos eritrocitarios, por lo que la clasificación correcta de la sangre debe constar de antígenos eritrocitarios con anticuerpos conocidos (sueros anti-A, anti-B y anti-AB), y la clasificación de los anticuerpos séricos con antígenos conocidos.

Material:

- Sangre venosa anti-coagulada.
- Suspensión de eritrocitos.
- Suero.
- Pipetas Pasteur con bulbo.
- Tubos de ensaye 12 x 75 mm.
- Centrífuga clínica de banco de sangre.

Reactivos:

- Solución Salina Fisiológica (SSF) al 0.9%.
- Suero comercial anti-A (color azul).
- Suero comercial anti-B (color amarillo).
- Suero comercial anti-AB (inoloro).
- Suero comercial anti-Rh (anti-D), inoloro.

Los sueros hemoclasificadores son de origen monoclonal lo cual da mayor especificidad a la prueba.

Método de prueba en tubo:

1. Se prepara una suspensión de glóbulos rojos del 2 al 5% usando SSF al 0.9% o bien el propio suero o plasma de la muestra de sangre.
2. Colocar dos gotas de suero; anti-A, anti-B, anti-AB, anti-Rh (anti-D) por separado, en cuatro tubos de 12 x 75 mm. previamente marcados e identificados.
3. Adicionar dos gotas de la suspensión o una cantidad equivalente de sangre total a los cuatro tubos de ensaye de 12 x 75mm.
4. Mezclar y centrifugar a 100 rpm durante un minuto o bien a 3500 rpm por 20 segundos.
5. Resuspender los glóbulos con agitación ligera del tubo. Observar si hay aglutinación.

Interpretación.

Cuadro 4. Reacciones positivas (+) y negativas (-), suero hemoclasificador.

Anti-A	Anti-B	Anti-AB	Anti-Rh (Anti-D)	Grupo
-	-	-	+ ó -	O + ó -
+	-	+	+ ó -	A + ó -
-	+	+	+ ó -	B + ó -
+	+	+	+ ó -	AB + ó -

+ = Aglutinación

- = No aglutinación

Prueba inversa.

1. Centrifugar la muestra de sangre sin anticoagulante a 3000 rpm por 3 minutos para separar el suero de los eritrocitos.
2. Lavar 3 veces los glóbulos rojos ya conocidos y preparar una suspensión al 5% con SSF al 0.9%.
3. En 4 tubos de 12 x 75 mm agregar dos gotas de suero a c/u de los tubos previamente identificados para cada glóbulos conocidos (GR A1, GR A2, GR B y GR O).
4. Agregar dos gotas de glóbulos rojos (conocidos) mezclar y centrifugar los tubos 15 segundos a 3400 rpm.

5. Resuspender con movimientos pendulares y observar si existe o no aglutinación, anotar la interpretación de los resultados.

Pruebas cruzadas

Considerando que el 90% de los anticuerpos clínicamente significantes pueden ser demostrados en los procedimientos de detección cuando éstos se realizan correctamente, entonces, la prueba cruzada “*Mayor*” tendrá tres objetivos:

1. Confirmar una vez más que existe compatibilidad ABO entre el receptor y el donante.
2. Detectar un anticuerpo en el suero del paciente que no se demostró en la prueba de detección, porque el correspondiente antígeno no estaba presente en las células detectoras o células pantalla.
3. Cumplir con las regulaciones que establecen las organizaciones de bancos de sangre y las legislaciones de los diferentes países.

Tradicionalmente la prueba cruzada se ha realizado en dos partes:

- a) La prueba cruzada “*Mayor*”, que consiste en la mezcla de suero del paciente (Receptor), con los eritrocitos del donante.
- b) La prueba cruzada “*menor*”, en donde el suero del donante se mezcla con los eritrocitos del paciente o receptor.

La prueba cruzada “*Mayor*” es la más importante para la seguridad de la transfusión que la prueba “*menor*”, esta última se requiere cuando en el donante no se ha efectuado la prueba de detección de anticuerpos, como lo establece la NOM-003-SSAA2-1993.

Actividades administrativas.

- Personal médico o de enfermería deberá presentar al banco de sangre, solicitud original con dos copias del formato BS-16, ésta deberá contener los datos del receptor debidamente completos y correctos, así mismo fecha, hora, nombre, numero de cédula profesional y firma del médico solicitante.
- Muestra de sangre del receptor sin anticoagulante debidamente membretado.
- Realizar las pruebas y registrar los resultados.

Procedimiento:

1. Centrifugar la muestra de sangre del receptor durante 5 minutos a 3500 rpm, separar el suero de los eritrocitos.
2. Cortar un segmento del tubo piloto de la bolsa de sangre seleccionada, transferir todo el contenido a un tubo de 12 x 75 mm y centrifugar a 3400 rpm durante 3 minutos.
3. Colocar 2 gotas de eritrocitos, agregar $\frac{3}{4}$ partes de SSF al 0.9%.
4. Centrifugar por 3 minutos a 3400 rpm.
5. Desechar la solución sobrenadante.
6. Resuspender los eritrocitos al 5% en SSF al 0.9%.
7. En una gradilla colocar 6 tubos de 12 x 75 mm rotulados (ATS, ATA, DS, DA, RS y RA).
8. Con una pipeta Pasteur, colocar 2 gotas de suero del receptor en los tubos rotulados ATS, ATA, DS y DA.
9. Con la misma pipeta Pasteur, hacer una suspensión de eritrocitos del receptor en su propio suero aproximadamente al 2%.
10. Colocar dos gotas de ésta suspensión en los tubos rotulados ATS, ATA, RS y RA.
11. Con una pipeta Pasteur limpia, tomar eritrocitos lavados del donador y colocar 2 gotas en el tubo rotulado DS y 2 gotas en el tubo marcado DA.
12. Con una pipeta Pasteur, colocar 2 gotas de suero del donador en el tubo rotulado RS y 2 gotas en el tubo rotulado RA.
13. Agregar 2 gotas de Albúmina bovina al 23% a los tubos rotulados ATA, RA y DA.
14. Mezclar perfectamente el contenido de los tubos, y centrifugar 30 segundos a 3400 rpm.
15. Observar y anotar el resultado.
16. Colocar los tubos a 37° C durante 60 minutos.
17. Posteriormente, centrifugar los tubos 30 segundos a 3400 rpm.
18. Observar y anotar el resultado.
19. Lavar 3 veces el contenido de los tubos con SSF al 0.9%.
20. Decantar y escurrir completamente, resuspender suavemente el botón.
21. Agregar 2 gotas de suero Anti-IgG (Anti-Globulina Humana), mezclar.
22. Centrifugar a 3400 rpm durante 30 segundos.
23. Leer y anotar las observaciones.
24. Preparar una suspensión al 5% de eritrocitos sensibilizados (hematíes control).
25. Agregar dos gotas de la suspensión anterior a cada tubo, si la prueba es negativa.
26. Centrifugar los tubos a 3400 rpm durante 30 segundos.
27. Observar y anotar los resultados en la libreta de trabajo de pruebas cruzadas.

Nota:

T = Auto-Testigo: suero del paciente + eritrocitos del paciente.

D = Prueba Mayor: suero del paciente + eritrocitos del donador.

R = Prueba Menor: suero del donador + eritrocitos del receptor.

Coombs directo

Fundamento.

Los anticuerpos y el complemento humano son globulinas, y se comportan como antígenos cuando se inyectan en otros organismos. El suero antiglobulina humana (suero de Coombs) reacciona específicamente con las globulinas humanas, las moléculas de globulinas ya sean anticuerpos o complemento se fijarán en la membrana del eritrocito, el suero antiglobulina se combinará con ellas y causará aglutinación de las células. En cambio, si los glóbulos rojos no están sensibilizados, no habrá aglutinación.

En resumen, se puede decir que el principio de la prueba de Coombs es detectar inmunoglobulinas de la clase IgG y/o fracciones del complemento (C3d), unidos a los eritrocitos.

Material:

- Sangre problema anticoagulada con EDTA (EP).
- Eritrocitos sensibilizados con IgG (TPC).
- Eritrocitos no sensibilizados (TNC).
- Tubos de ensaye 12 x 75 mm.
- Centrífuga clínica de banco de sangre.
- Pipetas Pasteur con bulbo.

Reactivo:

- Suero antiglobulina humana o suero de Coombs (SAH).

Procedimiento:

- Se enumeran 3 tubos de 12 x 75 mm.
- En el tubo número 1 se coloca una gota de EP.
- En el tubo número 2 se coloca una gota de TPC.
- En el tubo número 3 se coloca una gota de TNC.
- Se lavan tres veces con SSF, se decantan.
- Se resuspenden y se adicionan 2 gotas de SAH.
- Se mezclan y se incuban a 37° C durante 5 minutos.
- Se centrifugan a 30 segundos a 2500 rpm.
- Observar y anotar los resultados.

Medidas de seguridad y control de calidad de los reactivos.

Los reactivos que se emplean en banco de sangre como son: el suero de Coombs (AGH), Albúmina y Anti-Sueros, deben controlarse cotidianamente con células y sueros testigos, de preferencia este control debe de llevarse a cabo antes de realizar las pruebas de compatibilidad, para ello debemos emplear células y sueros testigos, enviados por el banco central de sangre.

Todos los resultados deben ser anotados, cualquier diferencia obliga a descartar el reactivo y a emplear uno nuevo, cuando esto suceda se debe de aclarar el motivo por cual se descarta.

Calidad de los reactivos.

El objetivo primordial de un programa de vigilancia de garantía de la calidad de los reactivos es lograr que estos actúen con la potencialidad, el grado de sensibilidad y especificidad señalado o previsto por el fabricante, es responsabilidad del usuario verificar en la práctica que estos actúen con la potencia señalada.

Entrega de productos.

- El médico presentará copia de la solicitud BS-16 al Q.F.B., Q.C. ó T.L.C. responsable del servicio de banco de sangre.
- En la libreta de ingresos y egresos de productos, especial del Banco de Sangre se registran los datos del receptor así como también fecha, hora, nombre y firma del médico que recibe el producto.
- Se entrega el producto junto con el formato BS-19, en él tendrá los datos del receptor. En caso de que el paciente presentara algún tipo de reacción a causa de la transfusión, deberá regresarse el producto más una muestra de sangre del paciente y éste formato, especificando las manifestaciones de la reacción, para dar seguimiento.

Pedido de productos al banco central de sangre CMN siglo XXI.

- El pedido se realiza en el formato BS-9, anotando los productos requeridos, con nombre, firma, hora y sellos oficiales de la unidad de salud.
- Los productos o unidades surtidas deben transportarse en termos con anticongelantes para conservar a baja temperatura, se registran en la libreta de ingresos y egresos de los componentes sanguíneos.

Inactivación de productos.

Cualquier producto sanguíneo debe inactivarse con solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 4 al 7% durante una hora, previo a su desecho,

de igual forma reciben el mismo tratamiento los productos ya caducados (NOM-087-ECOL-SSA1-2002).

Informe mensual al centro nacional de la transfusión sanguínea.

Se entregará mensualmente un reporte escrito de los ingresos y egresos al CNTS de los diferentes componentes, que se reciben en el banco de sangre, especificando a que servicio médico fue enviado, esto para justificar y llevar un estricto control en donde se emplean y administran cada uno de los diferentes componentes sanguíneos.⁴⁴

Interpretación.

- La administración de hematíes debe ser más bien restrictiva, y está indicada exclusivamente en los casos en que aparezca o se prevea sintomatología por anoxemia, la transfusión de hematíes no es aconsejable en anemias sin acusada sintomatología que pueden responder a tratamientos farmacológicos, así mismo no debe prodigarse en las anemias arregenerativas, ya que su repetición conduce a una sobrecarga de hierro (hemosiderosis).
- En casos de hemorragia son aconsejables las siguientes normas:
 - i). No efectuar transfusiones de una sola unidad en personas adultas.
 - ii). La anemia que no esté originada por una pérdida brusca y abundante de sangre debe tratarse, con fármacos, y sólo deben administrarse transfusiones cuando la anemia sea resistente a ellos.
 - iii). Toda pérdida aguda superior al 20% de la volemia necesita, una restitución rápida de hematíes y, de forma eventual, de plasma.
 - iv). Las pérdidas moderadamente agudas inferiores a un 15% de la volemia no requieren transfusión de hematíes, a menos que sean repetidas en un corto período, provocando una anemia sintomática importante.

La eficacia de una transfusión de hematíes está en función de que los hematíes transfundidos sobrevivan en la circulación del paciente y sean capaces de realizar adecuadamente sus funciones propias de transporte de intercambio gaseoso.⁴⁵

Consecuencias nocivas de la transfusión.

Inmediatas:

- Fiebre.
- Reacción febril no hemolítica.
- Escalofríos.
- Anemia aplástica.
- Hemoglobinuria paroxística nocturna.
- Cirrosis hepática.
- Colagenopatías.
- Anticuerpos antileucocitarios contra el sistema HLA.
- Politransfusiones.

Los pacientes que han tenido éstas reacciones deben recibir paquetes globulares leucorreducidos que evitan la reacción febril. La alergia postransfusional es el efecto que puede observarse en grados distintos, con el empleo de de concentrados eritrocitarios, plaquetarios y plasma, desde la urticaria hasta el choque anafiláctico.

El efecto nocivo más trascendente es la transfusión de sangre incompatible en el sistema ABO, su gravedad puede llegar a producir la muerte del receptor, alrededor del 40% de las muertes atribuibles a la transfusión son por incompatibilidad ABO a consecuencia de la confusión de la bolsa de sangre o del paciente.

Tardías:

- Bacterias: *Treponema pallidum*.
- Parásitos: tripanosoma americano, plasmodios, *Babesia*, etc.
- Virus: VIH, VHB, VHC, parvovirus, B19, HTLV-I y II, etc.
- Hepatitis A, B y C.⁴²

Análisis de gases en sangre

Cuando el organismo por sí solo no es capaz de contrarrestar el desequilibrio ácido-básico, origina diferente sintomatología que muchas veces se enmascara con la que lo desencadena y si no se le ayuda al organismo a corregirlo, la defunción puede producirse por la avanzada acidosis o alcalosis, oculta por la sintomatología que la originó.

Los mecanismos reguladores bioquímicos y fisiológicos para la determinación de gases arteriales en el organismo además de establecer el equilibrio ácido-base, es la participación del sistema respiratorio y cardiovascular. Los indicadores fisiológicos más importantes que aportan información diagnóstica con respecto al intercambio gaseoso en los pulmones, la integridad del sistema de control ventilatorio, así como el pH y los parámetros relacionados con el equilibrio ácido-base, son:

pH	Concentración de Iones Hidrógeno
PO ₂	Presión parcial de Oxígeno
PCO ₂	Presión parcial de Bióxido de Carbono
HCO ₃	Bicarbonato
Sat.O ₂	Saturación de Oxígeno
E.B.	Exceso de Base

Los resultados que se obtienen en la realización de una gasometría son indicadores fisiológicos que permiten evaluar en el paciente el estado de oxigenación y el estado de equilibrio ácido-base (acidosis o alcalosis). Los equipos electrónicos que se emplean en la actualidad nos ofrecen con precisión y exactitud en menos de un minuto utilizando un volumen de muestra entre 135 a 150 microlitros, todos los datos necesarios para establecer la pérdida o normalidad del equilibrio ácido-base en la sangre.

La valoración de los gases arteriales le brinda al clínico, una luz en su diagnóstico y una rápida recuperación en su paciente, cuando el desequilibrio ha incidido sobre la enfermedad principal en forma tal que es una carga accesoria que le impide su recuperación.

Fundamento.

Generalmente, los equipos están provistos de tres electrodos, dotados de membranas especiales y selectivas individualmente para permitir solamente el paso de la concentración de hidrogeniones, del oxígeno, o del anhídrido carbónico, los que

al incorporarse a los líquidos que los recubren, nos van a suministrar pH, PO₂ y PCO₂, éstos elementos que complementados con otros derivados de ellos nos proporcionan la información que buscamos.¹⁴ Es muy importante seguir periódicamente los estándares de Control de Calidad del equipo para obtener un resultado confiable.

La cadena de pasos requerida para conseguir el resultado de gases en sangre, tiene varios eslabones:

- Preparación.
- Toma de muestra.
- Almacenamiento.
- Transferencia.
- Análisis.
- Informe.

Cada uno de estos pasos es susceptible de errores potenciales que influyen decisivamente en la calidad del resultado final que pudiera comprometer el diagnóstico y tratamiento del paciente.

Preparación.

El mecanismo de toma de muestra implica, la elección de jeringa, aguja y anticoagulante. Además, los pacientes serán informados y preparados con el fin de evitar ansiedad innecesaria la cual podría causar hiperventilación.

Toma de muestra.

La fase de toma de muestra incluye asegurarse de que el paciente se encuentra en condiciones estables, comprobación de la circulación secundaria (el test de Allen) y desinfección del área. Después pinchar y comprimir la arteria, expulsando posibles burbujas de aire, cerrando el extremo de la jeringa, mezclar con el anticoagulante y finalmente, depositarla en material refrigerante (0 – 4° C) para ser transportada al laboratorio.

Almacenamiento.

Esta fase cubre el tiempo desde que finaliza el proceso de toma de muestra hasta que ésta es transferida al analizador, el tiempo de almacenamiento debería ser mínimo, menos de 10 minutos como máximo a temperatura ambiente, si la jeringa es de polipropileno, la muestra no deberá almacenarse más de 30 minutos.

Transferencia.

Finalmente, la muestra debe ser mezclada, se expulsan dos o tres gotas de sangre sobre una gasa y la muestra se transfiere al analizador. Los dos errores pre-analíticos más graves son causados por el uso de un tipo o una cantidad equivocada de anticoagulante y/o la presencia de burbujas de aire en la muestra, el cuidado en la ejecución de estos cuatro pasos durante la fase pre-analítica es la única forma de asegurar un informe de gases en sangre libre de errores.⁴⁶

Procedimiento.

El equipo utilizado en el servicio de urgencias es el *IL GEM Premier 3000*, totalmente automatizado, con las siguientes características:

- Pantalla táctil a color.
- Área de análisis de muestras.
- Compartimento de papel de impresión.
- Unidad de disquete.
- Lector de código de barras.
- Abridor y compartimento de ampollas.
- Cartucho de reactivos multiusos, desechable con código de barras.

Análisis de muestras para Control de Calidad (CC).

- Pulsar el botón “QC” en la pantalla “Ready” (listo).
- Si el sistema lo pide, introducir contraseña del operador.
- Pulsar “ENTER” para continuar.
- Seleccionar el material para CC.
- Pulsar “OK” (aceptar).
- Insertar las ampolletas de QC en el compartimento de ampollas para leer el código de barras.
- Romper la ampolla y presentar el vial de CC a la aguja de aspiración.
- Pulsar “OK” para empezar a aspirar la muestra.
- Cuando el analizador suene cuatro veces retirar el vial de CC.
- Eliminar el vial de CC en el contenedor para desechos biológicos.
- Confirmar pulsando “OK”.
- Una vez finalizado, comprobar los resultados que aparecen en pantalla con el inserto impreso de CC del fabricante.
- Pulsar “Aceptar” o “Print” (imprimir). La pantalla se actualiza automáticamente a la pantalla “Ready” (Listo).⁴⁷

Análisis de muestras



Valores de referencia.

pH	7.35	-	7.45
PO ₂	75	-	105 mm Hg
PCO ₂	33	-	40 mm Hg
HCO ₃ ⁻	22	-	28 mEq / L
Sat. O ₂	96	-	97 %
E. B.	-2	-	+2 mEq / L

Interpretación.

- *Acidosis respiratoria;* Traduce un aumento del contenido de PCO₂ con mayor concentración de iones hidrógeno y un pH disminuido. La etiología más común, es la depresión respiratoria por fármacos, traumatismo del sistema nervioso central, afección pulmonar, neumonía, obstrucción pulmonar crónica, con disminución de ventilación respiratoria.

Clasificación clínica:

Acidosis respiratoria compensada; Propia de los procesos crónicos (enfisema-fumadores). pH 7.30 a 7.34 y PCO₂ entre 60 y 90 mm de Hg.

Acidosis respiratoria parcialmente compensada; pH límites normales, PCO₂ menor de 90 mm de Hg.

Acidosis respiratoria bien compensada; pH normal y PCO₂ elevado.

Acidosis respiratoria y metabólica combinadas; pH muy bajo y PCO₂ elevado.

- *Acidosis metabólica;* Tensión ligeramente aumentada de CO₂ con un pH inferior a 7.30.

Clasificación clínica:

Acidosis metabólica descompensada; pH bajo o normal o PCO₂ bajo.

Acidosis metabólica parcialmente descompensada; pH muy bajo y PCO₂ bajo.

- *Alcalosis metabólica;* Tensión de PCO₂ valores normales con un pH superior a 7.50.

Clasificación clínica:

Alcalosis descompensada; pH elevado con PCO₂ normal.

Alcalosis metabólica parcialmente compensada; pH elevado y PCO₂ por encima del normal.

- *Alcalosis respiratoria*; Hay hiperventilación alveolar con tensión de PCO_2 por debajo de lo normal y pH elevado.

Clasificación clínica:

Alcalosis respiratoria compensada; pH normal y PCO_2 bajo.

Alcalosis respiratoria y metabólica combinadas; pH superior a 7.70 y PCO_2 bajo.

Alcalosis respiratoria descompensada; pH entre 7.60 - 7.70 y PCO_2 bajo.

Alcalosis respiratoria parcialmente compensada; pH entre 7.45 – 7.77 y PCO_2 entre 10 y 20 mm Hg.

Estados clínicos más frecuentes.

Acidosis respiratoria.

- Depresión de centro respiratorio por fármacos.
- Traumatismo del sistema nervioso central.
- Obstrucción pulmonar crónica.
- Afección pulmonar.
- Bronquitis crónica.
- Neumonía.
- Enfisema.

Compensación:

Por mecanismo renal aumentado cantidad de HCO_3^- para aumentar el pH.

Acidosis metabólica.

- Insuficiencia renal.
- Fístula intestinal.
- Coma diabético.
- Shock.

Compensación:

Sistema ventilatorio elimina PCO_2 con el fin de elevar el pH.

Alcalosis metabólica.

- Sobredosis de bicarbonato de sodio.
- Drenaje nasogástrico.
- Vómitos prolongados.

Compensación:

El pH disminuye con la retención del PCO_2 por los pulmones.

Alcalosis respiratoria.

- Hiperventilación por emociones (parto) dolor.
- Hiperventilación con respirador.

Compensación:

Estimulación renal excretando cantidades aumentadas de bicarbonato, para disminuir el pH.¹⁴

Cuadro 5. Interpretación resumida de la gasometría arterial.

<i>Diagnóstico</i>	<i>pH</i>	<i>pCO₂</i>	<i>pO₂</i>	<i>HCO₃</i>	<i>EB</i>
Acidosis respiratoria	↓	↑	↓	N	N
Acidosis respiratoria compensada	N	↑	↓	↑	↑
Alcalosis respiratoria	↑	↓	↑ / N	N	N
Alcalosis respiratoria compensada	N	↓	↑	↓	↓
Acidosis metabólica	↓	N	N	↓	↓
Acidosis metabólica compensada	N	↓	↑ / N	↓	↓
Alcalosis metabólica	↑	N	N	↑	↑
Alcalosis metabólica compensada	N	↑	↓	↑	↑

N = Normal ↑ = Aumentado ↓ = Disminuido EB = Exceso de Base

Bibliografía

1. González BJM. Técnicas y Métodos de Laboratorio Clínico. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2004. p. 3-12
2. Mejía-Ángel G. Interpretación Clínica del Laboratorio. 7ª ed. Bogotá: Médica Panamericana; 2006. Prefacio.
3. Gaw A, Cowan RA, O'Reilly DS, Stewart MJ, Shepherd J. Bioquímica Clínica. 2ª ed. Madrid: Harcourt; 2001. p. 3.
4. Garcia BMJ, Silva GMC. Manual del técnico superior de laboratorio de análisis clínicos. España: Mad, S. L; 2004. p. 224.
5. Sáez-Ramírez S, Gómez-Cambronero LG. Sistema de mejora continua de calidad en el laboratorio: teoría y práctica. España: PUV; 2006. p. 27.
6. Sheppard Ch, Franks N, Nolte F, Fantz C. Improving quality of patient care in an emergency department. *Am J Clin Pathol*. 2008; 130:573-577.
7. Diario Oficial de la Federación. NOM-003-SSA2-1993, Para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos. 20 de julio de 1994.
8. Diario Oficial de la Federación NOM-010-SSA2-1993, Para la prevención y control de la infección por virus de la inmunodeficiencia humana. 22 de septiembre de 1999.
9. Diario Oficial de la Federación NOM-064-SSA1-1993, Que establece las especificaciones sanitarias de los equipos de reactivos utilizados para diagnóstico. 24 de febrero de 1995.
10. Diario Oficial de la Federación NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo. 1 de noviembre de 2001.
11. Diario Oficial de la Federación. NOM-166-SSA1-1997, Para la organización y funcionamiento de los laboratorios clínicos. Jueves 13 de enero del 2000.
12. Dybkaer R. Accreditation of medical laboratories using ISO 15189:2003. April 2003. Available from: <http://www.bloodgas.org>. [Consultado 20 de febrero 2009]
13. Toumi, K., Laffay, M., Lefevre, G. et al. Reflexiones sobre los análisis clínicos deslocalizados. *Acta Bioquím Clín Latinoam*. 2004; 38: 505-521.
14. Mejía-Ángel G. Interpretación Clínica del Laboratorio. 7ª ed. Bogotá: Médica Panamericana; 2006. p. 287-301, 320, 392.
15. Cuellar-Ambrosi F, Falabella- Falabella F. Fundamentos de medicina Hematología. 6ª ed. Colombia: Corporación para investigaciones biológicas; 2004. p. 14-24.
16. Flores-Renteria A. Instrumentos y equipos Falcón. S. A. de C. V.
17. Manual de entrenamiento, Cell-Dyn 3700. Abbott laboratories de México, S. A. de C. V. División diagnósticos. 2008.
18. Fischbach FT. Manual de pruebas diagnósticas. 5ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 1997. p. 35-49, 54-69, 108, 13-137, 320-421.
19. Ríos-Oliviera GE. Manual de prácticas para el laboratorio de análisis bioquímico clínico I, de la carrera de Química Farmacéutico Biológica. 8º semestre Hematología. FES Zaragoza; 2002. p. 159-163.
20. John WB, Marek HD. Bioquímica médica. 2ª ed. España: Mosby; 2007. p. 73.
21. Manual del operador, sistema ACL 7000. Instrumentation Laboratory Diagnostics. 2006.
22. Maintained by Health Topics Contact, by the Rector and Visitors of the University of Virginia. 2008.
23. Bishop ML. Química clínica. Principios, procedimientos y correlaciones. 5ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2007. p. 140.
24. Manual del operador. *Instrumentation Laboratory* IL 600. IL Diagnostics.

25. Calderon-Margalit R, Mor-Yosef S, Mayer M *et al.* An administrative intervention to improve the utilization of laboratory tests within a university hospital. *Intern J for Quality in Health Care* 2005; 17: 243-248.
26. King SS, Canterbury LD. Líquidos corporales y análisis de orina. México: Manual Moderno; 1991. p. 2, 56, 72, 117, 118, 134, 135, 269.
27. Siemens, inserto de tiras reactivas.
28. Nathan BR. Cerebrospinal Fluid and Intracranial Pressure. In: Goetz CG, ed. *Textbook of Clinical Neurology*, 2nd ed. Philadelphia, Pa:WB Saunders Company; 2003:511-524.
29. Lawrence MT, Jr., MD, Stephen JM, MD, Maxine AP, MD. Diagnóstico clínico y tratamiento. 40ª ed. México: Manual Moderno; 2005. p. 293, 1353, 1357.
30. Berkow R., MD. El manual merck de diagnóstico y terapéutica. 9ª ed. España: Mosby; 1994. p. 807.
31. Light RW, Lee YCG, editors. Textbook of pleural diseases. London: Arnold; 2003.
32. Gómez-Rivera N, Molina-M AF, García-Z MG. Identificación de *Entamoeba histolytica/E. díspar* por la técnica de amiba en fresco su tinción con hematoxilina-eosina en la diarrea aguda. *Rev Mex Ped.* 2005; 72: 109-112.
33. Velazco-Castrejón O, Guzmán-Bracho C. Manual de técnicas de laboratorio micología, parasitología e inmunología. Volumen II. Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos. Secretaría de Salud. México. 1994. p. 93.
34. Zaman V. Atlas de parasitología clínica. México: Médica Panamericana; 1979. p. 6.
35. Adler JN, Plantz SH, Stearns DA, Gossman W, Stewart J. Medicina de urgencia. México: McGraw-Hill Interamericana; 2000. p. 51, 64 – 70.
36. Marroquín-Segura R, Flores-Pimentel M. Manual de laboratorio de inmunología básica y clínica, facultad de estudios superiores Zaragoza, UNAM. México: 2003. p. 40, 46.
37. Rojas-Espinosa O. Inmunología de memoria. 2ª ed. México: Médica Panamericana; 2002. p. 162, 163.
38. Prenatest beta monoclonal liofilizado. Laboratorios Lafon, S.A. de C.V. México. 2009.
39. Radillo-González A. Medicina transfusional. México: Prado; 1999. p. 151.
40. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-018-SSA1-1993, Que establece las especificaciones sanitarias del reactivo ANTI RH para identificar el ANTÍGENO D.
41. NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-019-SSA1-93, Que Establece las Especificaciones Sanitarias del Reactivo Antiglobulina Humana para la Prueba de Coombs.
42. Rodríguez-Moyado H, Quintanar-García E, Mejía-Arregui MH. El banco de sangre y la medicina transfusional. México: Médica Panamericana; 2004. p. 33-35, 45, 87, 88, 119.
43. Alcaraz-López JL, Bonilla-Zavala R, Luna-González J. Investigación en el trabajo diario de inmunohematología. Fenotipos eritrocitarios y protocolo para encontrar sangre compatible en pacientes con alo-anticuerpos antieritrocitarios. Laboratorio del banco central de sangre, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social. *Gaceta médica mexicana.* 2007; 143: 23-25.
44. Romero T, Hernández D, Sojo A. Manual de técnicas y procedimientos de bancos de sangre. 2ª ed. México: Prado; 2003.
45. Sans-Sabafren J, Besses RC, Vives CJL. Hematología clínica. 4ª ed. Madrid: Harcourt; 2001. p. 740.
46. Grupo Eólica. S.A. Errores en la toma de muestras de sangre arterial. México: Radiometer; 2006.
47. IL Gem Premier 3000. Guía rápida del operador. Part. No. 0024001429; Rev. 0; México. 2001.