

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO

División de ciencias biológicas y de la salud
Departamento de sistemas biológicos
Licenciatura en química farmacéutica biológica

**Ejecución de análisis clínicos relacionados al estudio, diagnóstico,
prevención y tratamiento que se llevan a cabo en pacientes del
Instituto Nacional de Cancerología.**

Asesor interno

Dra. Patricia Martínez Cruz No. Económico: 18488

Departamento de Sistema Biológicos, CBS de la Universidad Autónoma
Metropolitana, Unidad Xochimilco

Asesor externo

Q.B.P. Vania Antonio Villegas López No. Cédula: 6887313

Departamento de Laboratorio Clínico

Alumna

Ruvalcaba Mendizabal Diana Abigail

Matrícula: 2192032565

Lugar de realización del proyecto

Instituto Nacional de Cancerología

Av. San Fernando 22, Belisario Domínguez Sec. 16, Tlalpan, 14080
Ciudad de México, CDMX

Fecha de inicio: 1/08/2023

Fecha de término: 31/07/2024

AUTORIZACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE SERVICIO SOCIAL



Asesora interna

Dra. Patricia Martínez Cruz



Asesor externo

Q.B.P. Vania Antonio Villegas
López



Alumna

Diana Abigail Ruvalcaba
Mendizabal

ÍNDICE

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	7
2. OBJETIVO GENERAL	8
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3. ACTIVIDADES REALIZADAS	9
4. MARCO TEÓRICO	11
4.1 Preanalítica	11
4.1.1 Flebotomía.....	11
4.1.2 Recepción de muestras	14
4.2 Uroanálisis	15
4.2.1 Examen general de orina (EGO).....	15
4.2.2 Coprológico y coproparasitoscópico.....	15
4.3 Coagulación	16
4.3.1 Tiempos de coagulación	16
4.3.2 Corrección de tiempos	16
4.3.3 Dímero D	16
4.4 Química clínica.....	16
4.4.1 Química Sanguínea	17
4.4.2 Perfil de Hierro	17
4.4.3 Perfil Hepático	17
4.4.4 Perfil Pancreático.....	17
4.4.5 Perfil Lipídico	18
4.4.6 Perfil reumatoide.....	18
4.4.7 Paquete óseo.....	18
4.4.8 Electrolitos	18
4.4.9 Enzimas cardiacas.....	19
4.4.10 Hemoglobina glucosilada	19
4.4.11 Vancomicina.....	19
4.4.12 Citoquímico de líquidos (LCR, pleural, sinovial, pericárdico, amniótico, peritoneal).....	19

4.4.13 Gasometrías arteriales.....	20
4.5 Marcadores tumorales.....	20
4.5.1 Panel de TORCH.....	20
4.5.2 Interleucina 6 (IL-6).....	20
4.5.3 Alfafetoproteína (AFP).....	21
4.5.4 Hormona gonadotropina coriónica humana (HCG).....	21
4.5.5 Antígeno Prostático (PSA).....	21
4.5.6 Antígeno carcinoembrionario (ACE).....	21
4.5.7 Vitamina D.....	22
4.5.8 Calcitonina.....	22
4.5.9 Antígeno de cáncer 15-3 (Ca 15-3).....	22
4.5.10 Antígeno de cáncer 19-9 (Ca 19-9).....	22
4.5.11 Antígeno de cáncer 125 (Ca 125).....	22
4.5.12 Proteína epididimal humana (HE4).....	23
4.5.13 Ciclosporina.....	23
4.5.14 Metrotexato (MTX).....	23
4.5.15 Antitiroglobulina (TgAb).....	23
4.5.16 Antiperoxidasa (ATPO).....	23
4.5.17 Parathormona (PTH).....	24
4.5.18 Perfil anémico.....	24
4.5.19 Perfil hormonal.....	24
4.5.20 Perfil tiroideo.....	24
4.5.21 Cadenas ligeras y cadenas pesadas.....	25
4.5.22 Beta-2 microglobulina.....	25
4.5.23 Electroforesis.....	25
4.5.24 Inmunofijación.....	25
4.6 Biología Molecular.....	26
4.6.1 Citomegalovirus.....	26
4.6.2 Herpes 8.....	26
4.6.3 Virus de Epstein-Barr.....	26
4.6.4 Secuenciación celular para cáncer hereditario.....	26
4.7 Microbiología.....	27
4.7.1 Expectoración.....	27

4.7.2 Exudado nasal	27
4.7.3 Exudado faríngeo.....	27
4.7.4 Herida quirúrgica, secreciones, abscesos	27
4.7.5 Cultivo de sitio de inserción de catéter.....	27
4.7.6 Punta de catéter.....	28
4.7.7 Coprocultivo.....	28
4.7.8 Urocultivo.....	28
4.7.9 Lavado o secreciones bronquiales.....	28
4.7.10 Líquido cefalorraquídeo, líquido pleural u otro líquido estéril	28
4.7.11 Hemocultivo	28
4.7.12 Cultivo anaerobio	29
4.7.13 Cultivo aeróbico	29
4.7.14 Cultivo de hongos	29
4.7.15 Mielocultivo	29
4.7.16 Cultivo de células tronco muestras de banco de sangre, plasma, paquete eritrocitario.....	29
4.7.17 Detección de <i>Clostridium difficile</i> Glutamato Deshidrogenasa (GDH)	29
4.7.18 Pruebas de susceptibilidad por difusión en discos método de <i>Kirby-Bauer</i>	29
4.8 Hematología.....	30
4.8.1 Biometría hemática	30
4.8.2 Velocidad de sedimentación globular	30
5. METODOLOGÍA.....	30
5.1 Preanalítica	30
5.2 Uroanálisis	34
5.3 Coagulación	36
5.4 Química clínica.....	37
5.5 Marcadores tumorales.....	39
5.6 Biología molecular.....	43
5.7 Microbiología.....	44
5.8 Hematología.....	55
6. METAS ALCANZADAS.....	56
7. RESULTADOS.....	57
8. CONCLUSIÓN.....	75

9. REFERENCIAS	75
10. ANEXOS.....	76

1. INTRODUCCIÓN

En el Instituto Nacional de Cancerología se atiende a personas con diversos padecimientos oncológicos, para lo cual es necesario realizar diferentes pruebas de laboratorio. Generalmente, estas pruebas consisten en extraer una pequeña muestra de sangre en alguna de las tres venas que tenemos en el brazo (media, basilica, cefálica) esto va a depender de que tan visible se encuentra la vena. Otras pruebas se realizan en células cancerosas extraídas mediante biopsia u otros fluidos corporales que pueden ser analizados. Las pruebas de laboratorio proporcionan información valiosa que ayuda al médico y al equipo de profesionales a conocer mejor la enfermedad, identificar la opción de tratamiento más adecuado y evaluar la respuesta del paciente al tratamiento.

Además, estas pruebas pueden ser útiles para detectar otros problemas de salud. Entre las pruebas de laboratorio más comunes que permiten evaluar el estado de salud de los pacientes con cáncer se encuentran principalmente los marcadores tumorales, entre otras pruebas, como es la biometría hemática (recuento de glóbulos rojos, blancos y plaquetas), la química sanguínea (que evalúa el funcionamiento del hígado y los riñones, y mide electrolitos en la sangre como sodio, potasio y calcio), pruebas moleculares (citomegalovirus, herpes 8, virus de Epstein Barr, secuenciación celular para cáncer hereditario) que ayudan a detectar la evolución del cáncer, establecer el tratamiento adecuado y monitorear la respuesta del cuerpo al mismo.

El objetivo principal de estas pruebas es evaluar la efectividad del tratamiento y el progreso de la enfermedad. En particular, los marcadores tumorales, son fundamentales para tomar decisiones clínicas y constituyen la base del seguimiento en pacientes con cáncer, complementados por otras pruebas que permiten llevar un control integral del estado de salud del paciente.

Este proyecto describe detalladamente cada una de las pruebas que se realizan en las diversas áreas del laboratorio, su propósito y algunos de los resultados que se obtienen. Los resultados pueden variar según el tipo de cáncer, la complejidad del paciente y el tratamiento que esté recibiendo.

Para obtener resultados precisos y confiables, es crucial implementar un control de calidad exhaustivo. El control interno y externo en el laboratorio clínico, es una actividad especializada que supervisa la calidad de los procesos y resultados, permitiendo aceptar o rechazar las corridas analíticas de diferentes determinaciones o parámetros, lo cual puede variar según la marca de los controles a utilizar. En este sentido, se exponen los elementos necesarios para perfeccionar el control de calidad en el laboratorio, donde se establecen los principios y conceptos clave, las reglas de control, la interpretación de los resultados y algunos indicadores novedosos esenciales para garantizar la calidad del servicio.

2. OBJETIVO GENERAL

- Contribuir al diagnóstico, tratamiento, prevención de enfermedades, utilizando como base los conocimientos, métodos, procedimientos con ayuda de equipos semiautomatizados y automatizados.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adquirir los conocimientos y la importancia que puede interferir en los diferentes procesos de la etapa preanalítica con el fin de prevenirlos, garantizando la calidad de la muestra.
- Analizar los componentes anormales de la orina, por medio del examen físico, químico y macroscópico, como también las anomalías que se encuentran en las heces fecales.
- Comprender el proceso de los principales trastornos de la coagulación.
- Analizar los diversos estudios de aspecto clínico en el humano, por métodos de laboratorio para el diagnóstico, el seguimiento, el tratamiento, la prevención y la investigación de la enfermedad.
- Determinar el estadio de cáncer, como también detectar el cáncer que se encuentra después del tratamiento y que tan bien a evolucionado el tratamiento.
- Conocer los diferentes tipos de microorganismos, entender su importancia y determinar la diversidad de sus funciones en el paciente.
- Determinar un diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades de la sangre y los órganos que permiten su producción.

3. ACTIVIDADES REALIZADAS

En el Instituto Nacional de Cancerología, se me asignaron 7 áreas en las cuales llevé a cabo los análisis clínicos especificados en la siguiente tabla:

Tabla 1. Análisis clínicos realizados en las 7 áreas del Instituto Nacional de Cancerología.

Área	Análisis clínicos realizados
Preanalítica	<ul style="list-style-type: none">• Flebotomía y recepción de muestras.
Uroanálisis	<ul style="list-style-type: none">• Examen general de orina (EGO).• Coprológico y coproparasitoscópico.
Coagulación	<ul style="list-style-type: none">• Tiempos de coagulación, corrección de tiempos y Dímero D.
Química clínica	<ul style="list-style-type: none">• Química de 3 y 4 elementos.• Perfil de hierro, hepático, pancreático, lipídico y reumatoide.• Paquete óseo y electrolitos.• Enzimas cardíacas.• Hemoglobina glucosilada.• Vancomicina.• Análisis de líquidos citoquímicos.• Gasometrías arteriales.
Marcadores tumorales	<ul style="list-style-type: none">• Panel TORCH.• Interleucina 6 (IL-6).• Alfafetoproteína (AFP).• Hormona gonadotropina coriónica humana (HCG).• Antígeno prostático (PSA) y Antígeno carcinoembrionario (ACE).• Vitamina D.• Calcitonina.• Antígeno de cáncer (Ca15-3, Ca19-9 y Ca125).• Proteína epididimal humana 4 (HE4).• Ciclosporina.• Metrotexato (MTX).

	<ul style="list-style-type: none"> • Antitiroglobulina (TgAb) y Antiperoxidasa (ATPO). • Parathormona (PTH). • Perfil anémico, hormonal y tiroideo. • Cadenas ligeras y cadenas pesadas. • Beta 2-microglobulina. • Electroforesis en suero y orina. • Inmunofijación en suero y orina.
Biología molecular	<ul style="list-style-type: none"> • Citomegalovirus, Herpes 8, Virus de Epstein Barr, Secuenciación celular para cáncer hereditario.
Microbiología	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivos de expectoración, exudado nasal, exudado faríngeo, herida quirúrgica, secreciones, abscesos, cultivo de sitio de inserción de catéter, punta de catéter, coprocultivo, urocultivo, cultivo de lavado o secreción bronquial, líquido cefalorraquídeo, líquido pleural u otro líquido estéril, hemocultivo, cultivo anaerobio, aeróbico, cultivo de hongos, mielocultivo, cultivo de células tronco muestras de banco de sangre, plasma y paquete eritrocitario. • Detección de <i>Clostridium difficile</i> Glutamato Deshidrogenasa (GDH). • Pruebas de susceptibilidad por difusión en discos método de <i>Kirby-Bauer</i>.
Hematología	<ul style="list-style-type: none"> • Biometría hemática completa (BHC) y velocidad de sedimentación globular (VSG).

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Preamanalítica

Etapa previa a la realización de un análisis de laboratorio: Esta etapa se centra en las áreas de flebotomía y recepción de muestras, las cuales se describen a continuación.

4.1.1 Flebotomía

La venopunción es un procedimiento complejo que exige conocimiento y habilidad. Cuando se extrae una muestra de sangre, un profesional experimentado debe seguir una serie de fases que ayudarán al manejo y recolección de la muestra:

- Verificar la solicitud del médico y el registro de la petición.
- Presentarse al paciente, estableciendo la comunicación y ganándose su confianza.
- Explicar al paciente o a su responsable el procedimiento al que va a someterse.
- Realizar la higiene de las manos entre paciente y paciente, o bien, realizar cambio de guantes.

Suministros

Es prioritario aplicar precauciones con todo paciente atendido. Toda muestra debe ser considerada potencialmente infecciosa hasta que se demuestre lo contrario, por lo que se deben tomar las debidas precauciones para garantizar la seguridad del flebotomista y de los pacientes.

Equipo de seguridad:

- Guantes de látex
- Cubrebocas o, en su caso, equipo de protección personal para contingencias sanitarias.

Material requerido para flebotomía:

- Torniquete
- Tubos de recolección

- Holder (camisa)
- Agujas eclipse calibre 21 (verde)
- Toallitas húmedas alcoholadas
- Torundas de algodón secas
- Antiséptico (gel alcoholado)
- Venda elástica autoadherible

Cada cubículo para toma de muestra debe tener el material suficiente y necesario para dicha actividad. Las áreas de donde provienen las muestras de pacientes para el Laboratorio del INCAN son: pacientes programados de consulta externa, pacientes de hospitalización y pacientes de urgencias.

La elección del lugar de realización de la venopunción representa una parte vital del diagnóstico. Existen diversos lugares que pueden ser elegidos para la venopunción. La parte anatómica más idónea para las venopunciones es la fosa antecubital, en la parte anterior del brazo, frente y bajo el codo, donde se localiza un gran número de venas, relativamente próximas a la superficie de la piel. Las venas varían de persona a persona, sin embargo, hay dos tipos comunes de sistema de distribución venosa: uno con forma de H y otro parecido a una M. El patrón H se denomina así debido a las venas que lo componen (cefálica, cubital mediana y basílica), que se distribuyen como una H, y representa alrededor del 70% de los casos. En el patrón M, la distribución de las venas más prominentes (cefálica, cefálica mediana, basílica mediana y basílica) se asemeja a la letra M (Figura 1).

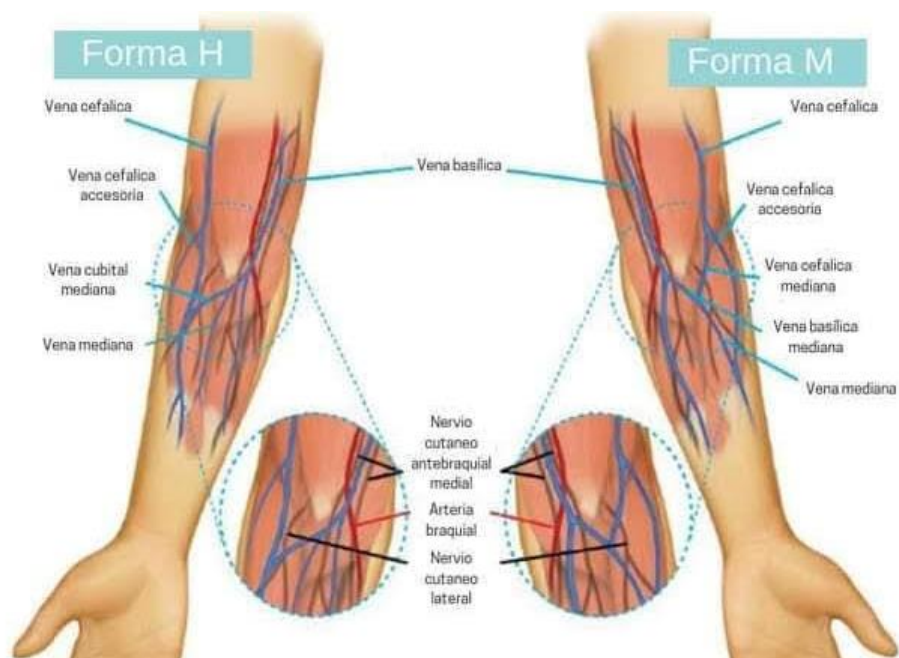


Figura 1. Localización de las venas de antebrazos de mejor acceso.

Aunque cualquier vena del miembro superior que esté en condiciones de ser utilizada para la extracción puede ser puncionada, las venas cubital mediana y cefálica son las utilizadas con más frecuencia. Entre ellas, la vena cefálica es la más propensa a la formación de hematomas y puede doler al puncionarla. La figura 2 muestra la localización de las venas del miembro superior y del dorso de la mano, respectivamente.

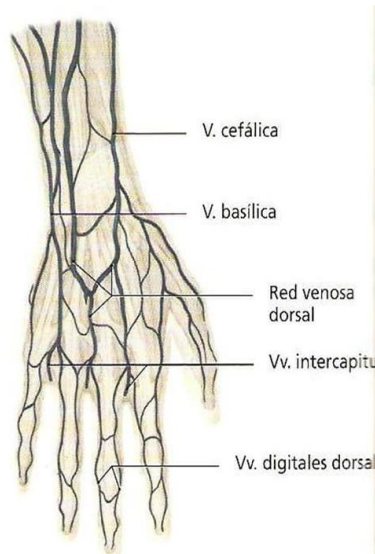


Figura 2. Localización de las venas del dorso de la mano.

Cuando las venas de esta región no están disponibles o no son accesibles, las venas del dorso de la mano también pueden ser utilizadas para la venopunción. Las venas de la parte inferior del puño no deben ser utilizadas porque, al igual que en ellas, los nervios y tendones están próximos a la superficie de la piel en esa zona.

No se deben utilizar zonas alternativas como tobillos o extremidades inferiores sin la autorización del médico, debido al potencial significativo de complicaciones médicas que implican, como flebitis, trombosis o necrosis tisular.

Atención: Las punciones arteriales no se deben considerar como una alternativa a la venopunción, debido a la dificultad de extracción.

En el dorso de la mano, la vena de mayor calibre es la más recomendable por su tamaño, aunque la vena dorsal del metacarpo también puede ser puncionada.

Las zonas en las cuales no se debe extraer sangre son los miembros en los que se haya colocado alguna vía intravenosa. Se deben evitar zonas que contengan grandes áreas de cicatrices o quemaduras. Se debe consultar al médico antes de extraer sangre cerca de la zona donde se practicó una mastectomía, para evitar las potenciales complicaciones derivadas de la linfostasis (ocurre cuando los vasos linfáticos se inflaman y no pueden drenar de manera adecuada el líquido linfático). Las zonas con hematomas pueden dar lugar a resultados erróneos en las pruebas,

independientemente del tamaño del hematoma. Si otra vena, en otra zona, no se encuentra disponible, la muestra se debe extraer distalmente al hematoma. Evite puncionar venas trombosadas; estas venas son poco elásticas, se parecen a un cordón y tienen las paredes endurecidas (Instituto Nacional de Rehabilitación, 2023).

4.1.2 Recepción de muestras

La unidad de recepción y procesamiento de muestras es uno de los elementos más importantes del proceso analítico. Si esta unidad no está organizada de forma adecuada, puede verse comprometida la integridad de todo el proceso. Si los procedimientos de la fase de recepción y procesamiento de muestras no se llevan a cabo de forma precisa, no es posible garantizar la trazabilidad de las muestras ni la calidad de los resultados, y la salud de los pacientes y de los miembros del personal puede ponerse en riesgo.

Debe tenerse en cuenta que la investigación ha demostrado que la mayoría de los errores de laboratorio se cometen en la fase preanalítica. La recepción de las muestras es un componente central de esta fase, por lo tanto, es crucial seguir meticulosamente todos los procedimientos y realizar exhaustivamente todos los controles necesarios en todo momento.

Esta fase debe incluir como mínimo los siguientes procedimientos:

- Comprobación de la integridad de la muestra y toma de decisión sobre la aceptación o rechazo de la misma.
- Introducción en el registro del laboratorio: cuando se acepta una muestra, se deciden los análisis a realizar y la muestra se introduce en el registro del laboratorio.
- Etiquetado de la muestra: una vez registrada, se etiqueta la muestra. Así se crea la trazabilidad: al utilizar una misma etiqueta para todas las partes de una muestra, estas quedan identificadas como asociadas a la muestra primaria. Además, la etiqueta relaciona la muestra con los formularios y registros importantes, garantizando que toda la información se ha registrado correctamente.
- Procesamiento de las muestras: el personal autorizado revisa las peticiones para decidir qué análisis deben realizarse de acuerdo con las condiciones de la muestra.

Para llevar a cabo un mejor control de las muestras, es necesario elaborar un registro adecuado que incluya información personal del paciente. El registro debe incluir como mínimo los siguientes datos:

- Nombre completo del paciente
- Fecha de nacimiento
- Folio
- Especialidad en la que se está tratando
- Diagnóstico

4.2 Uroanálisis

Las pruebas que se realizan en el área de uroanálisis son las siguientes:

4.2.1 Examen general de orina (EGO)

El uroanálisis (examen citoquímico de orina) incluye el examen físico, químico y microscópico. Mide la densidad, concentración, acidez y presencia de diversos compuestos químicos, como bilirrubina, glucosa y hemoglobina, que permiten determinar el estado de salud del organismo. Estas muestras deben ser evaluadas dentro de las primeras dos horas, ya que la muestra puede sufrir alteraciones en sus propiedades. Este estudio tiene la capacidad de detectar enfermedades renales, del tracto urinario o sistémicas.

4.2.2 Coprológico y coproparasitoscópico

El examen coprológico es un perfil que incluye diferentes técnicas de análisis (físicas, químicas y microscópicas), utilizadas para apreciar la capacidad digestiva del intestino y es de gran utilidad para identificar procesos digestivos que cursan con diarrea por mala absorción o insuficiente digestión enzimática. Los parámetros por evaluar son: olor, color, consistencia, azúcares reductores, pH, sangre oculta, pigmentos biliares, grasas, tripsina y ameba en fresco.

El coproparasitoscópico es un estudio de laboratorio en el que se analiza la materia fecal. En particular, este estudio se utiliza para detectar la presencia de parásitos intestinales, lo que sirve para establecer un diagnóstico definitivo de parasitosis. Las infestaciones por helmintos (gusanos) se diagnostican mediante la identificación de los huevos en las heces; las infestaciones por protozoos (p. ej., amebas) se diagnostican mediante los hallazgos de trofozoítos (estado activo), quistes u ooquistes (estadios resistentes) en las heces. Otra de las pruebas que se suma a este estudio es la citología del moco fecal, la cual nos permite diferenciar la etiología de una infección viral o bacteriana.

4.3 Coagulación

En el área de coagulación se realizan las siguientes pruebas:

4.3.1 Tiempos de coagulación

Para la evaluación del sistema de coagulación se utilizan de manera rutinaria pruebas globales que son el tiempo de protrombina (TP), la Razón Normalizada Internacional (INR), el tiempo de tromboplastina parcial activado (TTPa) y el tiempo de trombina (TT). A estas pruebas se suma la medición de fibrinógeno como prueba mínima en determinadas situaciones clínicas asociadas con hemorragias. El INR se calcula a partir del TP y se utiliza para verificar que los tratamientos anticoagulantes son eficaces para prevenir la formación de coágulos.

4.3.2 Corrección de tiempos

Esta prueba se utiliza para determinar la deficiencia de uno o más factores de la coagulación en un plasma, utilizando un "pool de plasma", donde el pool es una muestra con valores normales de tiempos de coagulación. Esto se emplea cuando se obtienen TP (Tiempo de Protrombina) o TTPa (Tiempo de Tromboplastina Parcial activado) prolongados. Los resultados de estas pruebas deben ser confirmados mediante la dosificación del factor o factores deficitarios.

Se realiza la corrección al TP cuando hay TP prolongado y TTPa normal. Se lleva a cabo la corrección al TTPa cuando hay TP normal y TTPa prolongado. Cuando tanto el TP como el TTPa están prolongados, se puede utilizar cualquiera de las dos correcciones, realizando una dilución 1:1.

4.3.3 Dímero D

El dímero D (DD) es el producto final de la degradación de la fibrina que sirve como indicador serológico de la activación de la coagulación y del sistema fibrinolítico. Actualmente, se considera la prueba del DD como un método de escrutinio convencional para la trombosis venosa profunda (TVP) y la tromboembolia pulmonar (TEP).

4.4 Química clínica

En el área de química clínica se realizan diversas pruebas, las cuales se mencionan a continuación:

4.4.1 Química Sanguínea

La química sanguínea implica generalmente la medición de diferentes sustancias químicas en la sangre, como electrolitos, enzimas, proteínas, hormonas y productos de desecho metabólico. Algunos de los perfiles comúnmente evaluados en el instituto son las químicas sanguíneas de 3 o 4 elementos, que incluyen la medición de glucosa, urea, creatinina y ácido úrico.

4.4.2 Perfil de Hierro

El perfil de hierro es un análisis de sangre que mide los niveles de hierro sérico total y la capacidad total de fijación de hierro (TIBC). Sirve para evaluar el metabolismo del hierro y diagnosticar anemia ferropénica, hemocromatosis, talasemia, entre otras enfermedades relacionadas con el metabolismo del hierro.

4.4.3 Perfil Hepático

Estas pruebas, también llamadas panel de función hepática, usan una muestra de sangre para medir varias sustancias producidas por el hígado. Las pruebas más comunes de función hepática miden:

- Proteínas totales (albúmina, globulinas)
- Fosfatasa alcalina (ALP)
- Alanina transaminasa (ALT)
- Aspartato aminotransferasa (AST)
- Gamma-glutamil transferasa (GGT)
- Bilirrubina directa e indirecta
- Lactato deshidrogenasa (LDH)

Algunas de estas pruebas pueden mostrar qué tan bien está funcionando el hígado, y otras pueden indicar si el hígado pudiera estar dañado por una enfermedad o lesión hepática.

4.4.4 Perfil Pancreático

El perfil pancreático es un análisis clínico que nos ayuda a determinar si existe algún trastorno que afecte principalmente al páncreas. Los parámetros que se evalúan en este estudio de laboratorio son la amilasa y la lipasa.

4.4.5 Perfil Lipídico

El perfil lipídico consiste en la cuantificación analítica de una serie de lípidos que son transportados en la sangre por diferentes tipos de lipoproteínas plasmáticas. La determinación de estos parámetros es un procedimiento analítico básico para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades metabólicas, tanto primarias como secundarias. Los parámetros analíticos que se pueden determinar son:

- Colesterol total
- Colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad)
- Colesterol HDL (lipoproteínas de alta densidad)
- Triglicéridos totales

4.4.6 Perfil reumatoide

La artritis reumatoide se caracteriza por la formación de clones de células T autorreactivas y la producción espontánea de autoanticuerpos dirigidos contra estructuras celulares propias, es decir, autoantígenos. Quienes la padecen presentan diferentes autoanticuerpos, pero la mayoría carece de significado clínico, y el único que se utiliza en la práctica diaria es el factor reumatoide. Si bien la detección de una concentración elevada de este factor indica la existencia de artritis reumatoide, el diagnóstico de la enfermedad sigue siendo fundamentalmente clínico. Otra de las pruebas que nos ayuda en su detección es la prueba de Proteína C Reactiva (PCR), la cual es producida por el hígado y se libera al torrente sanguíneo cuando hay una inflamación.

4.4.7 Paquete óseo

Los marcadores óseos son un conjunto de pruebas que pueden realizarse en sangre y que permiten detectar los productos procedentes del remodelado óseo, para poder determinar si las tasas de resorción y formación de hueso están alteradas, sugiriendo algún tipo de trastorno óseo. Los parámetros que se analizan son: calcio, fósforo, magnesio y fosfatasa alcalina.

4.4.8 Electrolitos

El panel de electrolitos suele ser parte de un análisis de sangre de rutina o de un perfil metabólico completo. Los electrolitos que se evalúan son: calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio y cloro. Este panel también se puede utilizar para

averiguar si hay un desequilibrio de líquidos o un desbalance del nivel ácido-base en el cuerpo.

4.4.9 Enzimas cardíacas

Las enzimas cardíacas, como la creatina quinasa (CK-MB), desempeñan un papel vital en el funcionamiento normal del corazón. Sin embargo, los niveles elevados de estas enzimas pueden indicar daño cardíaco.

4.4.10 Hemoglobina glucosilada

La hemoglobina A1c (HbA1c) constituye un indicador para evaluar a los pacientes diabéticos y, gracias a la estandarización alcanzada en la prueba, es el primer criterio de diagnóstico de diabetes en individuos asintomáticos o con sospecha clínica de esta enfermedad, de acuerdo con la American Diabetes Association (ADA). Según la International Federation of Clinical Chemistry (IFCC), la HbA1c se define como un término genérico referido a un grupo de sustancias que se forman a partir de reacciones bioquímicas entre la hemoglobina A (HbA) y algunos azúcares reductores presentes en la circulación sanguínea, siendo la glucosa el más abundante de ellos (Bracho-Nava *et al.*, 2015).

4.4.11 Vancomicina

Esta prueba mide la concentración de vancomicina en la sangre. La vancomicina es una alternativa a los antibióticos betalactámicos en pacientes alérgicos a estos antibióticos; se usa para el tratamiento de infecciones graves producidas por microorganismos grampositivos.

4.4.12 Citoquímico de líquidos (LCR, pleural, sinovial, pericárdico, amniótico, peritoneal).

El análisis de los líquidos corporales corresponde a un grupo de pruebas de laboratorio (físicas, químicas y cuenta diferencial) que permiten medir proteínas, glucosa y otros parámetros químicos. Estas pruebas son fundamentales en el diagnóstico diferencial entre exudados y trasudados.

Los exudados son células u otras sustancias celulares que usualmente se expulsan lentamente desde los vasos sanguíneos de los tejidos inflamados. Por otro lado, los

trasudados son líquidos que pasan a través de una membrana o tejido hacia el espacio extracelular de los tejidos.

4.4.13 Gasometrías arteriales

La prueba de gasometría arterial nos ayuda a determinar la cantidad de oxígeno, dióxido de carbono (intercambio de gases) y acidez (equilibrio ácido-base o nivel de pH) en la sangre arterial.

4.5 Marcadores tumorales

En el área de marcadores tumorales se realizan las siguientes pruebas, que se detallarán a continuación. Algunas de estas pruebas tienen la finalidad de detectar el diagnóstico o estadio del cáncer.

4.5.1 Panel de TORCH

Es un examen de sangre que evalúa la presencia de infecciones por toxoplasmosis, rubéola, citomegalovirus y herpes simple, y valora los niveles de anticuerpos (IgM o IgG) frente a estas infecciones. Dependiendo de los valores, pueden indicar si una infección está activa (IgM) o si se presentó con anterioridad (IgG).

4.5.2 Interleucina 6 (IL-6)

La interleucina-6 (IL-6) pertenece a un grupo de proteínas elaboradas por los leucocitos (glóbulos blancos) y otras células del cuerpo. Algunos linfocitos T producen principalmente la IL-6. Esta citocina hace que los linfocitos B elaboren más anticuerpos y también causa fiebre al afectar las áreas del cerebro que controlan la temperatura. La IL-6 procesada en el laboratorio se usa en el tratamiento del cáncer como modificador de la respuesta biológica para estimular el sistema inmunitario.

4.5.3 Alfafetoproteína (AFP)

La prueba de alfa-fetoproteína (AFP) como marcador tumoral se puede usar durante el diagnóstico y/o tratamiento del cáncer de hígado, ovarios o testículos, ya que estos pueden causar niveles altos de AFP. En ciertos casos, los resultados de una prueba de marcador tumoral AFP pueden usarse para guiar las opciones de tratamiento para tipos específicos de cáncer. La prueba también se puede usar para monitorear la salud si se tiene hepatitis crónica o cirrosis hepática. Estas afecciones no son cáncer, pero aumentan el riesgo de desarrollar cáncer de hígado.

4.5.4 Hormona gonadotropina coriónica humana (HCG)

La gonadotropina coriónica humana (hCG) es considerada un marcador tumoral asociado a enfermedades malignas y tumores de células germinativas. Por ello, este marcador se ha utilizado no sólo para el diagnóstico, sino también para vigilar el tratamiento en pacientes con tumores secretores de hCG.

4.5.5 Antígeno Prostático (PSA)

El antígeno prostático específico (PSA) es actualmente el más importante de todos los marcadores tumorales y ha sido utilizado en todos los aspectos del manejo del cáncer de próstata, incluyendo diagnóstico, etapificación, seguimiento y monitorización postratamiento. Se realizan mediciones del PSA tanto en su forma libre como total. El PSA libre mide la cantidad de antígeno circulante en la sangre que no está unido a otras proteínas, mientras que el PSA total mide la cantidad total en la sangre, independientemente de su forma, pudiendo estar unido a otras proteínas.

4.5.6 Antígeno carcinoembrionario (ACE)

El antígeno carcinoembrionario (CEA) es una sustancia que se puede encontrar en la sangre de personas que tienen cáncer de colon, otros tipos de cáncer o ciertas enfermedades, o que fuman tabaco. Las concentraciones de CEA pueden servir para verificar si el tratamiento del cáncer está funcionando o si el cáncer ha vuelto. Es un tipo de marcador tumoral.

4.5.7 Vitamina D

La prueba de vitamina D mide su nivel en la sangre para verificar que el cuerpo tenga una concentración adecuada y pueda funcionar correctamente. Esto ayuda a mantener los músculos, nervios y el sistema inmunitario trabajando apropiadamente.

4.5.8 Calcitonina

La calcitonina es una hormona elaborada por las células C de la glándula tiroidea. Ayuda a mantener una concentración equilibrada de calcio en la sangre. Cuando la concentración de calcio es demasiado alta, la calcitonina actúa para reducirla.

4.5.9 Antígeno de cáncer 15-3 (Ca 15-3)

El marcador tumoral CA 15-3 se puede encontrar en cantidades mayores que las normales en pacientes con algunos tipos de cáncer, como el cáncer de mama. La medición de CA 15-3 en la sangre puede ser útil para determinar si el tratamiento es eficaz o si el cáncer ha recurrido.

4.5.10 Antígeno de cáncer 19-9 (Ca 19-9)

La prueba de laboratorio que mide la concentración del antígeno de cáncer CA 19-9 en la sangre es un tipo de marcador tumoral. El CA 19-9 es una sustancia que liberan tanto las células cancerosas como las normales. A veces, una cantidad de CA 19-9 más elevada de lo normal es un signo de cáncer de páncreas, otros tipos de cáncer u otras afecciones. La concentración de este antígeno en la sangre sirve para verificar si el tratamiento está funcionando o si el cáncer ha vuelto. También se conoce como prueba del antígeno carbohidrato 19-9.

4.5.11 Antígeno de cáncer 125 (Ca 125)

El antígeno de cáncer 125 (CA 125) es una sustancia que se puede encontrar en grandes cantidades en la sangre de pacientes con ciertos tipos de cáncer, especialmente el cáncer de ovario. Las concentraciones de CA 125 pueden ayudar a controlar la eficacia de los tratamientos contra el cáncer y detectar si el cáncer ha retornado. También se le conoce como antígeno del cáncer 125 y es un marcador tumoral importante.

4.5.12 Proteína epididimal humana (HE4)

La proteína epididimal humana 4 (HE4) se encuentra en las células que revisten los pulmones y los órganos reproductivos, como los ovarios. HE4 puede encontrarse en cantidades mayores de lo usual en pacientes con ciertos tipos de cáncer, incluyendo el cáncer epitelial de ovario. La medición de la cantidad de HE4 en la sangre ayuda a planificar el tratamiento o determinar si el cáncer ha empeorado o regresado. Es un tipo de marcador tumoral y también se le conoce como proteína epididimis humana 4.

4.5.13 Ciclosporina

Las pruebas de ciclosporina se utilizan para medir la cantidad de este medicamento en la sangre y determinar si las concentraciones han alcanzado niveles terapéuticos o si se encuentran en un rango tóxico.

4.5.14 Metrotexato (MTX)

La prueba de metotrexato se realiza para verificar si el medicamento está funcionando dentro del rango terapéutico o si está causando algún efecto secundario. Dependiendo del caso, el médico determina si aumenta o disminuye la dosis, de acuerdo con los resultados de las pruebas.

4.5.15 Antitiroglobulina (TgAb)

La prueba de anticuerpos antitiroglobulina es un examen que mide los anticuerpos contra una proteína llamada tiroglobulina. La tiroglobulina es una proteína que se encuentra en las células de la tiroides, pero una pequeña cantidad se filtra al torrente sanguíneo, lo que puede provocar que el sistema inmunitario produzca anticuerpos contra esta proteína.

4.5.16 Antiperoxidasa (ATPO)

La prueba de anticuerpos antiperoxidasa tiroidea se realiza para confirmar la causa de problemas en la tiroides. Este examen también se emplea para averiguar si un trastorno autoinmunitario está causando disfunción tiroidea.

4.5.17 Parathormona (PTH)

La parathormona (PTH) es una sustancia producida por las glándulas paratiroides que ayuda al cuerpo a almacenar y utilizar el calcio. Una cantidad de parathormona más alta de lo normal aumenta las concentraciones de calcio en la sangre, lo que a veces es un signo de enfermedad.

4.5.18 Perfil anémico

El estudio de perfil anémico ayuda a determinar la presencia y concentración de diferentes componentes sanguíneos relacionados con la anemia, como glóbulos rojos, hemoglobina, hierro y otros. Se utiliza para diagnosticar y evaluar la gravedad de la anemia, así como para identificar su posible causa subyacente, como deficiencia de hierro, vitamina B12 o ácido fólico. Esta prueba es útil para personas con síntomas como fatiga, debilidad o mareos, y para monitorear la efectividad del tratamiento para la anemia.

4.5.19 Perfil hormonal

El perfil hormonal es un examen de sangre que mide ciertas hormonas (hormona luteinizante, hormona folículo estimulante, prolactina, testosterona, progesterona, estradiol) para determinar las causas de distintas afecciones, como trastornos ováricos, trastornos de la menstruación, problemas para lograr el embarazo o infertilidad, entre otros.

4.5.20 Perfil tiroideo

La principal hormona secretada por la glándula tiroides es la tiroxina, también conocida como T4 porque contiene cuatro átomos de yodo. Para ejercer sus efectos, la T4 se convierte en triyodotironina (T3), eliminando un átomo de yodo. Esto ocurre principalmente en el hígado y en ciertos tejidos como el cerebro, donde actúa la T3. La cantidad de T4 producida por la glándula tiroides es regulada por otra hormona producida en la glándula pituitaria, localizada en la base del cerebro, conocida como hormona estimulante de la tiroides (TSH).

Las pruebas sanguíneas para valorar la función tiroidea incluyen las siguientes: TSH, T4, T3 y Tg. La tiroglobulina (Tg) es una proteína producida por las células tiroideas normales y también por las células tiroideas cancerosas.

4.5.21 Cadenas ligeras y cadenas pesadas

Mediante una prueba de sangre del suero se puede determinar el nivel de cadenas ligeras libres. Estas son proteínas producidas por células plasmáticas, un tipo de glóbulo blanco. Las cadenas ligeras suelen unirse con otras proteínas llamadas cadenas pesadas.

Existen dos tipos de cadenas ligeras: kappa (κ) y lambda (λ), que poseen unos 200 aminoácidos cada una y se unen a las cadenas pesadas mediante un puente disulfuro intercatenario (entre cadenas). En cada molécula de inmunoglobulina, las dos cadenas ligeras que la forman son del mismo tipo, ya sea kappa (κ) o lambda (λ).

Por su parte, las cadenas pesadas están formadas por unos 400 aminoácidos y están unidas entre sí por puentes disulfuro intercatenarios, cuyo número puede variar dependiendo del tipo de inmunoglobulina. Esta zona, donde se encuentran los puentes intercatenarios, es muy flexible y constituye lo que se denomina zona bisagra, por donde estas moléculas se deforman cuando se unen al antígeno.

4.5.22 Beta-2 microglobulina

La beta-2 microglobulina es una proteína pequeña que se encuentra normalmente en la superficie de muchas células, incluyendo los linfocitos, y en cantidades pequeñas en la sangre y la orina. Es posible que una cantidad mayor de beta-2 microglobulina en la sangre sea un signo de ciertas enfermedades, incluyendo algunos tipos de cáncer como el mieloma múltiple o el linfoma.

4.5.23 Electroforesis

La electroforesis es una técnica de laboratorio en la que se usa corriente eléctrica para separar sustancias como las proteínas. El tamaño y la carga eléctrica (positiva o negativa) de una sustancia determinan cuánto se desplaza en presencia de la corriente. La electroforesis se puede usar para ayudar a diagnosticar ciertas enfermedades. Existen diferentes tipos de electroforesis; en este caso se emplean la electroforesis en suero (ELEPS) y la electroforesis en orina (ELEPO).

4.5.24 Inmunofijación

La inmunofijación (IFx) es una técnica altamente recomendada para identificar bandas monoclonales y oligoclonales. La proteína de interés es precipitada en el

soporte mediante su antisuero monoespecífico después del fraccionamiento electroforético de la muestra. Se realizan dos tipos de inmunofijación: inmunofijación en suero (IFxS) e inmunofijación en orina (IFxO).

4.6 Biología Molecular

En biología molecular se emplean métodos para determinar, aislar y manipular el ADN y el ARN. A continuación, se mencionan las pruebas que se llevan a cabo en el área:

4.6.1 Citomegalovirus

El citomegalovirus puede causar infecciones de gravedad variable. Las enfermedades localizadas graves pueden aparecer en pacientes infectados por VIH, en receptores de trasplantes de órganos y otros pacientes inmunodeficientes.

4.6.2 Herpes 8

El virus del herpes humano tipo 8 (VHH-8) es un tipo de virus que causa el sarcoma de Kaposi, un cáncer poco frecuente en el que aparecen lesiones en la piel, los ganglios linfáticos, el revestimiento de la boca, la nariz, la garganta y otros tejidos del cuerpo. El VHH-8 también causa ciertos tipos de linfomas (cánceres que comienzan en las células del sistema inmunitario).

4.6.3 Virus de Epstein-Barr

El virus de Epstein-Barr es un virus común que permanece inactivo en la mayoría de las personas infectadas. Este virus causa la mononucleosis infecciosa y se ha relacionado con la formación de ciertos tipos de cáncer, como el linfoma de Burkitt, el linfoma inmunoblástico, el carcinoma nasofaríngeo y el cáncer de estómago (gástrico).

4.6.4 Secuenciación celular para cáncer hereditario

La secuenciación de ADN representa una herramienta esencial para la oncología de precisión. Permite identificar mutaciones en las células tumorales que facilitan el

diagnóstico y tratamiento de los pacientes con cáncer, así como detectar variantes germinales que aumentan el riesgo de una persona de desarrollar cáncer.

4.7 Microbiología

En el área de microbiología hay una diversidad de pruebas para poder llegar a un diagnóstico, las cuales se describen a continuación:

4.7.1 Expectorcación

Por medio del análisis de la expectorcación (expulsión de moco, esputo o líquido desde la tráquea o los pulmones) se determina el microorganismo causante de la infección pulmonar.

4.7.2 Exudado nasal

El exudado nasal permite determinar el tipo de bacteria asociada a infecciones de senos paranasales.

4.7.3 Exudado faríngeo

El exudado faríngeo determina la presencia de bacterias en casos de abscesos, úlceras, inflamación en amígdalas o en el área faríngea.

4.7.4 Herida quirúrgica, secreciones, abscesos

Identifica el tipo de microorganismos que están asociados a infecciones de material purulento que esté en contacto directo con la herida, secreción y/o el absceso.

4.7.5 Cultivo de sitio de inserción de catéter

Identifica el tipo de microorganismo asociado a infecciones de material contaminado en dispositivos subcutáneos.

4.7.6 Punta de catéter

Identifica el microorganismo causante de la infección relacionada al catéter; puede tratarse de una infección local o bacteriemia.

4.7.7 Coprocultivo

Determina el tipo de microorganismo que puede causar una infección gastrointestinal.

4.7.8 Urocultivo

Es un cultivo microbiológico de la orina que ayuda a determinar si existe infección en las vías urinarias y cuál es el agente causal.

4.7.9 Lavado o secreciones bronquiales

Identifica microorganismos causantes de una infección pulmonar. Por medio de un broncoscopio que se introduce a través de la nariz o la boca hacia los pulmones, se extrae una muestra líquida de la cual se toman células para posteriormente cultivarlas.

4.7.10 Líquido cefalorraquídeo, líquido pleural u otro líquido estéril

Identifica el agente causal de infecciones en la cavidad pleural, abdominal, meníngea, entre otras cavidades de origen estéril.

4.7.11 Hemocultivo

Determina el crecimiento bacteriano, hongos y levaduras en la sangre, ya que esta es un tejido estéril. Se indican hemocultivos cuando hay presencia de bacteriemia.

4.7.12 Cultivo anaerobio

Se realiza para la identificación de bacterias anaerobias. Todo dependerá del tipo de muestra, ya que estas bacterias requieren de una atmósfera libre de oxígeno.

4.7.13 Cultivo aeróbico

Se realiza para la identificación de bacterias aeróbicas; el procedimiento dependerá del tipo de muestra, ya que estas bacterias requieren de oxígeno.

4.7.14 Cultivo de hongos

Búsqueda de hongos en diversas muestras donde se sospeche de invasión por estos microorganismos.

4.7.15 Mielocultivo

Identificación de microorganismos presentes en la médula ósea.

4.7.16 Cultivo de células tronco muestras de banco de sangre, plasma, paquete eritrocitario

Identifica la presencia o ausencia de bacterias y/o hongos en este tipo de muestras que puedan llegar a perjudicar al paciente.

4.7.17 Detección de *Clostridium difficile* Glutamato Deshidrogenasa (GDH)

Detección cualitativa del antígeno glutamato deshidrogenasa de *Clostridium difficile* como marcador de la presencia de toxinas de *C. difficile* en muestras de heces.

4.7.18 Pruebas de susceptibilidad por difusión en discos método de *Kirby-Bauer*

Es una prueba de susceptibilidad antimicrobiana macroscópica en agar, cuyo principio se basa en la difusión del antibiótico en el medio de cultivo. La concentración del antibiótico disminuye a medida que aumenta la distancia desde

el disco. Esta prueba determina la sensibilidad o resistencia de las bacterias a los antibióticos.

4.8 Hematología

Las pruebas que se realizan en el área de hematología son las siguientes:

4.8.1 Biometría hemática

Es una prueba que cuenta el número de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas en la sangre. Además, mide la cantidad de hemoglobina (la sustancia de la sangre que transporta oxígeno) y el hematocrito (el porcentaje de la sangre compuesto por glóbulos rojo). Un recuento sanguíneo se utiliza para diagnosticar y monitorear diversas afecciones. Si hay una baja cantidad de glóbulos rojos, se puede determinar anemia; si se encuentran niveles elevados de glóbulos blancos, puede deberse a una leucemia.

4.8.2 Velocidad de sedimentación globular

La velocidad de sedimentación globular (VSG) mide la rapidez con la que se sedimentan los hematíes o glóbulos rojos de la sangre anticoagulada en un período de tiempo determinado. Es un indicador no específico que puede sugerir la presencia de inflamación en el organismo.

5. METODOLOGÍA

5.1 Preanalítica

El área de preanalítica tiene la función de recibir las muestras de pacientes, tanto externos como internos, siempre y cuando estas se encuentren en condiciones adecuadas para su procesamiento, de acuerdo con las indicaciones proporcionadas previamente al paciente o al personal de salud. Para que puedan ser procesadas, las muestras deben pasar por una serie de pasos que se mencionarán a continuación:

Identificación

La identificación de la muestra se realiza por medio de una etiqueta adherible, en la que se anota de forma clara y legible la siguiente información básica:

- Nombre completo del paciente.
- Fecha de nacimiento.
- Su respectivo ID (por ejemplo, 24071923882, donde los dígitos representan año, mes, día, número consecutivo y los últimos dos dígitos corresponden a cada área).
- Área a la que va dirigida.
- Nombre de las pruebas que se van a realizar.
- En caso de pacientes internos, la habitación en la que se encuentra.
- Lugar de procedencia de la muestra.

Cada muestra debe venir en su respectivo envase. El material biológico (que puede ser sangre o sus componentes, excretas, tejidos o fluidos tisulares) debe depositarse en un recipiente hermético de plástico, como tubos, frascos u otros con tapa de rosca a prueba de filtraciones (figura 3). El recipiente primario que contiene la muestra debe llevar la etiqueta propia de cada paciente para posteriormente transferirla al envase correspondiente donde será analizada.



Figura 3. Vaso recolector

En el caso de los tubos de sangre, como el amarillo y el rojo, se realiza la separación del suero por medio de centrifugación. En el tubo azul se analiza el plasma, por lo tanto, también pasa por un proceso de centrifugación. El tubo lila pasa directamente al área de hematología, ya que se analiza la sangre total. El tubo verde se envía directamente al área correspondiente, donde se le realizarán otra serie de pasos para su posterior análisis (figura 4).



Figura 4. Tubos Vacutainer

Para las muestras de orina, se entregan los respectivos recipientes e indicaciones previas al paciente, para que pueda recolectar su muestra dependiendo del estudio que se requiera.

Para el análisis de orina de 24 horas, se toman alícuotas de 100 ml del recipiente amarillo (figura 5). En el examen general de orina (EGO) y urocultivo, se utiliza la misma muestra, pero con tubos diferentes (figura 6). En el caso del urocultivo, se utiliza un tubo gris que contiene ácido bórico para conservar sus propiedades y evitar la contaminación. Para el EGO, se utiliza un tubo amarillo con tapa roja, y su conservador es clorhexidina.



Figura 5. Recipiente para orina de 24 h.



Figura 6. Recipiente para Examen General de Orina y urocultivo

Para analizar exudados nasales, exudados faríngeos o alguna herida, se utiliza un medio de transporte especial llamado Stuart. Este es un medio semisólido utilizado para la transportación y preservación de microorganismos como estreptococos y enterobacterias (figura 7).



Figura 7. Medio Stuart

Una vez que las muestras son recibidas y están listas para ser distribuidas a las diferentes áreas, se ingresan al sistema o se les da check-in, que es una forma de registrarlas para llevar un mejor control sobre las muestras de los pacientes y así evitar el extravío de alguna. Posteriormente, se distribuyen a sus respectivas áreas.

En el área de flebotomía, como protocolo del laboratorio, se realiza la toma de muestras diariamente. Previamente, los pacientes ya están registrados en el sistema. Los pacientes empiezan a llegar a partir de las 7:00 a. m. y, conforme van llegando, van pasando a la toma de muestra. Por medio de una voceadora, se va llamando a cada paciente por su nombre y se le indica el número de cubículo que

le corresponde. Una vez que el paciente llega al cubículo, nos presentamos como encargados de su toma y nos entrega su solicitud de estudios. Esta solicitud se les extiende cuando realizan el registro de su cita para sus laboratorios, en la cual se detalla: el día que se realizarán sus laboratorios, nombre completo del paciente, fecha de nacimiento y los estudios a realizar con sus respectivas indicaciones. Corroboramos que sus datos estén correctos y les explicamos cómo se llevará a cabo su proceso de toma.

Para la obtención de los tubos de cada paciente, hay un equipo automatizado que está conectado a una computadora que contiene todos los datos de los pacientes registrados y el número total de muestras que se toman al día; se atienden a casi 400 personas en el turno matutino. Al atender a cada paciente, el equipo (figura 8) arroja los tubos etiquetados con los respectivos datos del paciente, como nombre, fecha de nacimiento y estudios a realizar. Hay excepción de algunos tubos que no etiqueta; solo arroja las etiquetas y los operadores las colocan manualmente en el tubo correspondiente o en la muestra que se solicite, ya sea orina, algún exudado, entre otros. Al terminar la toma de muestra de cada paciente, se les da check-in a las muestras para así poder llevar un mejor control de cada una de ellas. Estas se van colocando en una gradilla y los encargados del área de preanalítica las recogen para darles seguimiento y, de esta manera, ser distribuidas a sus respectivas áreas y ser procesadas.



Figura 8. Etiquetador automático de tubos

Para la toma de muestra de pacientes hospitalizados, se asigna un cierto número de muestras al personal y se les entregan las etiquetas donde aparecen el número de habitación y los datos de cada paciente. El analista se encarga de colocarlas en los tubos correspondientes y, con la ayuda de una caja DROPLET (figura 9), prepara el material para la toma de muestra. Una vez que se tiene todo listo, se procede a ir a la habitación de cada paciente; se le indican los estudios que se le van a realizar y se corroboran sus datos personales. Si el paciente no está en condiciones de responder, se le pregunta directamente al familiar. Es una política por parte de laboratorio que el personal tenga asignado subir uno o dos días a la semana a tomar muestras de los pacientes hospitalizados. Una vez tomadas todas las muestras, se llevan al área de laboratorio y se les da check-in para un mejor control, debido a que son pacientes hospitalizados. Puede presentarse dificultad en la toma de muestras por las condiciones en las



Figura 9. Caja DROPLET

que se encuentran los pacientes; por ello, se debe tener más cuidado con el control de este tipo de muestras.

Se cuenta con un sistema llamado LabCore, el cual es un software de laboratorio LIS (Sistema de Información de Laboratorio) y LIMS (Sistema de Gestión de Información de Laboratorio) para la automatización de la información de laboratorios, que abarca la fase administrativa, preanalítica, analítica y postanalítica del proceso de diagnóstico. En este sistema se encuentra toda la información del paciente, desde sus datos personales hasta los resultados de los laboratorios que se le han realizado anterior y actualmente. En el caso de las pruebas de laboratorio, una vez que se obtienen los resultados y son analizados, se validan por el encargado del área para que los pueda ver el médico.

5.2 Uroanálisis

En el área de uroanálisis, se procesa el examen general de orina (EGO) una vez que las muestras llegan al área. Se imprime una lista donde vienen las muestras que se tienen contempladas para procesar en el turno matutino. Conforme al transcurso del día, pueden ir llegando más y se tiene que ir actualizando la lista. La finalidad de la lista es que, conforme vayan llegando las muestras, se vayan marcando las que ya están. En caso de que falte una muestra, se debe investigar el por qué no llegó al área. Por lo general, los pendientes se revisan hasta el final porque hay muestras que son de pacientes hospitalizados y tienden a llegar en el transcurso del día.

Una vez que se identifican las muestras, se debe determinar qué muestras se procesan en el equipo y cuáles no. Esto va a depender de la turbidez de cada muestra. Los resultados se determinan empleando el equipo automatizado de la marca SYSMEX (figura 10). Si la muestra es muy turbia, el equipo tendrá dificultad para realizar la lectura, ya que cuenta con dos módulos. El primer módulo se encarga de realizar el examen físico, donde nos indica el color de la orina, y el químico, donde se analizan las tiras reactivas de orina (leucocitos, nitritos, urobilinógeno, proteínas, pH, sangre, densidad, cetonas, bilirrubina, glucosa). Este análisis se realiza por medio de una tecnología fotométrica. El segundo módulo realiza la parte microscópica, y su metodología es por citometría de flujo fluorescente, donde evalúa las células y partículas de la orina (hematíes, leucocitos, células epiteliales, cilindros, bacterias, cristales, levaduras, espermatozoides, cilindros hialinos, cilindros patológicos, células escamosas,



Figura 10. Equipo SYSMEX UC-3500

células no escamosas, células tubulares renales, células transicionales, hematíes no lisados, leucocitos agregados, moco). Únicamente se analizan las muestras que se observen incoloras, amarillas o ámbar.

Cuando las muestras son muy turbias, se centrifugan, de esta manera se separa el líquido de la orina de cualquier otro componente sólido, como células sanguíneas, cristales minerales o microorganismos, se puede realizar el examen físico a simple vista. Posteriormente, y con la ayuda de un equipo más pequeño, especialmente para el examen químico (figura 11), se realiza únicamente el examen químico. La finalidad de centrifugar es para no alterar los parámetros de la tira reactiva debido a la coloración de la orina. Estos casos se presentan más cuando la muestra está rojiza.



Figura 11. Equipo SYSMEX UC-1000

Para el examen microscópico, se decanta el sobrenadante y al sedimento se le aplica la tinción de Sternheimer-Malbin. Este colorante tiñe las células muertas de rojo y las vivas de gris. Se coloca una gota de muestra en el portaobjetos para poder observarla al microscopio y hacer el conteo de las partículas sólidas en la orina.

Nota: Es importante que todas las mañanas se realice mantenimiento a los equipos antes de comenzar a procesar las muestras, para evitar interferencias en los resultados. El equipo incluye ciertos reactivos para su respectivo mantenimiento.

Otra de las pruebas que se realizan en el área de forma manual son el coprológico y el coproparasitoscópico. Para el coprológico, se realizan tres métodos: el físico, el químico y el microscópico (similar al examen general de orina). En el área se cuenta con una hoja donde se detalla el proceso, el cual incluye:

- Destapar la muestra y anotar sus características fisicoquímicas: olor, color, consistencia, pH, pigmentos biliares y sangre oculta en heces (este estudio se realiza por medio de un equipo de forma automatizada).

Para el examen microscópico:

- En un tubo de ensayo, se coloca una pequeña cantidad de muestra con 1 ml de solución salina.
- Con la ayuda del mismo tubo, se introduce una tira para poder medir el pH.
- En un portaobjetos, se colocan dos porciones de la muestra; a una se le colocará Sudán, a la otra, Lugol.
- Se observa al microscopio.

Nota: El Sudán es un colorante soluble en grasas; se utiliza para observar grasas neutras. El Lugol es una disolución de yodo; se utiliza para la detección de huevos y helmintos.

En caso de que se requiera el coproparasitoscópico, se realiza la técnica de Ritchie, que se describe a continuación:

- Se coloca una gasa en un embudo sobre un tubo de ensayo para vaciar una pequeña cantidad de heces fecales.
- Una vez la muestra está en el tubo, se realizan dos lavados consecutivos con formol.
- Si la cantidad de muestra es suficiente, realizar un tercer lavado con la mitad de formol y la mitad de éter.
- Homogeneizar perfectamente.
- Centrifugar y decantar el sobrenadante.
- Observar al microscopio.

5.3 Coagulación

Las muestras para el área de coagulación se recolectan en tubos azules. El tubo azul contiene citrato de sodio como anticoagulante. Los tubos tienen un aforo de llenado que debe respetarse para no interferir en los resultados, ya que existe una proporción específica entre el anticoagulante y la sangre para que pueda cumplir su función adecuadamente.

Las condiciones adecuadas para procesar una muestra en coagulación incluyen que ésta debe estar previamente centrifugada, ya que lo que se utiliza es el plasma. En caso de que alguna muestra se encuentre hemolizada, se solicita una nueva muestra, debido a que las condiciones alteradas pueden arrojar parámetros incorrectos debido a una mala toma.

Se utiliza un equipo automatizado COMPACT MAX (figura 12), para procesar rápidamente una mayor cantidad de muestras. Al inicio de la jornada, se lleva a cabo un mantenimiento preventivo automático. Posteriormente, se preparan los reactivos de las pruebas: descongelación, hidratación (según se requiera), estabilización y colocación dentro del equipo.



Figura 12. Equipo COMPACT MAX

Las pruebas que se procesan son:

- Tiempos de coagulación: TP (Tiempo de Protrombina), INR (Razón Internacional Normalizada), TTPa (Tiempo de Tromboplastina Parcial Activado), TT (Tiempo de Trombina), fibrinógeno.

- Dímero D
- Corrección de tiempos

El equipo realiza estas pruebas de forma automática, ya que están integradas en él y las lleva a cabo dependiendo de lo que se solicite para cada paciente. En caso de que la muestra requiera dilución para alguna de las pruebas, el equipo la realiza de forma automática.

Por medio de un escáner, se lee el código de barras de cada muestra y, en la computadora del equipo, aparecen los datos personales de cada paciente y los análisis a realizar. Los resultados se obtienen en aproximadamente 20 minutos.

5.4 Química clínica

El procesamiento en el área de química clínica se lleva a cabo mediante un equipo automatizado VITROS XT-7600 Chemistry Products Slides (figura 13), donde se procesan muestras de suero, orina y líquidos citoquímicos, dando prioridad a las urgentes.



Figura 13. VITROS XT-7600

Una vez que las muestras llegan al área, se colocan en un soporte especial para tubos que permite la introducción de estas en el equipo. En el área se cuenta con dos equipos iguales.

En el primero de ellos se procesan:

- Química sanguínea de tres y cuatro elementos
- Electrolitos
- Paquete óseo
- Perfil pancreático
- Enzimas cardíacas
- Vancomicina
- Hemoglobina glucosilada
- Líquidos citoquímicos
- Perfil lipídico
- Perfil hepático

El segundo se emplea para elaborar:

- Química sanguínea de tres y cuatro elementos

- Electrolitos
- Paquete óseo
- Perfil pancreático
- Perfil lipídico
- Perfil hepático
- Perfil reumatoide

Para los pacientes que se encuentran hospitalizados, los resultados se obtienen en un lapso de 1 a 2 horas, mientras que para los pacientes externos el proceso se realiza en un lapso de hasta 4 horas o, en casos extremos, antes de terminar la jornada laboral en el turno que se encuentre. En algunas muestras de suero se puede presentar fibrina, la cual tiene que eliminarse mediante centrifugación antes de su procesamiento, ya que la fibrina puede llegar a obstruir la aguja del equipo.

El proceso que se lleva a cabo para cada una de las pruebas mencionadas (química sanguínea, perfil lipídico, electrolitos, paquete óseo, perfil hepático, perfil de hierro, perfil pancreático, enzimas cardíacas, perfil reumatoide) en el área de química clínica se realiza mediante química seca. Esta consiste en un sistema para la medición de concentraciones de analitos basado en reactivos que se encuentran en fase sólida, dispuestos en diferentes capas montadas sobre un soporte de poliéster cortado al tamaño de una estampilla.

Se utilizan unos cartuchos dentro de los cuales se encuentran los slides (figura 14), para cada analito. Para conservar su estabilidad, es importante mantenerlos a ciertos niveles de temperatura conforme lo indica el instructivo.

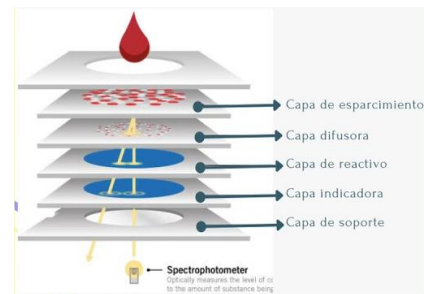


Figura 14. Slides. Sistema para medir concentraciones de analitos en la fase sólida.

Existen pruebas que se realizan en determinados días con el objetivo de recolectar un cierto número de muestras para no desperdiciar cartuchos, tanto por el número de pruebas que contienen como por su tiempo de caducidad reducido. Este es el caso de la PCR (Proteína C Reactiva), enzima cardíaca (CK-MB), hemoglobina glucosilada, hierro y lipasa.

En el caso de los líquidos citoquímicos (cefalorraquídeo, pleural, ascítico, peritoneal) se les realiza el estudio físico, cuenta diferencial y químico. El proceso se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Examen físico: Se determina el aspecto del líquido, ya sea incoloro, transparente, turbio y si hay presencia de coágulo.
- Cuenta diferencial: Se determina si hay presencia de leucocitos y eritrocitos.

- Análisis químico: Con la ayuda del equipo, se realizan pruebas de glucosa, proteínas y lactato deshidrogenasa (LDH).

Las gasometrías son otro estudio que solicitan mucho los médicos. Cuando las muestras llegan al área, deben estar en ciertas condiciones; de lo contrario, son rechazadas y se solicita una nueva muestra. Una vez tomadas, las gasometrías arteriales deben llevarse lo más pronto posible al laboratorio para procesarlas de inmediato. Deben ser trasladadas en una hielera junto con un gel congelado. Al momento de procesarlas en el equipo ABL90 FLEX (figura 15), se tiene que corroborar que no estén coaguladas, ya que pueden obstruir el equipo o arrojar resultados alterados. En cuanto se obtiene el resultado, este es entregado al médico y posteriormente reportado en el LabCore.



Figura 15. ABL90 FLEX

5.5 Marcadores tumorales

En el área de marcadores tumorales, se realiza una variedad de pruebas. Cuando las muestras empiezan a llegar al área, estas son separadas de acuerdo con el equipo de procesamiento, ya que se cuenta con cuatro equipos, algunos automatizados y otros semiautomatizados.

En el caso de los automatizados, se utiliza el equipo de la marca COBAS 6000 analyzer (figura 16), para el análisis fotométrico y de inmunoensayos. Las muestras para analizar son de suero. Antes de cada jornada, es importante recargar el equipo con reactivos, pero primero se debe corroborar cuántas pruebas quedan y si son suficientes para el transcurso del día, evitando generar desperdicio, ya que los reactivos tienen un número limitado de pruebas o una estabilidad muy corta.



Figura 16. COBAS 6000 analyzer

Es importante que, al momento de colocar las muestras en las gradillas para su procesamiento, se verifique que no contengan fibrina para evitar errores durante el análisis y retrasos en los resultados. Las muestras se colocan dentro del equipo y, mediante el código de barras del tubo, se detectan los datos del paciente y las

pruebas requeridas. En caso de que sea necesaria una dilución, el equipo la realiza automáticamente. Hay pruebas que se realizan específicamente en ciertos días. En este equipo se procesan:

- Panel TORCH
- Perfil tiroideo
- Interleucina-6 (IL-6)
- Alfa-fetoproteína (AFP)
- Gonadotropina coriónica humana (HCG)
- Los resultados tardan alrededor de 10 a 20 minutos por muestra.

Otro equipo automatizado es el ARCHITECT i2000SR (figura 17), un analizador de inmunoensayos. El tipo de muestra que se utiliza es suero. Los reactivos del equipo están diseñados para un número específico de pruebas, por lo que es importante verificar diariamente cuántas quedan. En caso de que haya pocas, se debe recargar el equipo antes de cada jornada, asegurándose de que sea suficiente para el día y evitando desperdicios, ya que los reactivos tienen una estabilidad muy corta.



Figura 17. ARCHITECT i2000SR

Una vez que las muestras son identificadas y revisadas para confirmar que no contienen fibrina, se colocan en las gradillas especiales y, mediante el código de barras, se detectan los datos del paciente y las pruebas solicitadas. En este equipo se procesan:

- Antígeno carcinoembrionario (ACE)
- Antígeno de cáncer 15-3 (CA 15-3)
- Antígeno de cáncer 125 (CA 125)
- Proteína epididimal humana 4 (HE4)
- Ciclosporina
- Metotrexato
- Antitiroglobulina
- Antiperoxidasa
- Parathormona
- Perfil anémico
- Perfil hormonal

El tiempo de proceso en el equipo por cada muestra es de aproximadamente 20 a 30 minutos.

Procedimiento especial para la prueba de ciclosporina:

- Se utilizan tres controles: 1, 3 y 5. Al control 5 se le realiza una dilución 1:1 con un volumen total de 300 μ L.
- Con la ayuda de tubos Eppendorf, se realizan diluciones 1:1 con un volumen total de 400 μ L para los controles 1 y 3.
- A todos los tubos Eppendorf y muestras se les agregan 100 μ L de tensoactivo y 400 μ L de precipitante.
- Se homogenizan con ayuda del vortex y se centrifugan.
- El sobrenadante se coloca en un tubo Vacutainer de tapa rosa y se homogeniza nuevamente con el vortex.
- De esta manera, la muestra está lista para su procesamiento.

Hay muestras que requieren diluciones que el equipo realiza automáticamente, pero solo están programadas hasta cierto nivel de dilución. En caso de que se requiera una dilución mayor, se debe realizar manualmente.

Para las pruebas de cadenas pesadas, cadenas ligeras y beta-2 microglobulina, se utiliza un equipo automatizado de la marca Optilite (figura 18). El tipo de muestra que utiliza es suero. Al llegar las muestras al laboratorio, es importante verificar que no contengan fibrina antes de colocarlas en el carrusel para su procesamiento. Los resultados tardan alrededor de 10 a 20 minutos. Es esencial conocer la cantidad de pruebas que tiene el equipo antes de empezar a procesar.



Figura 18. Equipo Optilite

Para realizar la prueba de electroforesis e inmunofijación tanto en suero como en orina, se cuenta con dos equipos semiautomatizados de la marca SEBIA (figura 19), que tienen integrado un sistema secuencial para las diferentes fases de electroforesis en gel de agarosa. El procedimiento que se lleva a cabo incluye:

- Aplicación
- Migración
- Incubación
- Coloración
- Decoloración
- Secado
- Lectura



Figura 19. Equipo SEBIA

Proceso de la electroforesis en orina:

- Se utiliza orina de 24 horas.
- Se centrifugan alícuotas de 100 mL durante 10 minutos.

- Si la concentración de proteínas es menor a 20 mg/dL, se filtra con tubos especiales y se centrifuga por 20 minutos adicionales.
- Una vez filtradas, las muestras se colocan en un peine con orificios y papel absorbente, con un límite de 7 muestras (una por paciente).
- Se indica al equipo el tipo de prueba a realizar y el tipo de coloración.
- Con el gel de agarosa preparado y fijado en el equipo, y sin exceso de buffer, se coloca el peine sobre el gel.
- Se cierra el equipo y comienza el proceso: aplicación, migración, incubación y secado.
- Posteriormente, se pasa a la siguiente fase para la coloración, decoloración, secado y lectura.

Electroforesis en suero:

- En cada orificio del peine se coloca una muestra por paciente, con un límite de hasta 15 muestras por peine.
- Se indica al equipo el tipo de prueba y coloración a realizar.
- Se sigue el mismo procedimiento que en la electroforesis de orina.

Inmunofijación en orina:

- Si la muestra tiene una concentración de proteínas menor a 50 mg/dL, se filtra la orina. Si ya están filtradas, se centrifugan 10 minutos más para completar los 30 minutos establecidos en el protocolo.
- Si no, se realiza el proceso desde cero como en la electroforesis de orina, pero centrifugando por 30 minutos continuos.
- El peine se divide en dos, permitiendo correr cuatro muestras al introducir dos peines en el equipo.
- Se cierra el equipo, se indica el tipo de técnica y tinción a realizar, y comienza el proceso: aplicación, migración, adición de antisueros, incubación y secado.

Se dispone de cinco antisueros: kappa, lambda, cadenas ligeras kappa, cadenas ligeras lambda.

La muestra se aplica en cinco carriles diferentes para apreciar la reacción con cada antisuero. Hay un carril adicional sin antisuero que sirve como guía para mostrar el patrón electroforético del paciente.

Las proteínas precipitadas se tiñen con violeta ácido para su visualización.

Inmunofijación de proteínas Bence Jones en orina (prueba cuantitativa para medir cadenas ligeras libres):

- Se preparan dos diluciones en tubos de ensayo:
 - Dilución 1:6: 100 µL de diluyente y 20 µL de suero.
 - Dilución 1:3: 60 µL de diluyente y 30 µL de suero.

- Las diluciones se colocan en el peine dividido en dos partes para procesar cuatro muestras con dos peines.
- La dilución 1:6 se coloca una sola vez en el segundo orificio; la dilución 1:3 se coloca en el resto de los orificios.
- Se colocan los peines dentro del equipo, se cierra, se indica el tipo de técnica y tinción a realizar, y comienza el proceso: aplicación, migración, adición de antisueros, incubación y secado.

Se dispone de cinco antisueros: IgG, IgA, IgM, kappa, lambda.

La muestra se aplica en cinco carriles diferentes para apreciar la reacción con cada antisuero. Hay un carril adicional sin antisuero que sirve como guía.

Las proteínas precipitadas se tiñen con violeta ácido para su visualización.

5.6 Biología molecular

El tipo de muestra que se utiliza en el área es sangre total (tubo morado). Primero, se coloca una cierta cantidad de cada muestra en tubos Eppendorf. Con la ayuda de otros Eppendorf, se añade una cierta cantidad de agua inyectable a cada muestra. Todas estas muestras se manipulan dentro de la campana de flujo laminar con el objetivo de tener ambientes libres de contaminación, ya que proporciona aire descontaminado.

Una vez que las muestras están listas y rotuladas, se procesan las pruebas de virus del herpes humano tipo 8 (VHH-8), virus de Epstein-Barr y secuenciación genética para cáncer hereditario con la ayuda de un equipo automatizado de la marca MiSeq (figura 20). Se le indica al equipo el tipo de pruebas a realizar para cada muestra. Posteriormente, se preparan los reactivos y el material a utilizar de acuerdo con las indicaciones de la técnica. Finalmente, se colocan las muestras y comienza el proceso de amplificación rápida de miles de millones de copias de un segmento específico de ADN. El tiempo aproximado para obtener resultados es de 4 a 5 horas.



Figura 20. Equipo MiSeq

5.7 Microbiología

En el área de microbiología se cuenta con varias bitácoras para el registro de las muestras, clasificadas según el siguiente criterio: bitácora de diversos, urocultivos, hemocultivos, procalcitonina y Detección de Glutamato Deshidrogenasa. En la bitácora de diversos se registran los coprocultivos, heridas quirúrgicas, puntas de catéter, exudados, expectoraciones, mielocultivos, secreciones, abscesos, lavados o secreciones bronquiales, cultivos aerobios o anaerobios y cultivo de hongos. En la bitácora de urocultivos se anotan las orinas, mientras que en la de hemocultivos se registran los frascos que contienen muestras de sangre o líquidos estériles.

Expectoración

El tipo de siembra es por estría cruzada o semiautomatizada. Al recibir la muestra, debe hacerse un frotis realizando una tinción de Gram para buscar presencia de polimorfonucleares. Si se observan menos de 10 células epiteliales y más de 25 leucocitos por campo, es importante una correlación entre el clínico y el laboratorio. En el caso de más de 25 leucocitos por campo, se deberá realizar una tinción de BAAR para búsqueda de micobacterias o cuando exista sospecha clínica. Se siembra en medios de agar sangre, agar chocolate, agar Sabouraud y agar MacConkey; se incubarán en jarra con atmósfera parcial de CO₂ o en incubadora de CO₂. Todos los medios se incubarán a 35 °C por 24-48 horas. La muestra se registra en una libreta de acorde a la muestra, en este caso, es en la de diversos. La identificación y susceptibilidad microbiana se realizará por medio de equipo automatizado de la marca VITEK MS (figura 21) y/o pruebas rápidas o manuales.



Figura 21. Equipo VITEK MS

Exudado nasal

El tipo de siembra es por estría cruzada o semiautomatizada. La muestra se inocula en una caja de agar sangre y agar chocolate. Se incuban en una jarra con atmósfera parcial de CO₂ por 24-48 horas a 35 °C o en incubadora de CO₂. Los cultivos de muestras nasales no tienen valor predictivo: se cultiva para bacterias aerobias y anaerobias facultativas. Se realiza una tinción de Wright para observar si están presentes eosinófilos; se leen 100 campos a inmersión, se cuenta el número de leucocitos presentes y, de ellos, el número de eosinófilos, calculando un porcentaje.

Las especies bacterianas más comunes asociadas a infecciones en vías respiratorias bajas son: *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Legionella*, micobacterias y algunas especies anaerobias (*Fusobacterium*, *Bacteroides*, etc.). El periodo de

incubación en placas es de 3 días. La muestra se registrará en la libreta de diversos. La identificación y susceptibilidad microbiana se realizará por medio de equipo automatizado de la marca VITEK MS y/o pruebas rápidas o manuales.

Exudado faríngeo

El tipo de siembra es por estría cruzada o semiautomatizada. La muestra se inocula en una caja de agar sangre y otra de agar chocolate. Se incuban en una jarra con atmósfera parcial de CO₂ por 24-48 horas a 35 °C o en incubadora de CO₂. Se busca especialmente *Streptococcus grupo A* y *Haemophilus influenzae*. Otros microorganismos no se reportan habitualmente, salvo a petición especial del médico (por ejemplo, *Bordetella pertussis*, *Corynebacterium diphtheriae*, cuya recuperación requiere de medios especiales). El periodo de incubación de las placas es hasta 72 horas. La muestra se registrará en la libreta de diversos. Su identificación y susceptibilidad microbiana se realizará por medio de equipo automatizado de la marca VITEK MS y/o pruebas rápidas o manuales.

Cultivo de sitio de inserción de catéter, herida quirúrgica, secreciones y abscesos

Se siembra por estría cruzada o semiautomatizada. La muestra se recibe en jeringas o medios de transporte Stuart. Se siembra en medios de cultivo de agar sangre, agar MacConkey y agar Sabouraud. Se efectúa una tinción de Gram, la cual es de gran ayuda porque guiará la terapia antimicrobiana y dará un panorama general del posible microorganismo causante de la infección. Se incubarán las placas de agar a 35 °C por 24-48 horas.

En caso de sospecha de organismos anaerobios, se debe informar, ya que se efectúa otro procedimiento. El protocolo de incubación es de 48 horas; si el cultivo es positivo (crecimiento microbiano), se sigue la secuencia para su identificación; de lo contrario, el resultado será negativo.

Los microorganismos más comunes involucrados en este tipo de infecciones son:

- *Staphylococcus aureus*
- *Staphylococcus* coagulasa negativa (más de 40 especies)
- *Streptococcus pyogenes*
- *Enterobacterias*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Enterococcus*
- Anaerobios (*Clostridium*, *Bacteroides*, etc.)

En caso de sospecha de *Neisseria* o *Haemophilus*, se debe sembrar la muestra en agar chocolate y Thayer Martin, incubándolos en atmósfera de CO₂ a 35 °C por 24-

48 horas. La muestra se registrará en la libreta de diversos. La identificación y susceptibilidad microbiana se realizará por medio de equipo automatizado de la marca VITEK MS y/o pruebas rápidas o manuales.

Punta de catéter

Se utiliza la técnica de MAKI, la cual consiste en sacudir y rodar la punta de catéter en una caja de agar sangre, incubando la caja a 35 °C por 24-48 horas. Se deben contar al menos 15 colonias con iguales características morfológicas para dar un resultado positivo y seguir la secuencia para la identificación del microorganismo; de lo contrario, el resultado será negativo. El protocolo de incubación es de 48-72 horas.

Los microorganismos que se asocian a este tipo de infecciones son:

- *Staphylococcus aureus*
- *Staphylococcus coagulasa negativa*
- *Enterobacterias*
- *Aeromonas*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Enterococos*
- Bacilos gramnegativos no fermentadores
- Levaduras
- Hongos, etc.

La muestra se registrará en la libreta de diversos. Para su identificación y susceptibilidad microbiana se utilizará equipo automatizado de la marca VITEK MS y/o pruebas rápidas o manuales.

Coprocultivo

La siembra se realiza por estría cruzada o mediante método semiautomatizado. La muestra debe ser materia fecal diarreica; solo se procesarán muestras de materia fecal sólida cuando se sospeche de infección crónica causada por *Salmonella*. Las muestras se deben procesar lo antes posible para evitar los cambios de pH (debido al metabolismo bacteriano), ya que estos son tóxicos para gérmenes como *Shigella*.

Se toma la muestra con hisopo estéril y se deposita el inóculo en cajas con agar SS, agar MacConkey, agar orientador y agar sangre (si se indica). Se incuban por 24 horas a 35 °C. A su vez, el hisopo se introduce en un tubo con caldo selenito (medio de enriquecimiento para *Salmonella*), se incuba a 35 °C por 24 horas y, pasado ese tiempo, se hará una resiembra en medios MacConkey y SS.

La tinción de BAAR se utiliza para la búsqueda de *Cryptosporidium sp.* Cuando se sospeche de algún patógeno entérico particular, se deberá notificar al laboratorio; por *ejemplo*, *Vibrio cholerae*, *Campylobacter*, etc. Recordando también que existen gastroenteritis producidas por toxinas de microorganismos asociados a alimentos (*S. aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium spp.*), metales (estaño, zinc, cobre, cadmio), antibióticos (clindamicina, ampicilina, cefalosporinas), virus (rotavirus, parvovirus) y parásitos (*Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium*).

En general, los microorganismos que se buscarán en cuadros entéricos bacterianos son los géneros: *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, *Vibrio*, *Campylobacter* y *Escherichia*. El período de incubación de las placas es de 3 días. Finalmente, la muestra se registrará en la libreta de diversos y, para su identificación y susceptibilidad microbiana, se realizará por medio de equipo automatizado de la marca VITEK MS y/o pruebas rápidas o manuales.

Detección de Glutamato Deshidrogenasa (GDH)

El principio de la prueba asocia un método inmunoenzimático de tipo sándwich en dos etapas a una detección final por fluorescencia (ELFA). El cono de un solo uso (SPR) sirve a la vez de fase sólida y de dispositivo de pipeteo. Los otros reactivos de la reacción inmunológica están listos para su uso en el cartucho.

Todas las etapas de la prueba se efectúan automáticamente en el instrumento VIDAS (figura 22). Estas etapas están constituidas por una sucesión de ciclos de aspiración y expulsión del medio de reacción. Cada paso va seguido de un ciclo de lavado en el que se eliminan los componentes sin fijar. Se produce la fijación específica de la GDH presente en la muestra a los anticuerpos monoclonales de ratón contra la GDH, con los que se ha recubierto el interior del cono.



Figura 22. Equipo VIDAS

Se forma un complejo entre la GDH y el anticuerpo monoclonal de ratón anti-GDH unido a la fosfatasa alcalina.

Detección: La fosfatasa alcalina cataliza la hidrólisis del sustrato (4-metilumbeliferil fosfato) en un producto fluorescente (4-metilumbeliferona), y se mide la fluorescencia de este a 450 nm. La intensidad de la fluorescencia aumenta proporcionalmente a la cantidad de GDH de la muestra. Al terminar la prueba VIDAS

Clostridium difficile (GDH), el instrumento analiza automáticamente los resultados, generando un valor de la prueba.

Urocultivo

La siembra se realiza por el método automatizado WASP (figura 23), o manual.



Figura 23. Equipo WASP siembra automatizada

Método manual:

- Homogeneizar la muestra de orina.
- Inocular una caja de agar sangre y agar MacConkey con el asa calibrada de 0.001 mL de orina.
- Depositar la muestra en el centro de la caja y desplazar el inóculo a lo largo de ella.
- Estriar la caja en forma perpendicular a la línea del inóculo.

Es importante usar el asa calibrada, ya que de esta manera sabremos la cantidad exacta de inóculo que depositamos en las cajas. Recordemos que el diagnóstico se determina como número de unidades formadoras de colonias (UFC) bacterianas por mililitro.

En caso de utilizar el método automatizado, en el equipo se colocan los medios antes mencionados y las muestras, indicando al equipo el tipo de muestra que se introduce; de esta manera, comienza a trabajar de forma automática.

Interpretación del cultivo:

- Se inoculan las placas y se incuban a 35 °C por 24 horas.
- Después de esta incubación, se cuenta el número de colonias con morfología similar.
- Una cuenta igual o mayor a 50 colonias por caja debe considerarse como positivo. 50 colonias contadas por 0.001 mL del inóculo dan como resultado 50,000 UFC/mL.

La recuperación de tres o más especies bacterianas habitualmente indica que la muestra se ha contaminado por una recolección defectuosa o se ha demorado el envío de la muestra antes de la inoculación en los medios de cultivo. En estos casos, se envía el mensaje en el reporte: "ENVIAR NUEVA MUESTRA PREVIO ASEO".

Lavado o secreción bronquial

El procesamiento es semiautomatizado o similar al del urocultivo con asa calibrada. La muestra se sembrará en agar sangre, agar MacConkey, agar chocolate y agar Sabouraud. Se realizarán dos tinciones: Gram y BAAR. Se inocularán un tubo de Sabouraud y otro de Löwenstein-Jensen, los cuales se rotulan con el número de muestra y fecha.

El agar chocolate se incubará dentro de una jarra con atmósfera de CO₂ por 24-48 horas o en incubadora de CO₂.

Las demás placas se incubarán a 35 °C por 24-48 horas.

Si no hay crecimiento microbiológico, se continuará su incubación a temperatura ambiente hasta completar 5 días.

El tubo de Löwenstein-Jensen se incubará a 35 °C por 3 meses, realizando revisiones cada 15 días. En el caso del tubo de Sabouraud, se incubará a 28 °C ± 2 °C por 15 días. Si existe crecimiento con una cuenta mayor a 50,000 UFC/mL, se debe seguir el flujo de identificación según el microorganismo.

Los microorganismos que se asocian más frecuentemente a infecciones en vías respiratorias bajas son:

- *Streptococcus pneumoniae*
- *Haemophilus influenzae*
- *Staphylococcus aureus*
- *Klebsiella pneumoniae*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Streptococcus spp.*
- *Bacteroides* y otros anaerobios
- Hongos como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Histoplasma*, etc.
- Levaduras como especies de *Candida*, *Blastomyces*, etc.

La muestra se registrará en la libreta de diversos. La identificación y susceptibilidad microbiana se realizará mediante equipo automatizado de la marca VITEK MS y/o pruebas rápidas o manuales.

Líquido cefalorraquídeo, líquido pleural u otro líquido estéril

Depositar los líquidos a cultivar en tubos estériles y centrifugar la muestra a 1500 rpm durante 3 minutos. Los sedimentos se inoculan en frascos Bactec (figura 24), los cuales se introducen en un equipo de la marca BD BACTEC FX (figura 25). Este equipo se encarga de la detección microbiana utilizando frascos que cuentan con un sensor químico capaz de detectar incrementos de CO₂ producidos por el crecimiento de microorganismos. El instrumento controla el sensor cada 10 minutos para detectar un aumento de la fluorescencia, proporcional a la cantidad de CO₂ presente. Una lectura positiva indica la presencia de microorganismos viables dentro del frasco.



Figura 24. Frascos BACTEC

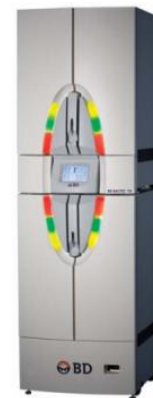


Figura 25. Equipo BD BACTEC FX

La detección se limita a los microorganismos capaces de crecer en un tipo de medio determinado, ya que los frascos contienen nutrientes específicos para cada tipo de muestra, ya sea para aerobios o anaerobios. Es importante que los frascos estén protegidos de la luz. Posteriormente, los frascos se registran en la libreta de hemocultivos. Su protocolo de incubación será de 5 días; transcurrido este tiempo sin crecimiento, el resultado será negativo y se reportará como **NEGATIVO 5 DÍAS DE INCUBACIÓN**. En caso de haber crecimiento microbiano, se deben efectuar los pasos para su identificación. Se realizan dos tinciones: Gram y BAAR. Para LCR también se recomienda la tinción negativa (tinta china).

Depositar un pequeño inóculo en tubos de agar Sabouraud y Löwenstein-Jensen, etiquetando con el número correspondiente y fecha. Incubar los tubos de Löwenstein-Jensen a 35 °C por 3 meses, revisando cada 15 días. El medio en tubo de Sabouraud se incuba a 28 °C ± 2 °C por 15 días, revisando cada 5 días.

Otra manera de detectar los microorganismos es sembrar el sedimento por estría cruzada en placas de agar sangre, agar chocolate y agar MacConkey. Realizar dos tinciones: Gram y BAAR. Para LCR también se recomienda la tinción negativa (tinta china). Depositar un pequeño inóculo en tubos de agar Sabouraud y Löwenstein-Jensen, etiquetando con el número correspondiente y fecha. Incubar los tubos de Löwenstein-Jensen a 35 °C por 3 meses, revisando cada 15 días. El medio de

Sabouraud se incuba a $28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 15 días, revisando cada 5 días. Las placas de agar se incuban de 24 a 48 horas a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. El agar chocolate se incuba también en jarra con atmósfera de CO_2 o en incubadora de CO_2 por 24-48 horas. Si no hay crecimiento microbiológico, se continuará la incubación hasta completar 5 días.

Los microorganismos más comunes asociados a este tipo de infección son:

- *Streptococcus pneumoniae*
- *Neisseria meningitidis*
- *Haemophilus influenzae*
- *Staphylococcus aureus*
- *Staphylococcus epidermidis*
- *Enterobacterias*
- Micobacterias
- Hongos
- Levaduras (*Cryptococcus neoformans*, *Candida sp.*)

La identificación y susceptibilidad microbiana se realizará mediante equipo automatizado de la marca VITEK MS y/o pruebas rápidas o manuales.

Hemocultivo

Se utiliza el sistema Bactec FX, el cual cuenta con un sistema de cómputo diseñado para la captura de datos a través de código de barras. Este instrumento Bactec es de la serie fluorescente. La muestra por analizar se inocula en un frasco que se coloca en el equipo para su incubación y lectura periódica. Cada frasco contiene un sensor que puede detectar aumentos de CO_2 producidos por el crecimiento celular. Cada diez minutos, el instrumento verifica el aumento de la fluorescencia del sensor, que se relaciona con la cantidad de CO_2 presente. Un resultado positivo indica la presencia de microorganismos.

Estos frascos Bactec contienen un caldo suplementado y vitaminado que proporciona un crecimiento adecuado para microorganismos de difícil cultivo. Además, presentan resinas que inhiben la actividad de antibióticos ya suministrados al paciente. Este procedimiento tiene la ventaja de detectar con mayor rapidez el crecimiento bacteriano (en horas). El procedimiento por seguir es el siguiente:

- Los frascos Bactec se introducen en el equipo.
- El protocolo de incubación es de 5 días. En caso de que se extienda a más días, es importante considerarlo.
- Cuando el equipo registre un aumento de CO_2 en alguno de los frascos incubados, lo identificará como positivo.

- Antes de realizar el subcultivo y la tinción, se deberá limpiar la tapa de la botella con alcohol o flamear la tapa. Este procedimiento se realizará en condiciones de esterilidad.
- Se introduce una aguja estéril para obtener la muestra.
- Los medios que se utilizan son agar sangre, chocolate, Sabouraud, y MacConkey. En ellos se inocula la muestra y se siembra por estría cruzada (en caso de que se haga manualmente o sea positivo).
- Se colocan unas gotas de la muestra en un portaobjetos rotulado y se extiende por todo el portaobjetos (para la tinción de Gram).
- Se desecha la aguja en el contenedor rojo. NO ENCAPUCHAR LA AGUJA.
- Escribir el tiempo de detección del cultivo positivo en el cuaderno de registro (libreta de hemocultivos).
- Leer la tinción y reportar el tipo de microorganismo presente.
- Si la tinción resulta negativa (no se observan microorganismos), se reingresa el frasco en la misma posición que tenía al inicio de la incubación (antes de las 3 horas).
- Si el cultivo es positivo, se seguirá según el microorganismo aislado.
- Para las muestras con protocolos de incubación mayor a 5 días, al término de su incubación se realizará una tinción de Gram. Si la tinción resulta negativa, se reportará el cultivo como NEGATIVO A LOS 5 DÍAS DE INCUBACIÓN.

Los microorganismos que se encuentran con mayor frecuencia en cuadros de bacteriemia son: *Enterobacterias*, *Estafilococos*, *Streptococos*, Bacilos Gram negativos no fermentadores, Levaduras, *Listeria monocytogenes*, *Haemophilus influenzae*, Bacterias anaerobias, hongos y parásitos.

La muestra se registra en la libreta de hemocultivos. Se imprimirá la gráfica correspondiente y se guardará por 2 meses. La identificación y susceptibilidad microbiana se realizará por medio de equipo automatizado de la marca VITEK MS.

Cultivo anaeróbico:

Un factor crucial para el éxito en el aislamiento de anaerobios es el transporte de muestras. Se debe proteger a los microorganismos de los efectos del O₂ durante el tiempo que transcurre entre la extracción y la siembra anaeróbica. Para el aislamiento de estos microorganismos se requieren condiciones especiales, sobre todo la concentración de oxígeno debe ser baja o nula. Para ello utilizamos placas de agar CDC anaerobio, caldo de tioglicolato, o frasco Bactec Anaerobio/Lytic o pediátrico.

Se realizará una tinción de Gram y posteriormente se inocula la muestra para su siembra en cualquiera de estos medios. Se siembra por estría cruzada o semiautomatizado. Cuando se utilice agar, su incubación es con gas-pack a 35 °C en incubador de CO₂ por 3 días. Cuando se utilizan frascos Bactec, el tiempo será de 5 días de incubación.

El registro se hará dependiendo del procedimiento. Si es en placa, será en la libreta de diversos y si es en frasco Bactec, será en la libreta de hemocultivos.

La identificación y susceptibilidad microbiana se realizará por medio de equipo automatizado de la marca VITEK MS y/o pruebas rápidas o pruebas manuales.

Cultivo aeróbico:

Dependerá del tipo de muestra. La identificación y susceptibilidad microbiana se realiza por medio de equipo automatizado VITEK MS y/o pruebas rápidas o pruebas manuales.

Cultivo de hongos:

Dependiendo de la muestra, se puede utilizar agar o frasco Bactec y dependiendo de esto será registrada en la libreta de Diversos o Hemocultivos.

La identificación se realizará por métodos manuales como la morfología microscópica y morfología macroscópica.

Mielocultivo:

Inocular la muestra en frascos Bactec lytic o aerobic, además de agar Lowenstein-Jensen por 9 semanas o 42 días. Rotular los frascos con código de ascenso y fecha. Se incuban a 35 °C y la muestra se registra en libreta de Hemocultivos.

La identificación y susceptibilidad microbiana se realizará por medio de equipo automatizado VITEK MS y/o pruebas rápidas o pruebas manuales.

Cultivo de células madre (muestras de banco de sangre, plasma, paquete eritrocitario):

Obtener de 3 a 5 ml de muestra bajo condiciones de esterilidad con ayuda de una jeringa e inocular la muestra en los frascos Bactec aerobios y manejar la muestra como hemocultivo. En caso de que haya un resultado positivo, se realiza la identificación y susceptibilidad microbiana por medio de un equipo automatizado VITEK MS y/o pruebas rápidas o pruebas manuales.

Pruebas de susceptibilidad por difusión en discos método de Kirby-Bauer:

Es una prueba de susceptibilidad antimicrobiana de referencia macroscópica en agar. Su principio se basa en la difusión del antibiótico en agar. La concentración del antibiótico disminuye a medida que aumenta la distancia del disco (resistencia a los fármacos).

Los siguientes son algunos de los factores más importantes de la prueba de susceptibilidad:

Agar Müller-Hinton: Este agar ha sido seleccionado para las pruebas de susceptibilidad de anaerobios facultativos y aerobios estrictos. La formulación de este medio es la aproximación más cercana a los criterios para un medio reproducible. La mayor parte de los patógenos crecen satisfactoriamente, ya que el medio tiene un efecto inhibitorio mínimo sobre las sulfamidas, el trimetoprim y la tetraciclina. El grosor del agar debe ser entre 4 y 6 mm.

pH: El pH del medio debe estar entre 7.2 y 7.4 a temperatura ambiente.

Concentraciones de cationes divalentes (Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺): Cuando los microorganismos crecen en medios deficientes de cationes, aumenta la permeabilidad celular a los antibióticos, especialmente aminoglucósidos, produciendo grandes zonas de inhibición.

Atmósfera: El agar no debe incubarse en atmósfera de CO₂ para pruebas de rutina, ya que el ácido carbónico liberado podría disminuir el pH, afectando la actividad antibacteriana de ciertos antibióticos.

Temperatura: De manera rutinaria, las placas deben incubarse a una temperatura de 35°C +/- 1°C.

Inóculo: Se deben tomar muestras de varias colonias de morfología similar. Se utiliza un inóculo preparado a partir de un cultivo de caldo inoculado durante 4 a 6 horas, cuando se considera que el cultivo está en fase log. Se deben utilizar cultivos jóvenes de la placa de agar y diluirlos a la densidad adecuada.

El grado de turbidez en el caldo se compara con el estándar.

Los discos impregnados con antibióticos deben almacenarse en refrigeración.

Procedimiento:

- Antes de utilizar los sensidiscos, estos deben alcanzar la temperatura ambiente para evitar la condensación del vapor de agua en los discos.
- Los sensidiscos a utilizar dependerán del microorganismo identificado.
- Las placas de agar Mueller-Hinton deben estar secas y a temperatura ambiente antes de la siembra.
- Preparar el inóculo.
- Tomar el inóculo por medio de un hisopo estéril.

- Introducir el hisopo al tubo que contiene el inóculo ya ajustado y rotarlo por las paredes del tubo para quitar el exceso de inóculo.
- Sembrar las placas de agar Mueller-Hinton masivamente con el hisopo.
- Colocar los sensidiscos sobre el agar.
- Incubar las cajas de agar durante 18 horas a una temperatura de 35°C +/- 1°C.
- La lectura de los halos de inhibición deberá hacerse con exactitud. Se medirán los diámetros del agar ya inoculado y se presionarán ligeramente de la zona de inhibición al milímetro entero próximo.
- Comparar los halos de inhibición dependiendo del microorganismo con las tablas de equivalencia de los diferentes antibióticos.
- Reportar en sensible (S), resistente (R) o intermedio (I).

5.8 Hematología

En el área de hematología se realizan las pruebas de biometría hemática completa (BHC) y velocidad de sedimentación globular (VSG). El tipo de muestra que llega al área es un tubo de color morado, el cual contiene sangre total. Una vez que se tienen las muestras en el área, se separan por pruebas en BHC, VSG y reticulocitos. Lo primero que se procesa en el equipo son las BHC (siempre dando preferencia a las muestras de urgencia). En otro equipo se procesan las VSG y, cuando baja la carga de trabajo, se procesan los reticulocitos. Hay excepciones donde no se realiza la cuenta y se tiene que hacer de forma manual en el equipo.

Para el proceso de las biometrías hemáticas, se utiliza el equipo Mindray BC-6800Plus (figura 26), un equipo automatizado de hemograma completo con recuento total de leucocitos. Este equipo ayuda a los médicos a diferenciar mejor los grupos celulares, clave para revelar las células anormales, gracias a los diagramas de dispersión que proporcionan los resultados de basófilos, eritrocitos nucleados (NRBC) y glóbulos blancos (WBC).



Figura 26. Equipo Mindray BC-6800Plus

Gracias al colorante fluorescente, los reticulocitos (RET), “células que podemos encontrar en la serie blanca”, y las plaquetas (PLT-O) se tiñen de modo más específico y producen una fluorescencia más fuerte, lo que brinda resultados más precisos de reticulocitos y plaquetas. En caso de que alguno de los resultados no sea coherente, se puede repetir la muestra con la ayuda de los racks (bases de plástico para colocar las muestras que se introducen en el equipo para su proceso), o hay una opción donde se puede realizar de forma manual en el equipo.

Cuando en la biometría se observa un elevado número de leucocitos, granulocitos inmaduros y plaquetas, es importante primero checar los diagramas y ver si los resultados son coherentes. En caso contrario, se realiza un frotis, ya sea de forma manual o con ayuda de un equipo SC-120, un preparador de portaobjetos automatizado y complemento del equipo anterior. Posteriormente, se analizan las imágenes proyectadas en la pantalla para poder hacer la cuenta diferencial, o bien, se pueden leer por el microscopio óptico. En ocasiones, los médicos requieren frotis de ciertas muestras. Cuando es el caso, se buscan las muestras para procesarlas.

Para el procesamiento de las muestras de velocidad de sedimentación globular, se utiliza sangre total. El equipo ALCOR Scientific (figura 27), es un analizador de VSG totalmente automatizado, el iSED, que mide directamente la intensidad de la agregación de eritrocitos responsable de la velocidad de sedimentación globular (VSG). Mide la agregación de los hematíes de forma directa y expresa los valores en mm/hora, proporcionando resultados de VSG en 20 segundos.



Figura 27. Equipo ALCOR Scientific

6. METAS ALCANZADAS

Durante mi estancia en el Instituto Nacional de Cancerología (INCAN), logré obtener un amplio panorama del procedimiento clínico que se realiza a los pacientes que padecen cáncer, empezando principalmente por la toma de muestra. En la mayoría de los pacientes se dificulta la obtención de una punción debido a que sus venas cambian su morfología a consecuencia de las quimioterapias, volviéndose más delgadas o menos visibles.

Con base en la práctica en el área de uroanálisis, aprendí a diferenciar cuando la muestra de un paciente es patológica en base a los padecimientos hepáticos, renales y metabólicos. En la parte coproparasitoscópica, con la ayuda de la biblioteca de parásitos disponible en el área, pude identificar con facilidad los parásitos observados en las muestras de los pacientes.

En el área de coagulación, logré identificar deficiencias en factores de coagulación. Por ejemplo, el dímero D, si está fuera del rango de valores normales, puede indicar la presencia de trombos. Así mismo, aprendí la importancia de los procesos de control de calidad en cada una de las áreas en el éxito del análisis de los resultados.

En el área de química clínica, comprendí que se deben realizar diversas pruebas bioquímicas basadas en los intervalos establecidos para cada prueba. Por lo tanto, cuando hay un valor fuera de rango, se pueden detectar padecimientos como diabetes, hepatitis, artritis reumatoide, entre otros. Otros análisis importantes en esta área son las gasometrías. A través de los niveles de gases, es posible detectar problemas respiratorios graves analizando el intercambio de gases y la acidez en la sangre.

En relación con los marcadores tumorales, adquirí conciencia sobre los estudios realizados y su finalidad. Su propósito es determinar, mediante marcadores, qué tan avanzado está el cáncer y la efectividad del tratamiento.

En el área de microbiología, adquirí conocimientos sobre los cultivos realizados en el hospital y el proceso que se debe seguir. Se requieren medios selectivos y condiciones de incubación diferentes dependiendo del tipo de bacteria.

En el área de hematología, me instruí sobre algunos tipos de leucemias agudas y crónicas. Para este fin, se trabajó con muestras de pacientes con anomalías en las células de la serie blanca (en específico blastocitos y linfocitos).

Por último, el entrenamiento en la finalidad del área de preanalítica me permitió comprender que en ésta se reciben las muestras que serán distribuidas a sus respectivas áreas, siempre y cuando se encuentren en las condiciones establecidas en un protocolo para su proceso. Es necesario capacitarse en un sistema computarizado conocido como Labcore, que contiene los datos clínicos de cada paciente y los estudios a realizar. De este modo en cuanto las muestras llegan al área, los equipos detectan automáticamente la prueba a realizar mediante el código de barras.

7. RESULTADOS

En el Instituto Nacional de Cancerología, se analizaron muestras de pacientes con padecimiento de cáncer. Por lo tanto, se determinaron ciertos parámetros alterados con este padecimiento que se mencionarán a continuación.

UROANÁLISIS	Examen general de orina (EGO)	Enfermedades hepáticas	Coloración café en la orina, presencia de bilirrubina y urobilinógeno.
		Enfermedades renales (infecciones urinarias)	Densidad baja en la orina, presencia de sangre, proteínas, abundantes bacterias, nitritos, leucocitos, cilindros, cristales, células anormales (tubular renal, pelvis renal, uréteres, vejiga y uretra).
		Enfermedades metabólicas	Densidad alta en orina, presencia de glucosa y cetonas.
	Coprológico y coproparasitológico	Determinación del tipo de parásitos que causan enfermedades gastrointestinales: En caso de presencia de sangre en las heces puede ser por úlceras, hemorroides o tumores benignos.	Protozoarios: Amebas (<i>Entamoeba histolytica</i>), Flagelados (<i>Giardia lamblia</i>), Ciliados (<i>Balantidium coli</i>), Coccidios (<i>Cryptosporidium hominis</i>).
			Helmintos: Nematodos (<i>Enterobius vermicularis</i>). Platelmintos: Cestodos (<i>Taenia solium</i>), Trematodos (<i>Fasciola hepática</i>). Artrópodos: Arácnidos e Insectos.
			TTPa
TP			Prolongación del TP se debe a dosis elevadas de medicamentos (anticoagulantes orales).

COAGULACIÓN	Tiempos de coagulación	TT	Prolongación de TT se debe a una contaminación por heparina o un inhibidor directo de la trombina.
		Corrección de tiempos	Cuando el TP o TTPa salen prolongados, se realiza una corrección de tiempos para determinar la deficiencia del factor o factores.
		Fibrinógeno	El fibrinógeno elevado se debe a inflamaciones agudas y embarazo. Se observan valores bajos en terapias trombolíticas, enfermedades hepáticas, disfibrinogenemias congénitas, coagulación intravascular diseminada (DIC) y pancreatitis.
		Dímero D	Aumenta en pacientes postrados y es útil para detectar la presencia de trombos en el paciente, que son coágulos que se adhieren a las paredes de los vasos sanguíneos obstruyendo el flujo de la sangre.
QUÍMICA CLÍNICA	Química de 3 y 4 elementos		Determinar los niveles de hidratación y el funcionamiento de los sistemas de órganos, como los riñones y el hígado, ayudando a diagnosticar enfermedades, afecciones y el control del cáncer.
	Perfiles	Perfil de Hierro	Determina los niveles de hierro sérico y diagnostica anemia ferropénica, hemocromatosis, talasemia, entre otras. El hierro no absorbido se almacena en forma de ferritina dentro de las células sanguíneas.
		Perfil hepático	Detecta infecciones en el hígado y puede vigilar el

		avance de enfermedades como cirrosis y hepatitis, así como supervisar los posibles efectos secundarios de ciertos medicamentos.
	Perfil pancreático	Detecta trastornos que afectan principalmente al páncreas. La pancreatitis aguda es diagnosticada cuando las enzimas (lipasa y amilasa) se activan dentro del páncreas, llegando a digerir el tejido pancreático, degradando los lípidos, causando hinchazón, sangrado, dañando al órgano y a los vasos sanguíneos.
	Perfil lipídico	Verifica los niveles de grasa en la sangre, indicando el riesgo de enfermedades cardíacas o aterosclerosis (endurecimiento, estrechamiento u obstrucción de las arterias).
	Perfil reumatoide	Normalmente, el sistema inmunitario produce anticuerpos para atacar infecciones. Sin embargo, el factor reumatoide son anticuerpos que, en ocasiones, atacan células y tejidos sanos por error, indicando un trastorno autoinmunitario. En casos muy elevados hay presencia de inflamación.
	Paquete óseo y electrolitos	Identifica el desequilibrio electrolítico en el cuerpo. Ciertos electrolitos son abundantes, como el calcio, que puede presentar hipercalcemia (exceso de calcio) o hipocalcemia (deficiencia de calcio). El fósforo es el segundo

		<p>elemento más abundante en los dientes y huesos, junto con el magnesio. Estos tres elementos, junto con la fosfatasa alcalina, están incluidos en el paquete óseo. En comparación, el sodio, potasio y cloro ayudan a determinar el equilibrio ácido-base en el cuerpo cuando se ingieren alimentos o medicamentos y permiten detectar su exceso o deficiencia.</p>
	Enzimas cardiacas	<p>Desempeñan un papel importante en el funcionamiento del corazón. Sin embargo, los niveles elevados de las enzimas CPK-MB pueden indicar daño cardíaco (como un infarto). Estas enzimas se elevan a partir de las 3-6 horas y vuelven a su normalidad en 12-48 horas. Por este motivo, se recomienda realizar mediciones para su control.</p>
	Hemoglobina glucosilada	<p>Determina la prediabetes o diabetes tipo 2, midiendo el nivel de glucosa o azúcar en la sangre en los últimos 3 meses.</p>
	Vancomicina	<p>Monitoriza la concentración en la sangre del paciente. Es un antibiótico glucopéptido tricíclico que inhibe la síntesis de la pared celular en bacterias. Es un bactericida para microorganismos en división.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> • Líquido cefalorraquídeo (LCR): Útil en la evaluación viral o

	<p>Prueba de líquidos citoquímicos</p>	<p>Se utiliza para determinar ciertos padecimientos que se mencionarán a continuación:</p>	<p>bacteriana de meningitis, encefalitis, meningoencefalitis, infección micótica o por micobacterias, infección parasitaria, malignidad primaria o secundaria, linfoma o leucemia del sistema nervioso central (SNC), trauma, enfermedad vascular obstructiva, vasculitis, procesos degenerativos y/o enfermedades hereditarias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Líquido ascítico: Es un líquido seroso de la cavidad abdominal cuya presencia anormal permite evaluar si es trasudado o exudado. Las principales causas de trasudado son: falla cardíaca, cirrosis y síndromes nefríticos. Las principales causas del exudado son: tuberculosis, abscesos, neoplasias, artritis reumatoide, pancreatitis, infarto pulmonar, traumas o lupus eritematoso sistémico. • Líquido pleural: Si es un trasudado, puede deberse a insuficiencia cardíaca, hipoproteinemias (desnutrición, nefrosis) o mixedema. Si se trata de un
--	---	--	---

			<p>exudado, se debe investigar su etiología: enfermedades infecciosas, tumorales, sistémicas y digestivas. La diferenciación entre trasudado y exudado se hace con los parámetros de proteínas, LDH, pH, celularidad y triglicéridos cuando se trata de un líquido quiloso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Líquido sinovial: Reduce la fricción entre los cartílagos y otros tejidos en las articulaciones para lubricarlas y acolcharlas durante el movimiento. Su estudio analítico, citológico, microbiológico, así como la búsqueda de cristales e incluso el análisis bioquímico e inmunológico pueden aportar datos suficientes para un diagnóstico definitivo en la patología articular, traumatológica y reumatológica.
	Gasometría arterial		<p>Determina la cantidad de oxígeno en los glóbulos, la presión del intercambio de gases al ingresar el oxígeno por los pulmones al torrente sanguíneo y ser expulsado el dióxido de carbono. Por último, la acidez en la sangre se determina como acidosis</p>

		o alcalosis. Estas afecciones son síntomas de otros problemas que pueden alterar el equilibrio de ácido-base en la sangre.
MARCADORES TUMORALES	Panel TORCH	Determina la detección de anticuerpos producidos por el sistema inmune frente a algunas infecciones como toxoplasmosis, rubéola, citomegalovirus y herpes.
	Interleucina 6 (IL-6)	Detecta cuando el paciente se encuentra en un estado inflamatorio. Un aumento de IL-6 se puede observar en casos de artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico, otras infecciones autoinmunes y algunos tipos de cáncer.
	Alfafetoproteína (AFP)	Una elevada concentración indica la presencia de cáncer primario de hígado, tumor de células germinativas o enfermedades del hígado.
	Hormona gonadotropina coriónica humana (HCG)	Determina si la paciente tiene presencia de embarazo. Además, en hombres y mujeres sin sospecha de embarazo, un resultado elevado puede ser señal de un tumor canceroso o no canceroso, que puede generarse a partir de células germinales.
	Antígeno prostático (PSA)	Detecta el cáncer de próstata en los hombres en concentraciones elevadas, o una afección de la próstata que no es cáncer, como una infección (prostatitis) o agrandamiento de próstata.
	Antígeno carcinoembrionario (ACE)	Detecta algunos tipos de cáncer o enfermedades. También puede verificar qué tan bien está funcionando el

		tratamiento contra el cáncer o si el cáncer ha regresado.
	Vitamina D	Verifica si tenemos la cantidad adecuada y determina si hay alguna afección en los huesos, ya que es vital para ayudar a controlar los niveles de calcio y fosfato en el cuerpo.
	Calcitonina	Es una hormona que ayuda a controlar el nivel de calcio en la sangre. La calcitonina es producida en la glándula tiroides por células llamadas "células C" (o células parafoliculares). Cuando el nivel de calcio es elevado, la calcitonina tiende a bajar.
	Antígeno de cáncer Ca15-3	En concentraciones elevadas, puede indicar algún tipo de cáncer o cáncer de mama en mujeres. También ayuda a determinar qué tan bien está funcionando el tratamiento o si el cáncer ha regresado.
	Antígeno de cáncer Ca19-9	Un elevado nivel de este marcador puede indicar cáncer de páncreas, otros tipos de cáncer, o enfermedades no cancerosas como cálculos biliares y cirrosis del hígado. También ayuda a detectar qué tan bien está funcionando el tratamiento y si el cáncer ha regresado.
	Antígeno de cáncer Ca-125	Ayuda a detectar el cáncer de ovario y evaluar si el tratamiento está funcionando o si el cáncer ha regresado.
	Proteína epididimal humana 4 (HE4)	En casos elevados, puede indicar otro cáncer ovárico o cáncer de endometrio. Ayuda a evaluar si el tratamiento

		está funcionando o si el cáncer ha regresado.
	Ciclosporina	Determina la cantidad de fármaco en la sangre y si su concentración ha alcanzado niveles terapéuticos sin estar en un rango tóxico. Es un fármaco que ayuda a disminuir la respuesta inmunitaria del cuerpo.
	Metrotexato (MTX)	Mide la cantidad de metotrexato en la sangre. Este medicamento hace que las células utilicen folato para la síntesis de ADN y ARN, frenando así el crecimiento de nuevas células cancerosas.
	Antitiroglobulina (TgAb)	Se encarga de medir los anticuerpos contra una proteína llamada tiroglobulina. Si los resultados son elevados, indica que hay anticuerpos contra la tiroglobulina en sangre, lo que puede deberse a un; hipotiroidismo o hipertiroidismo, diabetes tipo 1, lupus eritematoso sistémico, tiroiditis de Hashimoto, entre otras condiciones.
	Antiperoxidasa (ATPO)	Detecta anticuerpos contra la peroxidasa tiroidea en la sangre. Si el resultado es elevado, puede indicar una mayor probabilidad de desarrollar una enfermedad de la tiroides en el futuro o que la enfermedad ya está presente, y solo se está llevando a cabo su control.
	Parathormona (PTH)	Determina si los trastornos paratiroides son la causa de niveles anormales de calcio en la sangre. En caso de

Perfiles		hiperparatiroidismo primario, el crecimiento de una o más glándulas paratiroides provoca una sobreproducción de la hormona paratiroidea, originando problemas de salud.
	Perfil anémico	Ayuda a la prevención y detección de anemia, debido a un nivel bajo de glóbulos rojos. Cuando una persona tiene anemia, las células del cuerpo no reciben suficiente oxígeno.
	Perfil hormonal	Evalúa los niveles de varias hormonas en el cuerpo, ayudando a detectar desequilibrios hormonales o enfermedades relacionadas con las hormonas, como insuficiencia ovárica o testicular, dificultades para mantener una erección (en el caso de los hombres), irregularidades menstruales, producción de leche materna sin estar en gestación o amamantando, tumores en los ovarios, menopausia y para detectar si una mujer está en su etapa de ovulación.
	Perfil tiroideo	Evalúa la función de la glándula tiroides para detectar alguna alteración, midiendo la cantidad de hormonas tiroideas en la sangre. Esto puede deberse al hipertiroidismo (niveles altos) o hipotiroidismo (niveles bajos).
	Cadenas ligeras y pesadas	Las enfermedades de las cadenas pesadas son cánceres de células plasmáticas en las cuales un

		<p>clon de estas células produce una gran cantidad de fragmentos de anticuerpos anormales llamados cadenas pesadas. Si los niveles de las cadenas ligeras libres son mayores o menores del rango normal, puede ser un signo de un trastorno de las células plasmáticas. Estos trastornos incluyen el mieloma múltiple, un cáncer que comienza en las células plasmáticas, y la amiloidosis, una afección que ocurre cuando las proteínas anormales se acumulan en diferentes órganos y tejidos.</p>
	Beta 2-microglobulina	<p>Detecta algún tipo de cáncer, ayuda a averiguar cuánto ha evolucionado el cáncer y si el tratamiento está haciendo efecto.</p>
	Electroforesis en suero y orina	<p>Determina la presencia de proteínas, detectando dos tipos de proteína: albúmina y globulinas. La presencia de estas proteínas puede deberse a varios padecimientos, como insuficiencia renal, mieloma múltiple, síndrome nefrótico, entre otras.</p>
	Inmunofijación en suero y orina	<p>Determina la presencia de ciertas proteínas llamadas inmunoglobulinas monoclonales. Lo normal es no tener estas proteínas en la orina. Si hay presencia de proteínas monoclonales, están asociadas con el mieloma múltiple y macroglobulinemia de Waldenström (cáncer de los linfocitos B).</p>

BIOLOGÍA MOLECULAR	Citomegalovirus		Detecta la presencia de una infección por este virus o llevar a cabo su control (puede deberse a que en algún momento se haya presentado la enfermedad y se reactivó). En casos positivos, puede afectar a personas que recibieron trasplante de órganos o que tienen el sistema inmunológico debilitado.
	Herpes 8		Herpes asociado al sarcoma de Kaposi, un cáncer en el que aparecen lesiones en la piel, los ganglios linfáticos, el revestimiento de la boca, nariz, garganta y otros tejidos del cuerpo. Causa ciertos tipos de linfoma (un cáncer que comienza en las células del sistema inmunitario).
	Virus de Epstein Barr (VEB)		Detecta anticuerpos del VEB en la sangre, mostrando qué tipos de anticuerpos se encontraron y permitiendo saber si la infección fue reciente o pasada. Puede causar mononucleosis infecciosa o la formación de ciertos tipos de cáncer.
	Secuenciación celular para cáncer hereditario		Identifica mutaciones en las células tumorales, facilitando el diagnóstico y tratamiento de los pacientes de cáncer, así como detectar variantes germinales que aumentan el riesgo de desarrollar cáncer.
		Expectoración	Resultados negativos indican que no hay presencia de patógenos como bacterias u hongos dañinos. Si los resultados son positivos, indican la

MICROBIOLOGÍA	Cultivos		presencia de estos patógenos.
		Exudado nasal	Cuando la prueba es positiva, indica la presencia de algún virus o bacteria que conlleva a una infección respiratoria. Si no hay presencia de estos, el resultado es negativo.
		Exudado faríngeo	Detecta alguna infección causada por bacterias o virus presentes en la garganta que puedan causar una infección.
		Herida quirúrgica, secreciones y abscesos	Cuando en el cultivo se observa la presencia de un agente extraño, el resultado es positivo y se determina el patógeno. Si no hay presencia de bacterias, el resultado es negativo, lo cual se determina después de un tiempo específico.
		Sitio de inserción de catéter	Determina la presencia de bacterias o virus provocados por alguna contaminación. El resultado es positivo cuando hay presencia de estos y negativo cuando no hay presencia.
		Punta de catéter	Determina si hay alguna contaminación de un virus o una bacteria en el material en contacto con el paciente, lo cual puede causar una infección. Si el cultivo es positivo, hay presencia de microorganismos; de lo contrario, el resultado es negativo.
		Coprocultivo	Si el resultado es negativo, no hay presencia de bacterias que puedan afectar la flora intestinal. Si es positivo, hay presencia de ciertas bacterias que pueden

		provocar una infección gastrointestinal.
	Urocultivo	Arroja un resultado positivo cuando hay presencia de bacterias o cándidas en el cultivo, lo cual indica una infección urinaria o vesical.
	Células tronco, muestras de banco de sangre, plasma y paquete eritrocitario	Normalmente, estas muestras no deben contener ninguna bacteria ni hongos, pero puede haber excepciones en las que se encuentran bacterias u hongos en cualquiera de los componentes mencionados, lo cual indica una infección. En caso de presencia de bacterias, la infección se denomina bacteriemia. En esta infección, las bacterias se propagan a varias partes del cuerpo ya que el sistema inmunitario está debilitado. Esto ocurre con mayor frecuencia en lactantes y adultos mayores, debido a enfermedades (como cáncer o SIDA) o a medicamentos como corticosteroides o de quimioterapia.
	Líquido cefalorraquídeo, líquido pleural u otro líquido estéril	La presencia de microorganismos en líquidos estériles puede causar infecciones con consecuencias graves, así como altos índices de morbilidad y mortalidad, dependiendo del tipo de microorganismo detectado.
	Hemocultivo	Los resultados negativos indican que no hay presencia de microorganismos en la sangre. Si el resultado es positivo, significa que hay presencia de alguna bacteria u hongo, lo que puede dar

			lugar a una septicemia, una afección grave que se produce cuando el sistema inmunitario responde de manera extrema a una infección, lesionando los propios tejidos y órganos.
		Anaerobio	Un resultado negativo indica que no hay presencia de bacterias anaerobias. Sin embargo, un resultado negativo no significa necesariamente que el paciente esté exento de estas bacterias y de tener una infección; puede ser que las bacterias no tuvieron los suficientes nutrientes para crecer o que necesitan más tiempo, ya que estas bacterias deben estar exentas de oxígeno. Por el contrario, si hay presencia de estas bacterias en el medio, el resultado es positivo, pero no todas causan infección.
		Aerobio	Cuando no hay presencia de bacterias aeróbicas en el medio de cultivo, el resultado es negativo. Si hay presencia de estas bacterias o candidas en el medio, indica una infección urinaria o vesical. Las bacterias aerobias requieren oxígeno para su crecimiento.
		Hongos	Es importante tener paciencia, ya que algunos hongos tienden a crecer rápidamente y otros no. Esto puede llevar a resultados falsos negativos. Cuando el resultado es positivo, significa que hay presencia de algún hongo que está causando una infección.

		Mielocultivo	Un resultado positivo indica la presencia de bacterias en el cuerpo, principalmente la bacteria <i>Salmonella typhi</i> . Puede provocar síntomas como diarrea, fiebre alta y vómitos; esta infección puede ser mortal y también es conocida como fiebre tifoidea.
	Lavado o secreción bronquial		Los resultados anormales de la broncoscopia pueden ser causados por una obstrucción, un crecimiento o un tumor en las vías respiratorias, el estrechamiento de una parte de las vías respiratorias, o daño pulmonar causado por un trastorno inmunitario como la artritis reumatoide. En el caso de un lavado bronquial, los resultados anormales pueden deberse a cáncer de pulmón o algún tipo de infección, como tuberculosis, neumonía bacteriana, infección viral o infección por hongos.
	Detección de <i>Clostridium difficile</i> glutamato deshidrogenasa (GDH)		Si se detecta positiva, indica la presencia de bacterias <i>Clostridium difficile</i> en el intestino, que causan diarreas.
	Pruebas de susceptibilidad por difusión en discos método de Kirby-Bauer		Proporcionan una predicción precisa de qué antibióticos es probable que sean eficaces contra el patógeno. Los resultados se informan como S (sensible), I (intermedio) y R (resistente) a un antibiótico, según el tamaño de la zona de inhibición. Un resultado sensible indica que las bacterias morirán cuando se

		<p>expongan al antibiótico. Un resultado intermedio indica que el antibiótico debe usarse en combinación con otro antibiótico para eliminar la infección. Un resultado resistente indica que el antibiótico no mata las bacterias.</p>
<p>HEMATOLOGÍA</p>	<p>Biometría hemática completa (BHC)</p>	<p>En los resultados de una biometría hemática se pueden encontrar diversos padecimientos, como:</p> <p>Anemia: Deficiencia de hematíes (glóbulos rojos).</p> <p>Leucemia: Producción excesiva de leucocitos (glóbulos blancos) anormales. Las leucemias se dividen en varios tipos (leucemias mieloides, linfoides, tanto agudas como crónicas).</p> <p>Trombocitopenia: Niveles bajos de plaquetas.</p> <p>Un elevado número de glóbulos rojos puede deberse a una infección o reacción a algunos medicamentos.</p> <p>Niveles bajos de glóbulos blancos podrían deberse a trastornos inmunitarios, trastornos de médula ósea o cáncer.</p>
	<p>Velocidad de sedimentación globular (VSG)</p>	<p>Un resultado elevado de velocidad de sedimentación globular (VSG) puede estar asociado a procesos inflamatorios, cáncer o enfermedades autoinmunes.</p>

8. CONCLUSIÓN

Una vez finalizada mi estancia en el Instituto Nacional de Cancerología en el área de laboratorio clínico, que se divide en las áreas de recepción de muestras, uroanálisis, coagulación, química clínica, marcadores tumorales, microbiología y hematología, adquirí los conocimientos y habilidades fundamentales en cada área, ya que tuve la oportunidad de permanecer mes y medio en cada una de las áreas.

Cabe mencionar que lo aprendido en mi estancia fue satisfactorio para mi crecimiento personal y profesional. Amplié considerablemente mi conocimiento al trabajar con pacientes poco convencionales que padecen de cáncer. Pude observar tanto la evolución de la enfermedad como sus efectos en el cuerpo, así como el monitoreo de la patología para determinar la eficacia del tratamiento.

9. REFERENCIAS

- Mindray. (s.f.). *BC-6800Plus: Autoanalizador hematológico diferencial de 5 partes*. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <https://www.mindray.com/co/products/laboratory-diagnostics/hematology/5-part-differential-analyzers/bc-6800-plus>
- Bracho-Nava, M., StepeNka-Alvarez, V., Sindas-VillaSMil, M., RivaS de CASAL, Y., Bozo de GoNzález, M., & Duran-Mojica, A. (2015). HEMOGLOBINA GLICOSILADA O HEMOGLOBINA GLICADA, ¿CUÁL DE LAS DOS? *Saber (Cumana, Venezuela)*, 27(4), 521–529. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622015000400002
- *Diccionario de cáncer del NCI*. (2011, febrero 2). Cancer.gov. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/interleucina-6>
- Flores-Rivera, O. I., Ramírez-Morales, D. K., Meza-Márquez, J. M., & Nava-López, J. A. (s/f). *Fisiología de la coagulación*. Medigraphic.com. Recuperado el 16 de agosto de 2024, de <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2014/cmas142c.pdf>
- Hematológico, L. C. (2013). Inmunofijación en suero. *Med. lab*, 395-398.

- Hermida Lazcano, Ignacio, Sánchez Tejero, Elias, Nerín Sánchez, Cristina, Cordero Bernabé, Rubén, Mora Escudero, Isaac, & Pinar Sánchez, Juana. (2016). Marcadores Tumorales. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 9(1), 31-42. Recuperado en 19 de julio de 2024, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2016000100006&lng=es&tlnq=es.
- Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra. Manual de operaciones de toma de muestras, identificación, manejo, conservación y transporte de muestras [Internet]. México: Subdirección de Auxiliares de Diagnóstico y Servicios Paramédicos; 2023. Recuperado el 9 de agosto de 2024, de <https://www.inr.gob.mx/iso/Descargas/iso/doc/MOP-SDP-14.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). Desarrollar un POE de recepción y procesamiento de muestras y empezar a registrar todas las muestras que reciba el laboratorio. Laboratorio: Implementación gradual de la calidad. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <https://extranet.who.int/lqsi/es/content/desarrollar-un-poe-de-recepci%C3%B3n-y-procesamiento-de-muestras-y-empezar-registrar-todas-las>
- SC-120. (s/f). Mindray. Recuperado el 9 de agosto de 2024, de <https://www.mindray.com/cl/products/laboratory-diagnostics/hematology/cellular-analysis-line/sc-120>
- *Secuenciador de nueva generación para ADN - MiSeq*. (2018, agosto 9).
- *VIDAS® | BioMérieux España*. (s. f.). bioMérieux España. <https://www.biomerieux.es/diagnostico-clinico/productos/vidasr>
- *VITEK® 2 | BioMérieux Mexico*. (s. f.). bioMérieux Mexico. <https://www.biomerieux.com.mx/diagnostico-clinico/productos/vitekr-2>
- *VITEK® MS*. (s/f). *bioMérieux España*. Recuperado el 9 de agosto de 2024, de <https://www.biomerieux.es/diagnostico-clinico/productos/vitekr-ms>

10. ANEXOS

Control de calidad

La gestión de la calidad en laboratorios clínicos está actualmente sujeta a pautas nacionales o internacionales de buenas prácticas de laboratorio. Por ejemplo, muchos países adoptan alguna versión de las normas de calidad y competencia de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), como se describe en ISO 9000. Esta norma es la base fundamental para desarrollar el enfoque de calidad total requerido en el laboratorio clínico. Solo mediante un excelente control de calidad interno y externo en el laboratorio clínico es posible garantizar con certeza

absoluta que los resultados generados reflejan correctamente la realidad de nuestros pacientes.

El control de calidad interno se basa principalmente en los resultados obtenidos por el propio laboratorio y se realiza diariamente, tomando en cuenta los controles de 1ra, 2da y 3ra opinión. El propósito del control interno es evaluar el desempeño del sistema de medición para liberar los resultados de las muestras de pacientes procesadas bajo las mismas condiciones de trabajo. Esto permite detectar desvíos y variabilidad del sistema analítico, tomar acciones preventivas y apoyar en la mejora del desempeño. Se describen una serie de puntos:

- Que los controles se asemejen lo más posible a muestras de pacientes en cuanto a su reactividad con el sistema de medición utilizado.
- Se pueden elegir controles de primera opinión (fabricante de la marca del equipo donde se procesa) y/o tercera opinión (independiente de la marca del equipo), siendo los últimos más recomendables como alternativa para determinar qué tan bien está funcionando.
- Los controles también pueden ser preparados por el propio laboratorio, como es el caso de un “pool de plasma normal” para control de pruebas de coagulación, el cual debe realizarse con las precauciones de estabilidad y seguridad para el personal del laboratorio.
- Los controles pueden elegirse con valores asignados previamente al sistema de medición o sin valor asignado. La decisión de cuál escoger depende del laboratorio y puede basarse en criterios como la estabilidad del desempeño del método, costos, disponibilidad y comparación de resultados con grupo par, entre otros. En cualquiera de las alternativas, es recomendable que el laboratorio establezca sus intervalos de aceptación del control.
- Seleccionar al menos dos niveles de material de control, ya sea bajo, normal o alto. Se recomienda que sean el bajo y el alto para notar una diferencia significativa, salvo que, por análisis de desempeño en cortes normalizados, cálculo del sigma métrica o error sistemático crítico, se haya demostrado que el número de controles a utilizar sea distinto a lo indicado.
- El material de control se debe escoger considerando su estabilidad y disponibilidad en cantidad suficiente para mantener un análisis a través del tiempo, idealmente por al menos 6 meses o por el tiempo que sea posible de acuerdo con la estabilidad del material. Se sugiere el uso de controles de tercera opinión, de matriz similar a las muestras en estudio e incluirlos en una corrida analítica. Es recomendable utilizar materiales de control trazables.
- El nivel de concentración del control, en lo posible, debe estar comprometido en el intervalo de referencia biológica normal y bajo o sobre este, y/o próximos a los límites de decisión médica.
- Cada laboratorio clínico debe disponer de un instructivo de preparación y conservación de materiales de control y calibradores.

- Se recomienda que, si una corrida analítica corresponde a un número pequeño de muestras, los controles podrían ubicarse al principio y al final de la ejecución para detectar cambios, podrían ser espaciados uniformemente o distribuirse al azar entre las muestras de pacientes para detectar errores.

Para un gran volumen de muestra, en equipos que producen continuamente resultados, una corrida analítica se puede definir como un determinado intervalo de tiempo. Las condiciones serían analizadas y evaluadas al comienzo de una corrida y posteriormente, cada vez que ocurra una nueva corrida, es decir, el siguiente intervalo de tiempo o un número definido de muestras.

Control de calidad externo

El control de calidad externo se utiliza para evaluar el desempeño del propio laboratorio en comparación con otros laboratorios.

El laboratorio requiere complementar el control de calidad interno con un programa de evaluación externa de calidad para las prestaciones que realiza.

Los resultados del control de calidad externo deben estar documentados en un registro que contenga al menos la siguiente información:

- Valor asignado por el organizador del programa.
- Valor informado por el laboratorio.
- % coeficiente de variación (se permite un límite numérico).
- Error o sesgo (qué tan alejado está el valor de la media).
- % de sesgo o desvío relativo porcentual.
- Puntaje Z (se determina un límite numérico de 0-2) o índice de desviación estándar (IDS), que establece los límites en los que se determina la aceptabilidad del resultado del control.
- Indicar el desempeño en el programa de evaluación externa (satisfactoria, cuestionable o insatisfactoria).

La dirección del laboratorio, el encargado de calidad y el encargado de metrología (si está designado) analizan los resultados y las gráficas cada vez que se dispone de un informe de resultados del programa de evaluación externa, para detectar no conformidades y aplicar las acciones correctivas y mejoras correspondientes. Es necesario que el laboratorio implemente y desarrolle los registros adecuados que demuestren evidencia de esta actividad.

Existen tres tipos de controles que se toman en cuenta para la evaluación del control de calidad interno:

- Control de primera opinión: Control correspondiente a la misma marca de reactivo utilizado en un análisis.

- Control de segunda opinión: Control que se obtiene con las medidas poblacionales utilizando muestras de pacientes.
- Control de tercera opinión: Control diferente a la casa comercial que se utiliza en el reactivo de la prueba.

La gráfica de Levy-Jennings es un gráfico donde se visualizan los puntos de corrida de cada uno de los controles para determinar si se aceptan o rechazan. Siempre que caigan dentro de $\pm 2SD$ y $\pm 3SD$. Para esto también es necesario tomar en cuenta ciertas reglas, para determinar si se aceptan o se rechazan ciertos puntos.

Las reglas de Westgard son seis reglas básicas que se emplean individualmente o en combinación para evaluar la calidad del proceso analítico:

- Regla 1_{2s}: Esta regla indica si un control evaluado excede el límite de $\pm 2SD$ (Figura 28).

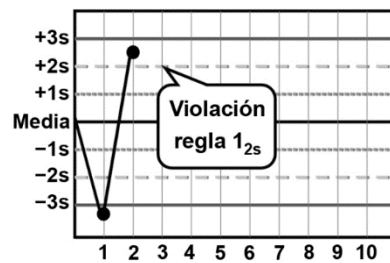


Figura 28. Regla 1_{2s}

- Regla 1_{3s}: Esta regla detecta un inaceptable error aleatorio y el posible inicio de un error sistemático. Por lo tanto, la corrida debe considerarse fuera de control por exceder $\pm 3SD$ (se rechaza la serie) (Figura 29).

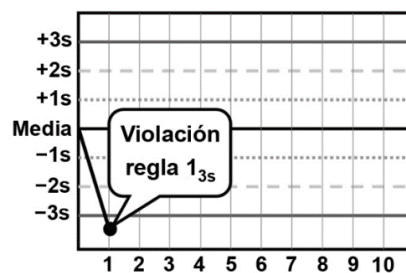


Figura 29. Regla 1_{3s}

- Regla 2_{2s}: Esta regla detecta un error sistemático. Se identifica cuando dos puntos consecutivos exceden del mismo lado $\pm 2SD$ (se rechaza la serie) (Figura 30).

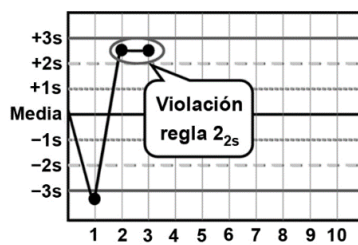


Figura 30. Regla 2_{2s}

- Regla R_{4s}: Esta regla detecta un error aleatorio. Se presenta cuando dos valores consecutivos de dos diferentes controles exceden $\pm 4SD$ (se rechaza la serie) (Figura 31).

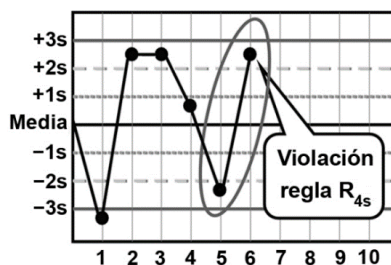


Figura 31. Regla R_{4s}

- Regla 4_{1s}: Cuatro resultados de control superan 1SD del mismo lado. Identifica pequeños errores sistemáticos (2 controles) o diferencias analíticas (1 control) que no tienen significado clínico y se resuelven con una calibración o mantenimiento del sistema (se rechaza la serie).
- Regla 10_{xm}: Se identifica cuando dos puntos consecutivos exceden del mismo lado 1SD. Para un control indica una diferencia sistemática en un área de curva de calibración. Para dos controles indica una diferencia sistemática en toda la curva de calibración (se rechaza la serie).

Por último, dependiendo del tipo de laboratorio, se determina un cierto número de datos para llegar a una media “tendencia poblacional”. En el caso del Instituto Nacional de Cancerología, se requieren 20 datos/puntos para lograr el objetivo.

Nota: Es importante mencionar que antes de realizar un proceso analítico en cada una de las áreas, se deben correr controles en cada turno, para así determinar la certeza de los resultados que arroje el equipo al momento de procesar las muestras y realizar el mantenimiento correspondiente a cada equipo en cada jornada para evitar alteraciones en los resultados.