



Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Xochimilco

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Departamento de Sistemas Biológicos

Licenciatura Química Farmacéutica Biológica

Servicio Social 2023-2024

Realización de actividades preanalíticas y analíticas relacionadas con el análisis de muestras químicas que contribuyen al estudio, diagnóstico y tratamiento de los problemas de salud en pacientes del Instituto Nacional de Cancerología (INCan).

Asesor Interno

Dr. José Francisco Miranda Hernández, No. Económico 39246

Departamento de sistemas Biológicos de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

Alumno

Sánchez Cardona Daniel

Lugar de realización del proyecto

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

Fecha de inicio: 08/08/2023

Fecha de término: 31/08/2024



ÍNDICE

1. Introducción	6
2. Marco Institucional y compromiso social del Instituto Nacional deCancerología	7
2.1 Lugar de realización de servicio social.....	7
2.2 Marco institucional	7
2.3 Misión	7
2.4 Visión	7
3. Objetivos de las actividades realizadas	7
3.1 Objetivo general.....	7
3.2 Objetivos específicos	7
3.3 Descripción específica de las actividades realizadas	8
3.3.1 Fase preanalítica.....	8
3.3.1.1 Área de flebotomía	8
3.3.1.2 Área de preanalítica	8
3.3.1.3 Ventanilla en el área de pretratamiento.....	8
3.4 Fase analítica.....	9
3.4.1 Urianálisis	9
3.4.1.1 Analítica básica de orina	9
3.4.1.2 Análisis de sedimento úrico (examen al microscopio).....	9
3.4.1.3 Detección de sangre oculta en heces	9
3.4.2 Coagulación.....	10
3.4.2.1 Tiempo de protrombina (TP).....	10
3.4.2.2 Tiempo de tromboplastina parcial activada (TTPa).....	10
3.4.2.3 Tiempo de trombina (TT)	10
3.4.2.4 Fibrinógeno.....	10
3.4.2.5 Antitrombina III.....	10
3.4.2.6 Dímero D	10
3.4.3 Química clínica	10
3.4.3.1 Perfil glucémico.....	11
3.4.3.2 Perfil renal.....	11
3.4.3.3 perfil lipídico	11
3.4.3.4 Perfil hepático	11
3.4.3.5 Perfil pancreático	12
3.4.3.6 Enzimas cardíacas.....	13
3.4.3.7 Electrolitos	13
3.4.4 Marcadores tumorales	13
3.4.4.1 PAS (antígeno seroprostático)	13
3.4.4.2 CEA (antígeno carcinoembrionario	13
3.4.4.3 CA 15-3 (antígeno del cáncer 125)	13
3.4.4.4 B ₂ M (beta-2-microglobulina).....	14

3.4.4.5 β -hCG (gonadotropina coriónica humana)	14
3.4.5 Perfil tiroideas	14
3.4.5.1 TSH (hormona estimulante de tiroides).....	14
3.4.5.2 T4 (tiroxina) libre, normalizada/ligada y total	14
3.4.5.3 T3 (triyodotironina).....	14
3.4.5.4 TG (tioglobulina)	15
3.4.6 Perfil hormonal.....	15
3.4.6.1 FSH (hormona folicestimulante).....	15
3.4.6.2 Estradiol.....	15
3.4.6.3 Testosterona	15
3.4.6.4 Insulina	16
3.4.6.5 ACTH (hormona adrenocorticotrópica) y cortisol.....	16
3.4.6.6 PTH (hormona paratiroidea).....	16
3.4.6.7 Calcitonina	16
3.4.7 Microbiología.....	16
3.4.7.1 Urocultivos	17
3.4.7.2 Hemocultivos	17
3.4.7.3 Siembra bacteriana	17
3.4.7.4 Antibiograma.....	17
3.4.8 Hematología.....	17
3.4.8.1 Serie roja	17
3.4.8.2 Serie blanca	18
3.4.8.3 Trombocitos	18
3.4.8.4 VSG (velocidad de sedimentación globular)	18
4. Vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudio.....	18
5. Metodología general.....	19-21
6. Urinálisis.....	22
6.1 Importancia de los diferentes parámetros en el examen de orina.....	22
6.1.1 Evaluación macroscópica.....	22
6.1.2 Evaluación química	22-23
6.1.3 Evaluación microscópica.....	23-27
7. Coagulación	27
7.1 Importancia de los parámetros asociados a las pruebas de coagulación.....	27
7.1.1.1 Tiempo de protrombina (TP) y ratio internacional normalizado (INR).....	28
7.1.1.2 Tiempo de tromboplastina parcial activado (TTPa).....	28-29
7.1.1.3 Tiempo de trombina (TT).....	30-31
7.1.1.4 Fibrinógeno.....	31-32
7.1.1.5 Dímero D	32-34

8. Marcadores tumorales.....	34
8.1 Utilización de los marcadores tumorales en el diagnóstico y seguimiento de pacientes con cáncer	34
8.2 Limitaciones de los marcadores tumorales.....	34-35
8.3 Parámetros a evaluar en los marcadores tumorales.....	35
8.3.1 ARCHITECT	35
8.4 Marcadores procesados por el ARCHITECT	35
8.4.1 CEA: antígeno carcinoembrionario	36
8.4.1.1 CA 15-3: antígeno carcinoembrionario 15-3	36
8.4.1.2 CA 19-9: antígeno carbohidratado 19-9.....	36
8.4.1.3 CA 125: antígeno de cáncer 125	36-37
8.4.1.4 HE-4 proteína epididimal hormona 4	37
8.5 Otras pruebas de marcadores tumorales en el ARCHITECT	37
8.5.1 Ciclosporina	37
8.5.1.1 Metrotexato	37
8.5.1.2 PTH: paratohormona.....	38
8.6 Perfiles realizados por el ARCHITECT	38
8.6.1 Perfil anémico	39
8.6.1.1 Perfil hormonal	39
8.7 COBAS	41
8.7.1 Marcadores procesados en el COBAS	41
8.7.1.1 β -HCG: hormona gonadotropina coriónica humana.....	41
8.7.1.2 AFP: α -fetoproteína	42
8.7.1.3 PSA (antígeno prostático específico) total y libre	42
8.8 Perfiles realizados en el COBAS.....	42
8.8.1 Perfil tiroideo.....	42
8.8.1.1 Perfil TORCH.....	44
8.9 Otras pruebas realizadas por el COBAS	44
8.10 Electroforesis e inmunofijación de proteínas en suero y orina	46
8.10.1 Electroforesis de proteínas en suero y orina.....	46
8.11 Inmunofijación de proteínas en suero y orina	47
9. Microbiología	48
9.1 Siembras.....	48
9.2 Urocultivos	49
9.3 Cultivos diversos	49
9.4 Hemocultivos.....	49
9.5 Pruebas especiales	50
10. Hematología	50
10.1 Serie roja	51-52
10.2 Serie blanca.....	52-54
10.3 Serie plaquetaria	54
10.4 Velocidad de sedimentación globular (VSG)	54
10.5 Identificación morfológica (frotis sanguíneo).....	54-57

11. Conclusión	57
12. Bibliografía	58-60
13. Anexos	
Área de uronálisis.....	62
Área de coagulación.....	63
Área de marcadores tumorales.....	64
Área de microbiología.....	65-67
Área de hematología.....	68

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de un laboratorio clínico es contribuir al diagnóstico y prevención de enfermedades, así como en el tratamiento y seguimiento de pacientes, en el control epidemiológico y en la salud pública, por medio de análisis que se ajusten a los estándares de calidad, utilizando para ello los conocimientos, métodos, procedimientos e instrumentación actualizados (Salas Abarca et al., 2012). El crecimiento en la demanda de determinaciones analíticas ha sido impresionante en los últimos años. Esto se debe al aumento en la aparición de enfermedades, el desarrollo de nuevas determinaciones, al abaratamiento de los costes y al recorte en los tiempos de espera de los resultados, aunado al hecho de que el diagnóstico y el seguimiento clínico dependen cada vez más de las pruebas de laboratorio (Fraiz, 2003). Esta demanda ha conducido a una transformación en la organización de los laboratorios clínicos, pues es, sin duda, la herramienta diagnóstica más empleada, al estar presente en el 80 % de las decisiones clínicas permitiendo la confirmar, establecer o descartar algún diagnóstico; descubrir una enfermedad subclínica, obtener información pronóstica de una enfermedad y conocer la respuesta terapéutica (Díaz Padilla & Santoyo Pérez, 2019) gracias a su actividad asistencial en las diferentes áreas del servicio de laboratorio clínico como son bioquímica clínica, hematología, microbiología, inmunología, uroanálisis, coagulación, marcadores tumorales y anatomía patológica (Torres Olivares, 2004).

Los laboratorios clínicos representan un área muy importante del sector salud y siempre están en cambio continuo debido a los avances en la tecnología, los nuevos tratamientos y la economía externa (Amor, 2005), circunstancias que se han visto evidenciadas en las últimas dos décadas debido al gran avance tecnológico, lo que ha permitido realizar un gran número de pruebas sin alterar la calidad en los resultados, la llegada de la informática, que ha permitido manejar grandes volúmenes de información de forma rápida y segura, el desarrollo de un gran número de nuevas pruebas diagnósticas, más eficientes y eficaces, en todas las áreas de conocimiento de los laboratorios, y una mayor participación de los profesionales del laboratorio clínico que han sido capaces de utilizar los recursos de que disponen y enfocarlos a dar una mayor y mejor oferta de servicios (Torres et al., 2004), es por ello que un aspecto importante es la participación activa de los profesionistas del área de laboratorio clínico en los proyectos de investigación, en las consultorías, en las auditorías, en la evidencia de las pruebas de laboratorio, en la informática, sin olvidar la atención al paciente desde la toma y recepción de la muestra hasta el reporte de los resultados.

2. Marco Institucional y compromiso social del Instituto Nacional de Cancerología

2.1 Lugar de realización del servicio social

- Instituto Nacional de Cancerología.

2.2 Marco institucional

- El Instituto Nacional de Cancerología es un organismo descentralizado de la Admisión Pública Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propios, agrupado en el Sector Salud

2.3 Misión

- Desarrollar la atención, enseñanza e investigación oncológica de excelencia en México.

2.4 Visión

- Líderes en la generación de estrategias para controlar el cáncer y reducir su impacto como problema de Salud Pública en México

3. Objetivos de las actividades realizadas

3.1 Objetivo general

- Contribuir al estudio, diagnóstico y tratamiento de los pacientes del Instituto Nacional de Cancerología (INCan) a través de la recolección, pretratamiento y procesamiento de las muestras recolectadas.

3.2 Objetivos específicos

- Recolectar las muestras sanguíneas del área de flebotomía de acuerdo con los lineamientos de la institución.
- Recibir los especímenes brindados por el personal de salud y los pacientes en la ventanilla del área de preanalítica.
- Colaborar en el pretratamiento de las muestras para entregarlas en las distintas áreas para su proceso.
- Analizar las muestras de acuerdo con el proceso de cada área del laboratorio.
- Conocer y aplicar las buenas prácticas de laboratorio para un trabajo óptico dentro del servicio.

3.3 Descripción específica de las actividades realizadas

A través de las especificaciones establecidas en los laboratorios clínicos, las actividades a realizar se dividen en tres etapas; preanalítica, analítica y pos analítica, donde cada una de fases es de suma importancia para poder llevar a cabo la siguiente. En el Instituto Nacional de Cancerología (INCan), las actividades a realizar por etapas son las siguientes:

3.3.1 Fase preanalítica

Es esta fase se incluye todo el proceso que va desde la solicitud expedida por el médico, a la asignación de la cita, el pretratamiento de la muestra, hasta su distribución en las distintas áreas.

En la preanalítica, los químicos del Instituto Nacional de Cancerología cumplen con las obligaciones del área de preclínica realizando las siguientes actividades:

3.3.1.1 Área de flebotomía

- Preparar del paciente para la toma de muestras sanguíneas.
- Obtención de muestras sanguíneas mediante punción con vacutainer o equipo alado vacutainer.
- Registro de la toma de muestra (mediante escaneo de código de barras) en el Sistema Informático de Laboratorio para asegurar que la muestra fue tomada.

3.3.1.2 Área de preanalítica

- Clasificación de las muestras recolectadas (pruebas de marcadores tumorales, uroanálisis, hematología, coagulación, química clínica y microbiología).
- Pretratamiento de las muestras, como son; el comprobar que no estén hemolizadas o coaguladas, centrifugar las muestras que lo requieran y realizar alícuotas a las muestras correspondientes).
- Realizar el Check - In a las muestras una vez terminado su pretratamiento.
- Distribuir los analitos a las diferentes áreas.

3.3.1.3 Ventanilla en el área de pretratamiento

- Recibir muestras de examen general de orina y urocultivos a los pacientes, así como revisar que hayan realizado una correcta recolección de orina para dichos estudios y determinar si cumplen o no con los requerimientos necesarios para ser procesados.
- Recibir muestras de laboratorio brindadas por los doctores y enfermeras, cerciorándose de que los especímenes cumplan con los requerimientos necesarios para poder ser procesados (muestras no coaguladas, muestras sin hemólisis, indicar sitio de recolección de muestra de ser requerido, conservación adecuada de las muestras según sea el caso y cantidad de

- tubos correcta).
- Dar de altas las gasometrías para su procesamiento en el área de química clínica, siempre y cuando estas vengan en condiciones controladas de temperatura.

3.4 Fase analítica

La fase analítica abarca todos los procedimientos relacionados directamente con el procesamiento de la muestra, desde el mantenimiento de los equipos, la preparación de los reactivos y controles necesarios, así como los criterios de observación en los resultados de los controles, y en los resultados de las muestras de los pacientes. Dentro del Instituto Nacional de Cancerología (INCan), contamos con las siguientes áreas y actividades correspondientes:

3.4.1 Uroanálisis

Uno de los exámenes que hacen parte de la rutina de un laboratorio clínico debido a su utilidad es el examen general de orina, ya que muchos de sus parámetros son indicativos de una infección de las vías urinarias, problemas renales o incluso diabetes (Contreras., et al., 2019). Los procedimientos realizados en esta área son:

3.4.1.1 Examen general de orina

- Emplear tiras reactivas en las muestras urinarias del paciente para medir las propiedades fisicoquímicas de la orina (pH, densidad, presencia de leucocitos o hematíes, proteínas o albúminas, glucosa, nitritos, bilirrubina y urobilinógeno).

3.4.1.2 Análisis del sedimento urinario (examen al microscopio)

- Centrifugar la muestra urinaria y analizar la muestra al microscopio.
- Observar la presencia de células epiteliales.
- Indicar presencia de cristales y cilindros.
- Indicar presencia bacterias.

3.4.1.3 Análisis de materia fecal

- Analizar material fecal para detectar la presencia de sangre en las heces de los pacientes.

3.4.2 Coagulación

Las pruebas de coagulación nos permiten detectar las alteraciones en la sangre que puedan desencadenar la formación de trombos o hemorragias. Tiene especial interés en pacientes que serán intervenidos quirúrgicamente o requieren de una terapia anticoagulante y se evalúan los siguientes parámetros: (García, 2019):

3.4.2.1 Tiempo de protrombina (TP)

- Determinar el tiempo de protrombina (tiempo que tarda el plasma en formar un coágulo) en la vía extrínseca.

3.4.2.2 Tiempo de tromboplastina parcial activada (TTPa)

- Determinar el tiempo parcial de tromboplastina.
- Establecer si el paciente presenta problemas en la coagulación.
- Evaluar la terapia con heparina
- El TTP evalúa la función de los factores de la coagulación de la vía intrínseca y de la vía común de manera integrada

3.4.2.3 Tiempo de trombina (TT)

- Enzima que se encuentra en sangre y que actúa sobre el factor de coagulación conocido como fibrinógeno para formar fibrina, ayudando a la coagulación de la sangre, por lo que esta etapa permite evaluar la parte del proceso hemostático en la que el fibrinógeno se convierte en hebras de fibrina (la última etapa de la vía común).

3.4.2.4 Fibrinógeno

- Determinar los valores de fibrinógeno producidos por el hígado.
- Detectar riesgos de alteraciones cardiovasculares por niveles elevados de fibrinógeno.

3.4.2.5 Dímero D

- Detectar presencia y valores de dímero D (compuesto proteico producido únicamente al momento de la formación de un coágulo).

3.4.3 Química clínica

- La química clínica se realiza para medir la concentración de analitos presentes en la sangre, incluyendo electrolitos (sodio, potasio y cloro), proteínas, glucosa, enzimas y grasas. Los valores obtenidos permiten que los médicos pueden realizar un mejor diagnóstico, planificar tratamientos o controlar enfermedades (García, 2019):

3.4.3.1 Perfil glucémico (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Determinar la cantidad de glucosa presente en sangre, ayudando al diagnóstico de diabetes o intolerancia a la glucosa.
- Medir el nivel hemoglobina glicosilada (HbA1c), detectando así la cantidad de glucosa en sangre durante los últimos tres meses.

3.4.3.2 Perfil renal (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Medir los niveles de ácido úrico (producto de desecho tras el metabolismo del nitrógeno).
- Valorar los parámetros de creatinina (compuesto obtenido de la degradación de creatina).
- •Establecer la cantidad de nitrógeno úrico en sangre (BUN), el cual es un producto de desecho tras descomponer las proteínas.

3.4.3.3 Perfil lipídico (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

La determinación del perfil lipídico es necesaria para conocer el riesgo de presentar enfermedad cardiovascular de la población aparentemente sana. También se requiere para la monitorización de la eficacia terapéutica y la adherencia del al tratamiento (Arrobas-Velille., *et al.*, 2023). El perfil lipídico está compuesto por:

- Colesterol total, el cual es indispensable para la producción de esteroides, síntesis de hormonas femeninas y formación de membranas celulares.
- Colesterol de alta densidad (HDL), es la fracción del colesterol que realiza la función de prevenir cardiopatías isquémicas, transportando el colesterol, los triglicéridos y lípidos desde diferentes partes del cuerpo hasta el hígado.
- Colesterol de baja densidad (LDL), corresponde a las lipoproteínas de baja densidad implicadas en la formación de placa coronaria (al transportar el colesterol a las células, que contribuye a la incidencia de infarto agudo al miocardio).
- Lipoproteína de muy baja densidad (VLDL), la cual se encarga de transportar los triglicéridos sintetizados por el hígado a los tejidos.
- Triglicéridos, los cuales forman parte de las lipoproteínas y funcionan como materia prima para fabricar por hidrólisis la proteína LDL, pero al mismo tiempo es nociva porque puede depositarse en las paredes arteriales.

3.4.3.4 Perfil hepático (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Mediante el perfil hepático el médico podrá determinar si existe algún trastorno que afecte principalmente al hígado con base en los siguientes parámetros:
- Bilirrubina total, la cual resulta de la ruptura de la hemoglobina por la destrucción de los glóbulos rojos. Esta aumenta considerablemente en enfermedades hepáticas o cuando ocurre una destrucción excesiva de eritrocitos. Se puede encontrar en dos formas: conjugada (directa) y no conjugada (indirecta).

- Bilirrubina directa (conjugada), aquella que, después de separarse de la albúmina, penetra en las células hepáticas donde se conjuga con el ácido glucorónico. La bilirrubina directa se ve aumentada en obstrucciones biliares, colestasis o tumores hepáticos.
- Bilirrubina indirecta (no conjugada), esta se transporta al hígado ligada con albúmina, por lo que es insoluble en agua y por ello no se excreta en orina. La hiperbilirrubinemia no conjugada se asocia con disminución de la capacidad hepática, aumento de la producción de la bilirrubina (hemólisis, eritropoyesis inefectiva o reabsorción de hematoma).
- Alanina aminotransferasa (ALT), es una enzima producida por las células hepáticas, considerada la aminotransferasa más específica a nivel hepático por presentar mayor concentración en este órgano. Los niveles elevados de ALT se relacionan con enfermedades hepáticas como hepatitis viral aguda o crónica o lesiones del hígado inducidas por medicamentos.
- Aspartato aminotransferasa (AST), es una enzima aminotransferasa presente en varios tejidos del organismo, especialmente en el hígado, corazón y tejido muscular. Los niveles elevados de AST en suero indican hepatopatía aguda, miopatías producidas por medicamento o infarto agudo al miocardio.
- Fosfatasa alcalina (ALP), una enzima que se origina principalmente en los huesos, hígado y placenta. Es útil como indicador de enfermedad ósea o hepática. En la enfermedad hepática se eleva cuando la excreción se encuentra debilitada como resultado de obstrucción del tracto biliar.
- Gamma glutamil transpeptidasa), enzima catalizadora presente en grandes cantidades en el hígado y el páncreas, y, en menor cantidad, en riñones y próstata. En el caso de enfermedades hepáticas se eleva considerablemente.

3.4.3.5 Perfil pancreático (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

El perfil pancreático consiste en un análisis que ayuda a detectar y monitorear trastornos del páncreas.

- Se miden los niveles de amilasa (enzima que ayuda a digerir los hidratos de carbono) en sangre. La amilasa es una enzima que se produce principalmente en el páncreas y que en procesos inflamatorios como pancreatitis o carcinomas pancreáticos se eleva.
- Se miden las concentraciones de la enzima lipasa (enzima que disgrega grasas en el organismo para poder ser absorbidas) liberadas por el páncreas. La determinación de lipasa es importante en el diagnóstico y evolución de la pancreatitis aguda, en la cual se eleva más tiempo que la amilasa.

3.4.3.6 Enzimas cardíacas (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Medir la concentración de CPK (creatin fosfoquinasa) para detectar daño muscular. Sus cifras se elevan considerablemente en el infarto de miocardio, facilitando el diagnóstico precoz de este.

3.4.3.7 Electrolitos

- Determinar la concentración de electrolitos presentes en la sangre, como lo son sodio (Na), potasio (K), cloro (Cl), calcio (Ca) y fósforo (P).

3.4.4 Marcadores tumorales

Los marcadores tumorales son glucoproteínas producidas por las células cancerígenas, o bien por otras células del cuerpo en respuesta a la presencia de un cáncer o en ciertas situaciones y patologías benignas (Hermida Lazcano, et al., 2016), por lo que esta área se encarga de medir las concentraciones séricas de los marcadores tumorales, permitiendo planificar un tratamiento o saber si el cáncer se ha diseminado a otros tejidos (García, 2019).

3.4.4.1 PAS: antígeno seroprostático (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- El antígeno prostático específico (PSA) es una glicoproteína producida en el citoplasma de las células epiteliales, conductos y alvéolos de la próstata. El PSA suele encontrarse en las células normales y cancerosas.
- El aumento de los niveles de PSA están relacionados con la edad y se le atribuyen tres factores: crecimiento benigno de la próstata, inflamación tumoral o infección.
- La importancia de la interpretación del PSA consiste en poder detectar de forma temprana los casos de carcinoma de próstata.

3.4.4.2 CEA: antígeno carcinoembrionario (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- El antígeno carcinoembrionario es una glicoproteína presente en tejido embrionario y en ciertos epitelios maligno. Se origina por alteración tisular en la membrana basal, cuya destrucción eleva las cifras del CEA.
- Si bien puede encontrarse elevado por factores no neoplásicos, puede elevarse en carcinoma de colon, mama, estómago, páncreas, pulmón, ovarios y tiroides, de aquí su importancia en la determinación de su concentración sérica.

3.4.4.3 CA 15-3: antígeno del cáncer 125 (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- El antígeno CA 15-3 es una proteína que se encuentra en la mayor parte del tejido epitelial, en la leche, orina y torrente sanguíneo.
- Las determinaciones de sus concentraciones séricas son de gran utilidad para el diagnóstico y pronóstico del carcinoma de mama. Las concentraciones séricas aumentan en la población de pacientes con carcinoma de mama según su etapa evolutiva.

3.4.4.4 B₂M beta-2 microglobulina: (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Medir la concentración de la proteína microglobulina β en sangre, orina y líquido cefalorraquídeo.
- La β -2-microglobulina es una proteína de bajo peso molecular sintetizada por las células nucleadas. Como marcador es útil para seguir la respuesta al tratamiento de pacientes con linfoma maligno o mieloma múltiple.
- Concentraciones elevadas también se relacionan con el compromiso del sistema nervioso central en pacientes con linfoma y leucemia.

3.4.4.5 BhCG: gonadotropina coriónica humana (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Determina la concentración de BhCG en sangre, la cual es una hormona producida por la placenta en mujeres gestantes. Debido a su alta sensibilidad y especificidad permite detectar un embarazo.
- En el caso de las neoplasias la β -Hcg es producida por las células sinciotrofoblásticas permitiendo emplear esta prueba como marcador tumoral para cáncer de células germinales.

3.4.5 Perfil tiroides

El perfil tiroideo consiste en un grupo de pruebas para la evaluación de la función de la glándula tiroides y como ayuda en el diagnóstico de las enfermedades tiroideas (García, 2019).

3.4.5.1 TSH: hormona estimulante de tiroides (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Determinar la concentración sérica de la hormona estimulante de la tiroides (TSH) para evaluar el funcionamiento de la glándula tiroides.
- La TSH es una hormona producida en la hipófisis cuando la tiroides no produce suficiente cantidad de hormonas tiroideas.

3.4.5.2 T4: tiroxina (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Medir la concentración sérica de la hormona T4, una hormona producida por la tiroides, la cual inicialmente está en estado inactivo o de reserva que, para ser utilizada, debe ser convertida por el hígado a T3.
- La tiroxina se encuentra en la sangre de dos formas; t4 libre, que es aquella que entra a los tejidos del cuerpo donde es necesaria; t4 ligada, que se une a las proteínas, impidiendo su paso a los tejidos del cuerpo.
- La prueba de T4 libre determina la concentración de hormona que realmente está disponible para ser utilizada por el organismo, apoyando a la investigación de la función de la función tiroidea.

3.4.5.3 T3: triyodotironina (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Determinar la concentración de hormona T3 liberados en sangre. Esta hormona producida por la glándula tiroides. La mayor parte de la T3 se produce cuando la tiroxina (T4), otra hormona tiroidea, se convierte en T3 en el hígado y los riñones.
- Se presenta de dos formas; t3 ligada a proteínas, la cual se trata de la forma más abundante y que está adherida a proteínas que ayudan a transportarla al resto del cuerpo; t3 libre, siendo esta su forma menos abundante, que circula libremente por el torrente sanguíneo, sin estar adherida a las proteínas.
- Las concentraciones elevadas de T3 indican hipertiroidismo y las concentraciones bajas hipotiroidismo.

3.4.5.4 TG: tiroglobulina (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Glicoproteína yodada producida en las hormonas tiroideas (T3 y T4), es sintetizada por la tiroides en respuesta a la estimulación por TSH.
- Es utilizada como marcador para detectar la recidiva de cáncer diferenciado de tiroides (CDT) tratada con radectomía total y radioyodo.

3.4.6 Perfil hormonal

Estudio empleado para medir la producción de hormona femeninas y masculinas, con lo cual se pueden dictaminar ciertas afecciones como problemas trastornos ováricos, problemas de fertilidad, de producción de espermatozoides, etc. (García, 2019).

3.4.6.1 FSH: hormona folicoestimulante (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Hormona producida por el lóbulo anterior de la hipófisis y transportada por la circulación sanguínea a los testículos y ovarios.
- La determinación de las concentraciones séricas de FSH apoyan al diagnóstico del síndrome de ovario poliquístico, falla de función hipotalámicas, tumores ováricos y neoplasias testiculares.

3.4.6.2 Estradiol (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- El estradiol es el estrógeno más activo derivado del ovario, testículo o placenta. Es conjugado en el hígado con el ácido glucorónico.
- Se emplea en la evaluación de síndrome de tumores feminizantes de ovario o suprarrenales mediante la determinación de su concentración sérica.

3.4.6.3 Testosterona (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es una prohormona producida por los testículos, la cual, para poder realizar sus funciones debe reducirse y así figurar en su forma activa.
- Su estudio es importante debido a que en pacientes con cáncer de próstata la testosterona elevada favorece el crecimiento de las células cancerosas.

3.4.6.4 Insulina (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- La insulina es una hormona polipéptida producida y secretada por las células β de los islotes pancreáticos de Langerhans.
- Esta actúa en el control del metabolismo de los hidratos de carbono y el mantenimiento de los niveles sanguíneos de glucosa, de ahí la importancia de determinar su concentración en suero.

3.4.6.5 ACTH (hormona adrenocorticotrópica) y cortisol (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- La hormona adrenocorticotrópica también conocida por sus siglas como ACTH, es un polipéptido producido por la hipófisis inferior, principal regulador de la corteza suprarrenal.
- La determinación de ACTH en sangre ayuda al diagnóstico de trastornos pituitarios del sistema pituitario-hipotalámico, incluyendo tumores secretados de ACTH, que permiten diferenciar hipercortisolismo (síndrome de Cushing) es o no dependiente de ACTH, además ayuda a diferenciar si el exceso de cortisol o su deficiencia es de origen pituitario o extrapituitario y define si la producción de ACTH se origina en tumor ectópico.
- Por otro lado, el cortisol es un glucocorticoide de la corteza adrenal que afecta el metabolismo de los lípidos, proteínas y carbohidratos. En la práctica y ante la dificultad técnica para determinar los niveles de ACTH, se recurre a una determinación de cortisol, que se expresa al ritmo nictermeral de ACTH.
- La aplicación principal de su determinación sérica es en la determinación de alteraciones suprarrenales, diagnóstico de síndrome de Cushing y otros trastornos pituitarios.

3.4.6.6 PTH: hormona paratiroidea (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- La hormona paratiroidea o paratohormona es un polipéptido producido por la glándula paratiroidea, y que posee una notable influencia sobre el mantenimiento de las concentraciones de calcio iónico.
- La determinación de la concentración sérica de PTH ayuda a estudiar el metabolismo del calcio y establece el diagnóstico de hiperparatiroidismo, además de distinguir las causas de hipercalcemia por causa o no de la paratiroides, también auxilia a relacionar el hiperparatiroidismo con la enfermedad ósea, y en la distinción de hiperparatiroidismo no paratiroideo.

3.4.6.7 Calcitonina (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- La calcitonina, también denominada tirocalcitonina, es un polipéptido

hormonal originado normalmente en las células C de la tiroides (células parafolicelulares) precursoras del carcinoma medular de tiroides y otras neoplasias.

- Es de gran utilidad en la detección de las hiperplasias de las células C de la tiroides, y, en consecuencia, del carcinoma medular de tiroides, especialmente en pacientes con hipertiroidismo y pacientes con neoplasia endócrina múltiple y carcinoma de pulmón.

3.4.7 Microbiología

El área de microbiología se enfoca específicamente en el diagnóstico microbiológico de las enfermedades infecciosas, una parte consiste en el aislamiento, la identificación y la determinación de agentes microbiológicos que provocan ciertas enfermedades (García, 2019).

3.4.7.1 Urocultivos

- Analizar la muestra de orina para detectar la presencia de bacterias en orina.

3.4.7.2 Hemocultivos

- Detectar la presencia de microorganismos en sangre.
- Realizar identificación bacteriana.
- Ejecutar una susceptibilidad microbiana.

3.4.7.3 Siembra bacteriana

- Detectar microorganismos bacterianos mediante una siembra en agares.

3.4.7.4 Antibiograma

- Determinar la susceptibilidad de un microorganismo frente a los medicamentos antimicrobianos, a partir de la exposición de una concentración estandarizada del germen a estos fármacos.

3.4.8 Hematología

El área de hematología se encarga del estudio, diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades de la sangre y órganos que participan en su producción. Un análisis hematológico o hemograma completo es un examen que mide los hematíes, leucocitos y trombocitos (García, 2019).

3.4.8.1 Serie roja

- Medir la concentración de hematíes presentes en el torrente sanguíneo.
- Valorar el porcentaje de hemoglobina presentes en lo hematíes.
- Calcular la relación entre el volumen ocupado por hematíes y

- el correspondiente a la sangre total.
- Calcular el valor medio del volumen de cada hematíe (volumen corpuscular medio).
- Calcular el valor medio del contenido de hemoglobina de cada hematíe (hemoglobina corpuscular media).
- Medir la concentración corpuscular media.

3.4.8.2 Serie blanca

- Establecer el porcentaje de los leucocitos en la sangre, principalmente de neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos.

3.4.8.3 Trombocitos

- Indicar la concentración de plaquetas en sangre para la formación de coágulos.

3.4.8.4 VSG (velocidad de sedimentación globular)

- Medir la velocidad de sedimentación de los hematíes.

4. Vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios

Con base en el perfil del egreso de la Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica por la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco, se establece que el alumno tendrá la capacidad de:

- Participar en las actividades relacionadas al área de preclínica como es en la centrifugación, realización de alícuotas, identificación de muestras y distribución de muestras.
- Intervenir en la toma de muestra a los pacientes internos y externos del instituto.
- Participar en todas las áreas del laboratorio como lo son urianálisis, coagulación, química clínica, marcadores tumorales, microbiología y hematología.
- Asegurar que se cumplan las buenas prácticas de laboratorio en cada una de las áreas con sus procedimientos a realizar.

Asimismo, se presenta una relación del proyecto externo en el Instituto Nacional de Cancerología (INCan) con el plan de estudio de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco:

Módulo 2: Procesos celulares fundamentales.

- Módulo 10: Prevención y control de la propagación microbiana.
- Módulo 11: Obtención de metabolitos de interés industrial para salud.
- Módulo 12: Farmacoepidemiología, Atención y Servicios Farmacéuticos.

5. Metodología

El protocolo elaborado sobre las actividades realizadas en el Instituto Nacional de Cancerología es de tipo experimental, puesto que las actividades realizadas son la toma de muestras en pacientes, pretratamientos de las muestras extraídas, valoración de estos y su posterior uso médico para el diagnóstico del cáncer y otras patologías. Las actividades a realizar serán divididas en siete áreas, por las cuales se estará rotando cada mes y medio, comenzando por el área de preanalítica, para posteriormente pasar por urianálisis, coagulación, química clínica, marcadores tumorales, microbiología y finalmente hematología, donde se establecerán y llevan a cabo actividades específicas según el área.

Comenzando por el área de preclínica, podemos dividirla en el proceso de flebotomía (diagrama 1), pretratamiento de las muestras recolectadas (diagrama 2), recepción de examen general de orina y urocultivos (diagrama 3), recepción de muestras de laboratorio al personal de salud (diagrama 4) y recepción de gasometrías (diagrama 5).

Diagrama 1. Proceso de flebotomía

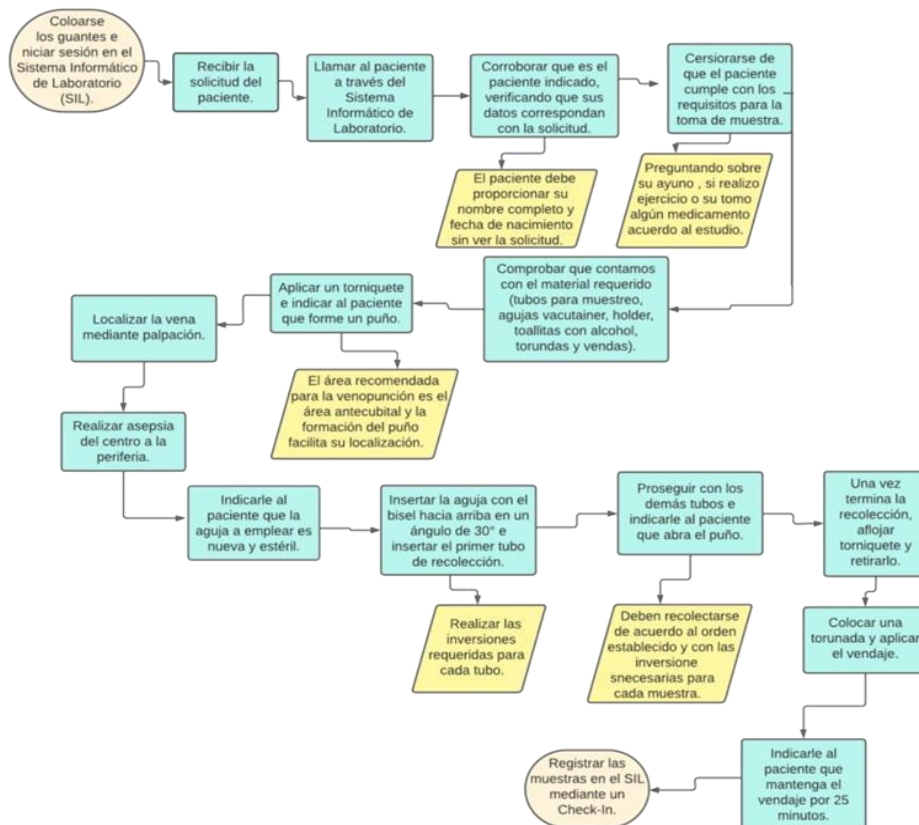


Diagrama 2. Proceso de pretratamiento en el área de preanalítica

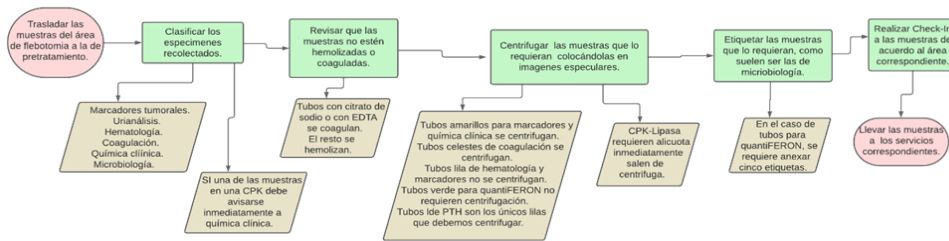


Diagrama 3. Recepción del examen general de orina y urocultivos a pacientes

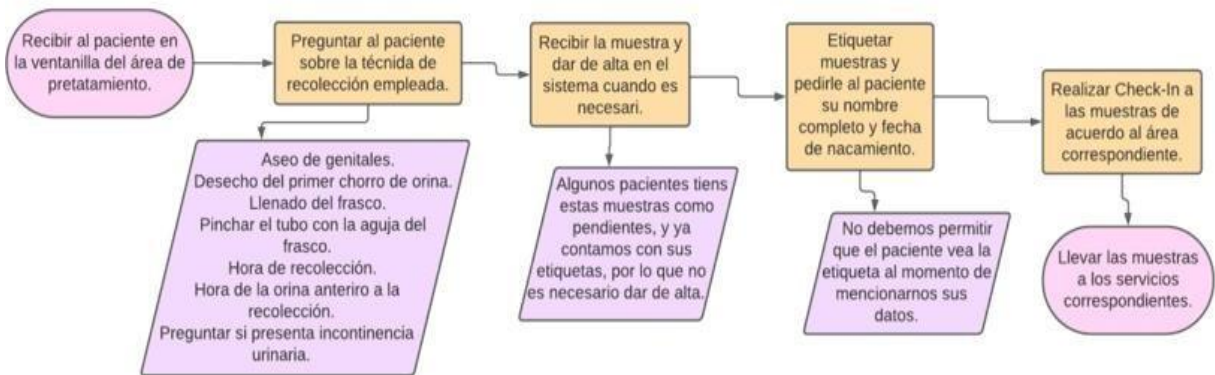


Diagrama 4. Recepción de muestras de laboratorio al personal de salud

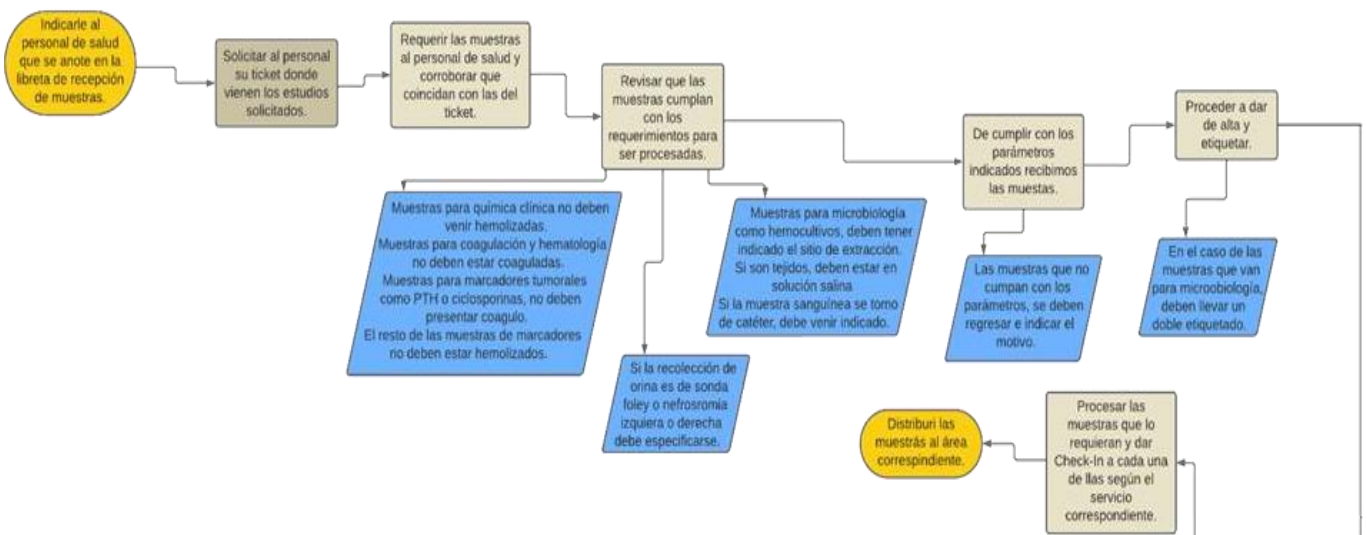
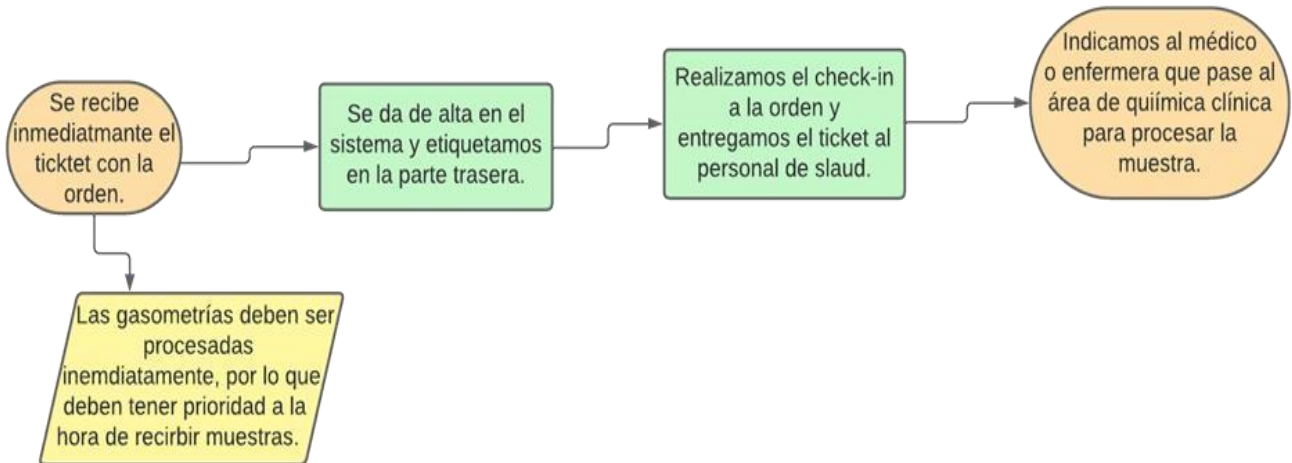


Diagrama 5. Recepción de gasometrías en el área de preclínica



6. Uroanálisis

El uroanálisis, examen general de orina (EGO), análisis de orina o citoquímico de orina, forma parte integral de los exámenes rutinarios en todo el laboratorio clínico, este se describe como un perfil o grupo de pruebas tamiz (Campuzano-Maya & Arbeláez-Gómez, 2007), que tienen como objetivo la obtención de información relevante para el diagnóstico de enfermedades de los riñones y el tracto urinario, el hígado, desordenes metabólicos, así como el monitoreo de la efectividad en el tratamiento de problemas crónicos y en la investigación de condiciones asintomáticas (María & Vicente, 2019), siendo desde el punto de vista médico, una de las mejores herramientas diagnósticas no invasivas.

El análisis de la muestra de orina involucra varios aspectos, como lo son: evaluación macroscópica, análisis químico y el examen microscópico, haciendo que con base al resultado obtenido este sirva como auxiliar en el diagnóstico de enfermedades, funja como un examen de descarte poblacional de enfermedades asintomáticas, congénitas o hereditarias, ayude al monitoreo de la evolución de enfermedades y evaluación de la efectividad o complicación de la terapia (King Strasinger & Schaub Di Lorenzo, 2023).

6.1 Importancia clínica de los diferentes parámetros en el examen general de orina

Como se mencionó anteriormente, el examen general de orina, se divide en tres partes; la evaluación macroscópica/física, evaluación química y evaluación microscópica, de las cuales hablaremos a continuación:

6.1.1 Evaluación macroscópica

- Color: color normal de orina (amarillo claro a pálido) se debe a la presencia de porfirinas, bilirrubina, uroeritrina y otros elementos no identificados, dando a esta un color amarillo claro, por lo que cambios llamativos se informarán en términos de colores definidos: “rojo”, “marrón”, “verde”, etc. (Hohenberger & Kimling, 2008).
- Turbidez: se refiere a la transparencia de una muestra de orina. Esta suele ser transparente, pero muestras en reposo, refrigeradas, o con folatos pueden presentar turbidez (Hohenberger & Kimling, 2008).

6.1.2 Evaluación química

Se utilizan tiras reactivas, con reacciones semicuantitativas, siendo los parámetros a considerar los siguientes (Hohenberger & Kimling, 2008):

- pH: indica la acidez de la orina. Dieta y medicamentos producen alteraciones en este parámetro.

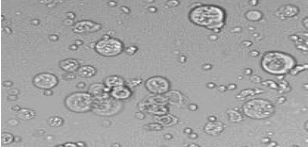

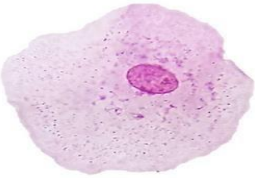


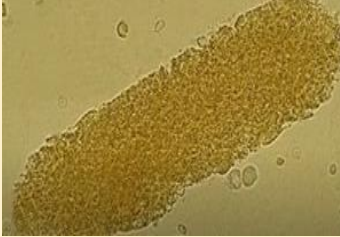

- **Densidad:** ofrece al médico información sobre el estado de hidratación del paciente y de la capacidad de concentración de los riñones, o bien de alguna infección.
- **Glucosa:** se produce cuando se supera la capacidad de reabsorción de glucosa por los riñones (umbral renal). Dicho umbral está normalmente en un nivel de glucosa de entre 150-180 mg/dL.
- **Leucocitos:** los leucocitos excretados en la orina suelen ser granulocitos y la tira reactiva detecta la actividad de su esterasa. No suelen aparecer en orina, pero de estar presentes puede deberse a una infección del tracto urinario.
- **Nitritos:** todo nitrato presente en la orina es convertido en nitrito por reducción bacteriana.
- **Proteínas (albúmina):** el indicador reacciona especialmente a la albúmina secretada cuando hay daño renal.
- **Glucosa:** la detección de glucosa en orina tiene un alto valor diagnóstico para la detección precoz de diabetes mellitus y para el control de la evolución o autocontrol de los pacientes.
- **Cetonas:** aparecen en la orina cuando en el organismo se produce un aumento de la degradación de las grasas debido a un aporte energético insuficiente de hidratos de carbono, es decir, en presencia de un desorden metabólico.
- **Urobilinógeno:** se forma a partir de la reducción bacteriana de la bilirrubina secretada en la bilis, pasando a la corriente sanguínea por reabsorción y seguidamente se degrada en el hígado, para posteriormente eliminarse en la orina. Su presencia en orina se debe a un trastorno de la función hepática.
- **Sangre (eritrocitos/hemoglobina):** la hematuria o eliminación de eritrocitos por la orina suele ser característica de diversos estados patológicos, siendo las principales causas afecciones renales y del tracto urogenital, como poder ser; glomerulonefritis, pielonefritis, cistitis, cálculo vesical o renal, tumor renal o uretral.





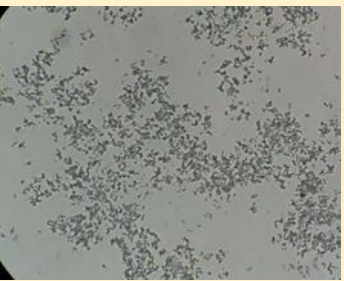

6.1.3 Evaluación macroscópica

Se realiza la observación del sedimento urinario tras haber centrifugado la muestra y con la ayuda del colorante de Malbin. Permite identificar células, cilindros, cristales y microorganismos como se observa en la tabla #1 (Hohenberger & Kimling, 2008):


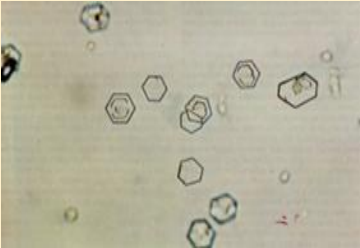
Tabla #1: Evaluación macroscópica del sedimento urinario

Analito	Imagen	Importancia clínica
Eritrocitos		En muestras normales se encuentran de 0-2 células/campo.

Leucocitos		En pacientes sanos se encuentran de 0-3 células/campo.
Células del epitelio pavimentoso o escamoso		Proceden de la uretra o de los genitales externos y se consideran como contaminación.
Células del epitelio transicional		Son más pequeñas que las células del epitelio pavimentoso, suelen ofrecer un aspecto similar a una raqueta de tenis y proceden del tracto eferente.
Células del epitelio renal		Son las únicas que poseen significado diagnóstico. Proviene de los túbulos renales, se parecen a los leucocitos y se distinguen por su gran núcleo redondo.
Cilindros hialinos		Son formaciones no estructuradas, transparentes e incoloras de la proteína de Tamm-Horsfall (mucoproteína formada en los túbulos distales). Carecen de importancia diagnóstica.
Cilindros granulosos		Se observan muy a menudo en presencia de glomerulonefritis crónica. Su matriz incluye gotas de proteínas plasmáticas o fragmentos de células lisadas.
Cilindros eritrocitarios		Están compuestos de eritrocitos incorporados a una matriz homogénea de un cilindro. Indican hematuria de origen renal.

Cilindros leucocitarios		También indican un origen renal de la leucocituria que puede diferenciarse de aquella que se debe a cistitis o al flujo vaginal.
Cilindros epiteliales		Consta de células procedentes de la descamación del epitelio tubular e indican necrosis de las células tubulares causadas por isquemia o tóxicos. Con el tiempo degeneran en cilindros granulosos y finalmente céreos.
Cilindros céreos		Se forman como consecuencia de la falta de excreción de cilindros, lo cual permite una continua degeneración celular. Se observan en afecciones como necrosis tubular, y enfermedades virales por citomegalovirus.
Bacterias y levaduras		La presencia de cualquiera de estos microorganismos es negativa en una orina normal.
Cristales amorfos		Normalmente aparecen después de un reposo prolongado de la muestra o luego de haber sido sometido a cambios de temperatura (urato pH menor a 5) y fosfato (pH mayor a 6). Carecen de importancia clínica.
Cristales de oxalato de calcio monohidratado		Prismas monoclinicos aciculares, generalmente unidos, formando un conjunto agrupado que les da en la proyección un aspecto clásico de pesas

		<p>de gimnasia. Su presencia significa riesgo de cálculo renal alto, más que la presencia de cristales dihidratados.</p>
<p>Cristales de oxalato de calcio dihidratado octaédrico</p>		<p>Se encuentran en orinas ácidas o con pH ligeramente alcalinas. Se hallan formados por dos pirámides tetragonales unidas por su base formando una unidad cristalina con un total de ocho caras. Se excreta como catabolito y puede presentarse en orinas normales. Se relaciona con dietas ácidas (manzana, naranjas, espárragos) y únicamente se asocia a formación de cálculos renales si los cristales son > a 30 micrómetros.</p>
<p>Cristales de oxalato de calcio dihidratado dodecaédrico</p>		<p>Figuras cristalinas de doce caras unidas por la unión de un prisma base más dos pirámides tetragonales. Su presencia es 100% hipercalcemia y 80% de formación de cálculos renales.</p>
<p>Cristales de ácido úrico</p>		<p>Se generan en forma cristalina de caras planas con lados romos y dos aristas bien definidas con pH de 5.0 a 6.0. Su presencia se asocia a la gota, incapacidad del cuerpo para procesar purinas y cánceres en metástasis.</p>

<p>Cristales de fosfato triple magnésico</p>		<p>También llamados fosfatos amonio magnésicos, aparecen en las orinas neutras y alcalinas. Se presentan como prismas incoloros de 3 a 6 caras que con frecuencia tienen extremos oblicuos. Su presencia se asocia a daño renal e hiperparatiroidismo.</p>
<p>Cristales de cistina</p>		<p>Son cristales patognomónicos de la cistinuria, apareciendo como estructuras hexagonales y generalmente planos, la presencia de estos es debido a un daño metabólico.</p>

7. Coagulación

La coagulación es el resultado de una interacción coordinada de las proteínas sanguíneas, las células circulantes, células de la vasculatura y las proteínas de la matriz extracelular en la pared de los vasos (López-Santiago, 2016), por lo que a través de las pruebas de coagulación podemos detectar las alteraciones en dichos procesos los cuales pueden generar cambios en la sangre, desencadenando la formación de trombos o hemorragias (García, 2019). Para la evaluación del sistema de coagulación se utilizan de manera rutinaria pruebas globales que son el tiempo de protrombina (TP), el tiempo de tromboplastina parcial activado (APTT) y el tiempo de trombina (TT). A estas tres pruebas se suma la concentración de fibrinógeno y dímero D, como pruebas mínimas en determinadas situaciones clínicas asociadas con hemorragias y trombos (Martinuzzo, 2017), por lo que dichas pruebas tienen especial interés en pacientes que serán intervenidos quirúrgicamente o requieren de una terapia anticoagulante.

7.1 Importancia de los parámetros asociados a las pruebas de coagulación

Existen dos vías por las que puede iniciarse la coagulación en la muestra obtenida, conocidas como intrínseca (TTPA) y extrínseca (TP). Ambas vías convergen en una vía común (TT) que completa el proceso de la coagulación. Los principales parámetros a evaluar en el Instituto Nacional de Cancerología son tiempo de Protrombina (TP), tiempo de tromboplastina parcial activado (APTT), tiempo de

trombina (TT), fibrinógeno y dímero D, cada uno importante para la evaluación de la cascada de coagulación y poder ver si hay formación de coágulos, trombos o algún problema para detener sangrados.

A continuación, desglosaremos los puntos a evaluar en cada prueba:

7.1.1.1 Tiempo de protrombina (TP) y ratio internacional normalizado (INR), (Martinuzzo, 2017):

- Evalúa la función de los factores de la coagulación de la vía extrínseca y de la vía común de manera integrada. Entre los factores evaluados se incluyen: factor I (fibrinógeno), factor II (protrombina), factor V, factor VII y factor X, es decir, el tiempo en que la vía extrínseca tarda en formar un coágulo.
- Suele solicitarse acompañado de la prueba TTPa, ambas pruebas medidas en segundos.
- Si el paciente se encuentra en terapia anticoagulante oral con inhibidores de la vitamina K como warfarina y acenocumarol se anexa la prueba de la ratio internacional normalizado (INR).
- El INR se calcula a partir del TP y se utiliza para verificar que los tratamientos anticoagulantes son eficaces para prevenir la formación de los coágulos.
- El tiempo de protrombina activa la coagulación cuando se le agrega factor tisular o tromboplastina y calcio (López-Santiago, 2016), por lo que el TP refleja cambios en los niveles de tres factores vitamina K-dependientes (FII, FVII, FX) y del FV.
- Un TP prolongado o aumentado indica que la sangre tarda demasiado tiempo en formar un coágulo sanguíneo. Esto puede ser debido a una enfermedad hepática, a un déficit de vitamina K o a un déficit de alguno de los factores de la coagulación.

7.1.1.2 Tiempo de tromboplastina parcial activado (TTPa), (Guerrero & López, 2015)

- El TTP evalúa la función de los factores de la coagulación de la vía intrínseca y de la vía común de manera integrada, detectando los niveles disminuidos de los factores implicados en esta vía: XII, XI, IX y VIII, pero siendo menos sensible a los factores de la vía final común (X, V y II) a diferencia del TP, en otras palabras, el tiempo en que tarda en formarse un coágulo a partir de la vía intrínseca.
- Además de los factores anteriores, también mide la función del factor I (fibrinógeno) así como precalicreína (PK) y cininógeno de alto peso molecular (HK).
- Para esta reacción al plasma citratado se le agregan fosfolípidos, calcio y un iniciador de los factores de contacto como caolín osílica.

- Se solicita cuando alguien presenta trastornos hemorrágicos o episodios de trombosis inexplicables. Juntamente con el tiempo de protrombina (TP), el TTP se utiliza a menudo como prueba de primera línea en la investigación de la causa de un sangrado o de un episodio trombótico.
- Un TTP prolongado puede ser atribuible a enfermedades subyacentes (enfermedades hepáticas) que causan concentraciones bajas de factores de coagulación, a deficiencias en los factores de coagulación (enfermedad de Von Willebrand, hemofilia A y B), a la presencia de inhibidores o a tratamiento con anticoagulantes.

Para establecer el tipo de trastornos de coagulación que puede tener una persona, los resultados del TTP suelen interpretarse junto con los del TP, como se muestran en la tabla #2 (Guerrero & López, 2015), (Martinuzzo, 2017):

Tabla #2: interpretación del TP y TTPa

TP	TTPa	Interpretación
Prolongado	Normal	Deficiencia congénita o adquirida de uno o varios de los factores FVII, FX, FV, FII e hipofibrinogemia, enfermedad hepática, déficit de vitamina K, déficit de factor VII, tratamientos con anticoagulantes orales anti vitamina K, o bien presencia de inhibidores específicos dirigidos contra factor VII, X, V o II.
Normal	Prolongado	Déficit congénito y/o adquirido de los factores XII, XI, IX, VIII, X, II y V, anticoagulación con anti Xa directos; rivaroxabán > edoxabán > apixabán, tratamientos con hirudina y otros inhibidores directos de trombina, como el inhibidor directo de trombina oral, dabigatrán, Hemofilia A o

		B, presencia de anticoagulante lúpico.
Prolongado	Prologando	Disminución de los factores I, II, V o X, enfermedad hepática grave, CID aguda.
Normal	Normal o ligeramente prolongado	Puede corresponder a una hemostasia normal; sin embargo, el TP y TTPa pueden ser normales en situaciones como déficits moderados de otros factores, y forma leve la enfermedad de von Willebrand.

7.1.1.3 Tiempo de trombina (TT), (Martinuzo, 2017)

- La trombina es una enzima que se encuentra en sangre y que actúa sobre el factor de coagulación conocido como fibrinógeno para formar fibrina, ayudando a la coagulación de la sangre, por lo que esta etapa permite evaluar la parte del proceso hemostático en la que el fibrinógeno se convierte en hebras de fibrina (la última etapa de la vía común).
- Ya que mide el tiempo de coagulación del plasma citrado cuando se le agrega como reactivo trombina. Es independiente de posibles alteraciones que afecten las vías extrínseca e intrínseca.
- Se prolonga cuando hay fibrinógeno anormal, disminuido o cuando hay elevación de los productos de fragmentación de la fibrina; por lo tanto, resulta un buen parámetro para evaluar coagulación intravascular diseminada y hepatopatías.
- Se solicita como parte del estudio de un posible trastorno de la coagulación o de la formación inadecuada de coágulos (episodio trombótico), especialmente para evaluar la concentración y funcionalidad del fibrinógeno.
- Esta prueba es muy sensible a la anticoagulante heparina. Por este motivo, el TT se había utilizado en la monitorización del tratamiento con heparina no fraccionada, así como para detectar la contaminación con heparina en una muestra de sangre.

Cabe destacar que el tiempo de trombina se prolonga en las siguientes situaciones como se muestra en la tabla #3, (Martinuzzo, 2017):

Tabla #3: prolongación del tiempo de trombina

Tiempo de trombina	Prolongado	Causas
		Tratamiento con heparina no fraccionada, ya que es una prueba muy sensible a su presencia.
		Tratamiento con inhibidores directos de trombina endovenosos (bivaldurina, hirudina) y orales (dabigatrán) a los cuales es una prueba muy sensible.
		Disminución de la concentración de fibrinógeno (hipofibrinogenemia o afibrinogenemia) y/o una función anormal del fibrinógeno (disfibrinogenemia).
		Alunos trastornos como la coagulación intravascular diseminada (CID) o la fibrinólisis anormal afectan la formación de fibrina.

7.1.1.4 Fibrinógeno

- También llamado Factor I, es una proteína fibrosa y adhesiva (Vargas-Ruiz, 2016) del plasma sanguíneo producido por el hígado (Martinuzzo, 2017) esencial para la formación de un coágulo que detenga el sangrado.
- Cuando se daña un vaso sanguíneo, el cuerpo forma un coágulo de fibrina para detener el sangrado. La fibrina, derivada del fibrinógeno, es la proteína principal que ayuda a formar el coágulo (Vargas-Ruiz, 2016).
- Se dispone de dos tipos de pruebas para evaluar el fibrinógeno: la prueba de actividad de fibrinógeno evalúa cómo funciona el fibrinógeno en el momento

de formar un coágulo, mientras que la prueba de fibrinógeno antígeno mide la cantidad de fibrinógeno en sangre.

- La prueba del fibrinógeno es útil para evaluar el fibrinógeno, proteína esencial en el proceso de la coagulación sanguínea por lo que suele solicitarse cuando hay un sangrado prolongado o inexplicable, una trombosis o resultados alterados del tiempo de protrombina (TP) y ratio internacional normalizado (INR) o del tiempo de tromboplastina parcial (TTP, aTTP), (Martinuzzo, 2017).

Los resultados del análisis del fibrinógeno se expresan como concentración de la proteína en sangre. La actividad de fibrinógeno se traduce a concentraciones, para poder establecer comparaciones con los resultados del fibrinógeno antígeno. Los resultados generalmente se interpretan en el contexto de los resultados de otras pruebas (López-Santiago, 2016), como observamos en la tabla #4:

Tabla #4: alteraciones del fibrinógeno

Proteína	Elevación	Disminución
Fibrinógeno	Enfermedad cardiaca coronaria, infarto agudo de miocardio.	Una enfermedad hereditaria como la afibrinogenemia o hipofibrinogenemia.
	Trastornos inflamatorios: como artritis reumatoide y glomerulonefritis que es una forma de enfermedad renal.	Una enfermedad adquirida como la enfermedad hepática terminal o la malnutrición grave.
	Infecciones agudas.	Coagulación intravascular diseminada (CID) y en las fibrinólisis anormales
	Cáncer.	Transfusiones de sangre de elevado volumen, administradas de manera rápida.

7.1.1.5 Dímero D (López-Salvio et al., 2018)

- El dímero-D es uno de los compuestos proteicos que se produce en el momento en que un coágulo de sangre se disuelve en el organismo. Suele ser indetectable, excepto si el organismo está pasando por un proceso de formación y disolución de coágulos. En tal caso, las concentraciones de

dímero-D en sangre pueden aumentar. Esta prueba detecta el dímero-D en sangre.

- Este dímero es el producto final de la degradación de fibrina que sirve como indicador serológico de la activación de la coagulación y del sistema fibrinolítico.
- El dímero D es el producto de la degradación de fibrina (componente principal del trombo) por la plasmina, (enzima fibrinolítica). El fibrinógeno se convierte en fibrina por acción enzimática de la trombina, la cual se une a los fibrinopéptidos A y B, dando como resultado la dimerización de los dominios D.
- La fibrina es el producto final de la cascada de la coagulación. Posteriormente se produce la unión de la terminación C con el factor XIII y la red de fibrina insoluble. En la degradación de la fibrina interviene la plasmina, ésta proteoliza sus uniones y genera dímeros D y fragmento E.
- Por lo tanto, la presencia del dímero D indica la activación de la coagulación y del sistema fibrinolítico.
- El dímero-D se solicita para descartar la presencia de un trombo (coágulo). Algunas de las situaciones en las que se emplea el dímero-D para descartar algún trastorno son: trombosis venosa profunda (TVP), tromboembolismo pulmonar (TEP) o accidente cerebrovascular.
- Las concentraciones de dímero-D pueden usarse para diagnosticar una coagulación intravascular diseminada (CID) y para controlar si el tratamiento aplicado está siendo eficaz.

A diferencia de los parámetros anteriores, el dímero D no es tan sencillo de interpretar, pues los factores que lo afectan son variables, como podemos ver en la tabla #5 (López-Salvio et al., 2018):

Tabla #5: alteraciones del dímero D

		Formación excesiva de coágulos
Dímero D	Elevado	Tromboembolismo venoso.
		Coagulación intravascular diseminada (CID).
		Un aumento de las concentraciones de dímero-D no siempre indica la presencia de un coágulos; traumatismos, infecciones, infarto agudo

de miocardio y algunos cánceres o trastornos en los que no se elimina correctamente la fibrina de la sangre, como en la enfermedad hepática.

8. Marcadores tumorales

Los marcadores tumorales son glucoproteínas producidas por las células cancerígenas, o bien por otras células del cuerpo en respuesta a la presencia de un cáncer o en ciertas situaciones y patologías benignas (Hermida Lazcano, *et al.*, 2016), es decir, ser producidas tanto por células normales como por tumorales, aunque se producen en niveles muchos más altos cuando hay cáncer (Hermida Lazcano, *et al.*, 2016), sin embargo, estos no son específicos y pueden encontrarse en orina, sangre, líquido cefalorraquídeo, pleural o cualquier líquido estéril (Olivares *et al.*, 2020) por lo que su interpretación requiere experiencia.

8.1 Utilización de los marcadores tumorales en el diagnóstico y seguimiento de pacientes con cáncer

- De forma ideal, los MT deberían ser útiles para (Hermida Lazcano, *et al.*, 2016):
- La detección precoz de un cáncer.
- Establecer el pronóstico pretratamiento (estadiaje).
- Seguimiento postratamiento (respuesta a la terapia).
- Predecir las recurrencias, presentar una elevada sensibilidad, especificidad y valor predictivo positivo y ser órgano-específicos y tumor-específicos.

Sin embargo, en la práctica diaria, los MT son poco específicos, ya que pueden aumentar en diferentes tumores y en procesos benignos, y son poco sensibles en los estadios iniciales de la enfermedad, generando que su principal aplicación en la clínica radique en el seguimiento de los pacientes, tanto para tratar una recidiva temprana, como evaluar la efectividad del tratamiento instaurado (Hermida Lazcano, *et al.*, 2016), además pueden tener valor para establecer la extensión de la enfermedad, monitorizar la propia enfermedad y predecir en muchos casos el pronóstico del proceso tumoral (Maya, 2010).

8.2 Limitaciones de los marcadores tumorales

- El uso de los MT tiene algunas limitaciones, (Hermida Lazcano, *et al.*, 2016):

- Por un lado, no son específicos de un tipo de tumor.
- En segundo lugar, no todos los pacientes con un tipo de cáncer muestran un nivel elevado de un determinado marcador asociado al tumor.
- Hay algunas situaciones no cancerosas en las que pueden estar elevados algunos marcadores tumorales.

8.3 Parámetros a evaluar en los marcadores tumorales

El área de marcadores se divide en 4 áreas, las cuales son el ARCHITECT, COBAS, electroforesis y biología molecular, cada una con sus pruebas y metodologías específicas, las cuales desglosaremos a continuación:

8.3.1 ARCHITECT

El equipo ARCHITECT se encarga de procesar los marcadores CEA (antígeno carcinoembrionario), CA 15-3 (antígeno de carbohidratos 15-3), CA 125 (antígeno del cáncer 125), HE4 (proteína epididimal hormona 4), prueba de ciclosporina, metrotexato, perfil anémico (ferritina, folatos/ácido fólico/vit. B-9 y vit. B-12), hormona PTH y perfil hormonal, el cual está compuesto por; hormona folicestimulante (FSH), hormona luteinizante (LH), prolactina, testosterona, progesterona, estrógeno y estradiol, todo esto a partir de una metodología de inmunoensayo denominada quimioluminiscencia, la cual se basa en la producción de luz a partir de una reacción química. Dos compuestos químicos reaccionan para formar un intermediario en estado excitado (alta energía), que posteriormente liberará parte de su energía como fotones de luz. En este caso, el inmunoensayo quimioluminiscente de micropartículas mide la concentración del analito determinando la presencia de anticuerpos, antígenos y analitos en la muestra. La muestra y las partículas paramagnéticas recubiertas con moléculas de captura se dispensan en la cubeta de reacción, el agitador homogeniza la mezcla, la mezcla de reacción se incuba y el analito presente en la muestra se une a las moléculas de captura de las micropartículas paramagnéticas y forman un inmunocomplejo, posteriormente un imán atrae las micropartículas que se unen al analito específico hacia la cubeta de reacción, se lava para eliminar restos no unidos y se dispensa un conjugado de acridinio quimioluminiscente, se une a la muestra, se incuba, se vuelve a lavar y con peróxido de hidrógeno se crea un medio ácido que impide pérdida de luz, aglutinación, y separa el colorante de acridinio para poder emitir la luz (Abbot, 2023).

8.4 Marcadores procesados por el ARCHITECT:

A continuación, se presenta una lista de los principales marcadores que se procesan en el equipo ARCHITECT

8.4.1 CEA: antígeno carcinoembrionario (Gómez-Gutiérrez & Casas-Gómez, 2014)

- Glucoproteína presente en el embrión en desarrollo, pero que suele desaparecer en la edad adulta.
- Cuando el CEA aparece en sangre adulta, esto puede indicar cáncer, principalmente cáncer colorrectal (CCR), pero también cáncer de mama, pancreático, renal, hígado, cuello cervical, páncreas, linfoma, pulmón o estómago.
- Debido a la gran variedad de cáncer con las que se asocia, es un marcador altamente inespecífico, por lo que es empleado principalmente para monitorear pacientes post cirugía por cáncer colorrectal.

8.4.1.1 CA 15-3: antígeno carbohidratado 15-3 (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es una proteína sintetizada de manera normal por las células de mama.
- Al ser una proteína liberada por las células tumorales hacia la circulación, se usa principalmente para el control del tratamiento de cáncer de mama, sobretodo en estados avanzados (metástasis).
- En cánceres con cáncer de mama avanzados y rara vez genera falsos positivos.
- Puede elevarse en cáncer de ovario, pulmón, próstata, en hepatitis, cirrosis y lupus.

8.4.1.2 CA 19-9: antígeno carbohidratado 19-9 (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Glucoproteína sintetizada en diversos epitelios (superficies de células cancerosas) que se elevan típicamente en pacientes con cáncer de páncreas en estadios avanzados o fases terminales.
- Se encuentra elevado en el 70-90% de pacientes con cáncer de páncreas avanzado, sin embargo, no diferencia una pancreatitis aguda de un cáncer de páncreas.
- Cáncer de pulmón, estómago o colón pueden llegar a generar falsos positivos si el cáncer está en fase inicial.

8.4.1.3 CA-125: antígeno de cáncer 125 (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es una glucoproteína de alto peso molecular que se eleva comúnmente en los tumores mamarios epiteliales o del epitelio celómico no mucinoso/cáncer de ovario no mucinoso.

- Actúa principalmente como pronóstico, aporta información al tratamiento quirúrgico, quimioterapia, radioterapias, por lo que solo es útil en algunas circunstancias.
- También puede encontrarse elevado en otras neoplasias, como el cáncer de mama, endometrio, gástrico, vejiga, pulmón, páncreas, hígado, melanoma y linfomas y en
- patologías benignas como endometriosis, durante la menstruación, en el primer trimestre del embarazo, en el postparto, en hepatopatías y pancreatitis
- En varios cánceres de ovarios solo se eleva ligeramente, por lo que en mujeres asintomáticas no es un marcador útil.

8.4.1.4 HE-4 proteína epididimal hormona 4 (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Producida por la mayoría de las células del cáncer de epitelio de ovario.
- Suele aumentar de manera significativa en mujeres con cáncer de epitelio de ovario.
- Se usa junto con el CA-125 en la monitorización de cáncer de epitelio de ovario una vez que la paciente ha sido sometida a tratamiento complementándose y permitiendo así mejorar la monitorización y evolución del cáncer de ovario después de entrar en tratamiento.

8.5 Otras pruebas de marcadores tumorales en el ARCHITECT

Además de las pruebas mencionadas con anterioridad tenemos otra serie de pruebas y algunos perfiles, los cuales se mencionarán a continuación:

8.5.1 Ciclosporina (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- La ciclosporina es un fármaco inmunosupresor que se utiliza para disminuir las defensas del organismo.
- Esta prueba determina la cantidad de ciclosporina en la sangre, principalmente cuando un individuo se somete a un trasplante, pues la ciclosporina al disminuir el sistema inmune impide que el organismo rechace el trasplante, sin embargo, concentraciones altas de ciclosporina hacen susceptible al huésped frente a microorganismos oportunistas, por lo que es importante comprobar los niveles.

8.5.1.1 Metrotexato (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es un fármaco perteneciente a la familia de los antimetabolitos (evita la división de las células, impidiendo el crecimiento de los tumores al impedir su capacidad de dividirse).

- Al ser un medicamento citotóxico, impide que las células se dividan, es decir, no distingue entre células sanas y cancerosas, por lo que debe monitorizarse su concentración en el organismo.
- A concentraciones altas resulta tóxico, ya que genera daño hepático, pulmonar o bien puede suprimir la producción celular por parte de la médula ósea.

8.5.1.2 PTH: paratohormona (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es un polipéptido (molécula compuesta por aminoácidos unidos entre sí para formar proteínas), secretado y sintetizado por las glándulas paratiroides. Una vez sintetizada se almacena en las vesículas y glándulas paratiroides secretoras.
- La PTH ayuda al organismo a mantener concentraciones estables de calcio, fósforo y vitamina D en la sangre.
- Saber sus niveles ayuda a prevenir y monitorear el tratamiento de hipercalcemias, hipocalcemia, hiperparatiroidismos o niveles anormales de fósforo en la sangre.

8.6 Perfiles realizados por el ARCHITECT

8.6.1 Perfil anémico

Ferritina (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es una proteína de hierro pentavalente que se une a una proteína denominada apoferritina, para formar una proteína soluble que constituye el principal depósito de hierro en el organismo.
- Se solicita para conocer los niveles de hierro almacenados en el organismo, y a su vez, permite conocer los niveles de hierro en estado de reserva.

Folatos/ácido fólico/vitamina B9 (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es una vitamina hidrosoluble del complejo B9 que actúa como coenzima en la síntesis y metabolismo de proteínas junto con la vitamina B-12 y C.
- Se solicita ya que la determinación de sus niveles es útil para detectar su deficiencia, monitorear terapia con folatos, diagnosticar y hacer seguimiento de las anemias megaloblásticas originadas por una deficiencia de folatos.
- Sus niveles bajos también se asocian con una anemia hemolítica.

Vitamina B-12 (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- La vitamina B-12 o cianocobalamina resulta indispensable para la formación de glóbulos rojos, crecimiento corporal, regeneración de tejidos y síntesis del DNA.
- El déficit de B-12 da lugar a la anemia perniciosa y megaloblásticas, además de generar trastornos neurológicos, daños neurológicos.

8.6.1.1 Perfil hormonal

FSH: Hormona folicoestimulante (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es una hormona perteneciente a la familia gonadotropina, sintetizada y secretada por el lóbulo anterior de la hipófisis.
- Se encarga de regular el ciclo de reproducción tanto en el hombre como en la mujer. En el hombre ayudan en el proceso de espermatogénesis y en mujeres mantienen el funcionamiento ovárico.
- Niveles elevados se asocian al síndrome de ovario poliquístico o tumores ováricos en el caso de las mujeres, mientras que en los hombres al síndrome testicular feminizante, y en ambos sexos puede generar lesiones del SNC, síndrome de Turner y daño gonadal.

LH: Hormona luteinizante (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es una hormona perteneciente a las gonadotropinas que se sintetizan en la hipófisis del cerebro.
- Junto con la FHS, la LH regula el sistema reproductor y el endocrino en ambos sexos; en hombres estimula la producción de hormonas esteroideas en los testículos como la testosterona; en las mujeres por otro lado, estimula la producción de andrógenos en los ovarios que son precursores de estrógenos.
- Niveles altos se encuentran asociados a insuficiencia ovárica, síndrome de ovario poliquístico y menopausia precoz y su elevación junto con la FSH es característica de un síndrome de Stein-Leventhal.
- También funge como marcador de los niveles de testosterona, pues si la LH está disminuida, la testosterona está elevada.

Prolactina (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es una hormona sintetizada en la parte anterior de la hipófisis y es esencial para la producción de leche materna.
- También juega un papel de la osmorregulación, producción y drenaje del

líquido amniótico.

- Útil para detectar la presencia de prolactinoma en presencia de síntomas, también ayuda a la detección de galactorrea, infertilidades, disfunción eréctil, evalúa la función de la hipófisis y trastornos de la hipófisis.

Testosterona (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es una prohormona androgénica (precursora de la hormona) producida por los testículos, la cual, para poder realizar sus funciones debe reducirse y así figurar en su forma activa.
- Es una hormona sexual propia del género masculino, la cual permite desarrollar los músculos, desarrollo de genitales y caracteres sexuales masculinos, sin embargo, las mujeres pueden llegar a producir una pequeña cantidad.
- Su estudio es importante debido a que en pacientes con cáncer de próstata la testosterona elevada favorece el crecimiento de las células cancerosas, y en ocasiones suele elevarse en las mujeres que presentan cáncer de mama y endometrio.

Progesterona (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es la principal hormona sexual femenina, la cual se sintetiza por completo en el cuerpo lúteo cuando no existe embarazo, y al presentarse este, lo hace la placenta. La progesterona tiene como precursor al colesterol, la acetona y la pregnenolona y pregnadióles.
- Son responsables de mantener el embarazo, pues ayuda al endometrio a prepararse para la anidación, prepara las glándulas mamarias para su lactancia, mantener el tejido uterino en condiciones óptimas del embarazo y contribuye a la aparición de los caracteres sexuales femeninos secundarios, mientras que en los hombres previene la aparición de hiperplasia de la próstata.
- Determinar sus concentraciones en sangre es importante debido a que niveles elevados después de un embarazo se relaciona con un cáncer de ovario, cáncer suprarrenal o de mama.

Estrógenos (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Son hormonas esteroideas (derivados del ciclo del ciclopentanoperhidrofenantreno) del tipo femenino principalmente. Es producido principalmente por los ovarios y en menores cantidades por las glándulas adrenales. En los hombres, las pequeñas cantidades producidas provienen de la corteza suprarrenal de las células Sertoli y de los túbulos seminíferos.

- Los estrógenos ayudan en la maduración de los órganos reproductores femeninos; vagina, útero y trompas de Falopio, además cumple un papel importante en el metabolismo de las grasas, funcionamiento óseo, ayudan en activación e inactivación de las síntesis de proteínas. En hombres favorecen la producción y desarrollo de espermatozoides.
- Valorar su concentración es esencial, pues valores bajos se asocian a cáncer de mama o síndrome de ovario poliquístico, a su vez, valores elevados son característicos de tumores ováricos.

8.7 COBAS

El COBAS es el equipo encargado de procesar los marcadores β -HCG (hormona gonadotropina coriónica humana), AFP (α -fetoproteína), PSA (antígeno prostático específico) total y libre, así como el perfil tiroideo, el cual está compuesto por la hormona estimulante de la tiroides (TSH), hormona tiroxina (T4) libre, ligada/normalizada y total, hormona triyodotironina (T3) y tiroglobulinas (TG), junto con el perfil TORCH, integrado por las pruebas de toxoplasmosis, otras infecciones (sífilis, tuberculosis, VIH, hepatitis), rubeola, citomegalovirus y herpes simple, aunado a esto el COBAS nos permite realizar estudios de vitamina D total, interleuquina I (IL-1) e interleuquina II (IL-2), todas estas pruebas a través de la metodología de inmunoensayo denominada electroquimioluminiscencia, la cual es solo una variante de la quimioluminiscencia aplicada en el ARCHITEC.

La electroquimioluminiscencia es una técnica en la cual se generan productos capaces de emitir fotones (a partir de un sustrato estable) empleando dos componentes principales: tris-biridil-rutenio y tripopilamina, los cuales participan en el proceso de excitabilidad de la reacción. Se trata de un inmunoensayo no competitivo, donde el anticuerpo utilizado recubre unas macropartículas imantadas, que tras la transformación antígeno-anticuerpo, se fijarán al electrodo por magnetismo, dicha reacción tiene un lugar en la superficie de los electrodos de platino en los que se forma un campo eléctrico usando un voltaje determinado, dicho anticuerpo está conjugado con un marcador derivado del rutenio, capaz de emitir fotones cuando se aplica una pequeña diferencia potencial sobre el electrodo. La energía lumínica que se emite de esta reacción se detecta por medio de un fotomultiplicador, y el catión rutenio reacciona de esta manera con el radical TPA (tripopilamina), produciendo un fenómeno llamado reducción, así se produce la emisión de fotones a una longitud de onda de 620 nm que son captados por el fotomultiplicador para leer la absorbancia (Roche, agosto 25, 2024).

8.7.1 Marcadores procesados en el COBAS

A continuación, se presenta una lista de los principales marcadores que se procesan en el equipo COBAS:

8.7.1.1 β -HCG: hormona gonadotropina coriónica humana (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es una hormona producida por la placenta en mujeres gestantes, siendo relevante su determinación en pruebas de embarazo, sin embargo, algunos tejidos anómalos, tumores y cánceres pueden producir β -HCG.
- Adquiere relevancia como marcador tumoral, principalmente en tumores de células germinales, aunque también puede aumentar en cáncer de páncreas y piel.
- Pueden producirse cantidades insignificantes en presencia de tumores no trofoblásticos, carcinoma de páncreas, de estómago, pulmón o seno.

8.7.1.2 AFP: α -fetoproteína (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es una proteína sintetizada por el hígado del feto en desarrollo y por el saco vitelino (estructura presente en las primeras semanas de desarrollo del embrión). Las concentraciones de estas proteínas son altas en el recién nacido, pero disminuyen rápidamente.
- Si bien se produce principalmente en las células del hígado del embrión, puede generarse en cantidades mínimas en el tracto gastrointestinal.
- Su función como marcadores es que si en el adulto se presenta en concentraciones elevadas puede deberse a lesiones hepáticas, carcinomas hepatocelulares, carcinoma hepático y en menor medida carcinoma ovárico o gastrointestinal.

8.7.1.3 PSA (antígeno prostático específico) total y libre (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- La próstata es una glándula situada en la base de la vejiga de los varones, esta produce secreción ácida que aporta compuestos al semen como es el PSA. Una parte muy pequeña del PSA producida por la próstata pasa a la circulación sanguínea, la cual se mide para el diagnóstico y pronóstico del cáncer de próstata.
- La PSA es una glucoproteína con actividad enzimática que tiene como función licuar el semen producido por el citoplasma de las células epiteliales y conductos alveolares de la próstata.
- El PSA a medir se divide en total y libre; el primero es total de PSA unido a proteínas, y con base a la cantidad producida se puede correlacionar con el tamaño del tumor, por ende, a mayor PSA total más extendido está el tumor, sin embargo, el PSA total puede elevarse en la hiperplasia benigna de próstata o en prostatitis, por otro lado, el PSA libre es aquel que no va acompañado de proteínas, y funge como marcador pues al tener menor cantidad de PSA libre hay mayor probabilidad de tener cáncer de próstata y a mayor cantidad se asocia con hiperplasia benigna.

8.8 Perfiles realizados en el COBAS

Cabe resaltar que el COBAS también realiza los siguientes perfiles:

8.8.1 Perfil tiroideo

TSH: hormona estimulante de la tiroides (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Hormona producida en la hipófisis cuando la tiroides no produce suficiente cantidad de hormonas tiroideas, la hipófisis fabrica mayor cantidad de TSH a fin de estimular la glándula tiroidea y aumentar la producción de dichas hormonas. Si la glándula tiroidea produce mayor cantidad de hormonas tiroideas, la hipófisis produce menor TSH.
- Actúa directamente sobre la tiroides para que los depósitos producidos de hormona T3 y T4 salgan a la circulación.
- Debido a que actúa sobre la tiroides sus valores en sangre nos ayudan a saber sobre la presencia de problemas en esta; una TSH elevada significa hipotiroidismo y viceversa, una TSH disminuida es igual a hipertiroidismo.

T3: Hormona triyodotironina (García, 2019)

- Hormona producida por la glándula tiroides. La mayor parte de la T3 se produce cuando la tiroxina (T4), otra hormona tiroidea, se convierte en T3 en el hígado y los riñones.
- Esta hormona se presenta en la sangre de dos formas; t3 ligada a proteínas, la cual se trata de la forma más abundante y que está adherida a proteínas que ayudan a transportarla al resto del cuerpo; t3 libre, siendo esta su forma menos abundante, que circula libremente por el torrente sanguíneo, sin estar adherida a las proteínas.
- Las concentraciones elevadas de T3 indican hipertiroidismo y las concentraciones bajas hipotiroidismo.

T4: Hormona tiroxina (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Hormona producida por la tiroides, la cual inicialmente está en estado inactivo o de reserva. Para ser utilizada, debe ser convertida por el hígado a T3.
- La tiroxina se encuentra en la sangre de dos formas; t4 libre, que es aquella que entra a los tejidos del cuerpo donde es necesaria; t4 ligada, que se une a las proteínas, impidiendo su paso a los tejidos del cuerpo.
- La prueba de T4 libre determina la concentración de hormona que realmente está disponible para ser utilizada por el organismo, apoyando a la investigación de la función de la función tiroidea.
- La disminución de la T4 se asocia con un hipotiroideos y su elevación con hipertiroidismo.

TG: tiroglobulinas (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Glicoproteína yodada producida en las hormonas tiroideas (T3 y T4), es sintetizada por la tiroides en respuesta a la estimulación por TSH.
- Es utilizada como marcador para detectar la recidiva de cáncer diferenciado

de tiroides (CDT) tratada con radectomía total y radioyodo.

8.8.1.1 Perfil TORCH (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- El TORCH es un acrónimo de enfermedades congénitas infecciosas en mujeres embarazadas, aunque no excluye mujeres sin estado de gestación u hombres. El acrónimo TORCH se utiliza para caracterizar un cuadro compatible con una infección congénita.
- Una infección congénita es aquella que puede ser transmitida por la madre al hijo antes del nacimiento o durante el parto y/o al parir por vía transplacentaria, al paso del neonato por el canal del parto, después del nacimiento (lactancia).
- Este perfil incluye: Toxoplasmosis, Otras infecciones (sífilis, tuberculosis, VIH, hepatitis), Rubéola, Citomegalovirus y Herpes simple. Lo que hace es evaluar los niveles de anticuerpos (IgM e IgG) frente a las infecciones, que, dependiendo de los valores, pueden indicar si una infección está en estado activo (IgM) o si se presentó con anterioridad (IgG).

8.9 Otras pruebas realizadas por el COBAS

Vitamina D (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- La vitamina D es un precursor liposoluble de la hormona esteroide producida principalmente por el riñón por las hidroxilaciones de la vitamina D-25-hidroxi, así como por la piel y efecto de la luz solar. Es biológicamente inerte y requiere de hidroxilaciones sucesivas en el hígado y los riñones para convertirse en la 1, 25-dihidroxitamina D bioactiva.
- Es importante revisar los niveles de vitamina D en sangre puesto que es esencial para mantener la salud en los huesos, detectar raquitismo renal, insuficiencias en la absorción de calcio por parte de los huesos y relación con el hipotiroidismo.
- Si hay un aumento de la PTH significa que hay una deficiencia de la vitamina D.

Interleuquina I (IL-1), (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- La IL-1 es una citosina producida por los macrófagos activado, células epiteliales y endoteliales. Se producen en grandes cantidades como respuesta a una infección o cualquier tipo de lesión e inclusive como respuesta al estrés.
- Es un mediador clave frente a la respuesta inflamatoria, que ocasiona fiebre, neutrofilia y producción de proteínas en fase aguda.

Interleuquina II (IL-II), (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Es una citosina que regula la respuesta inmunitaria e interviene en reacciones inflamatorias estimulando la síntesis del interferón. Induce la liberación de IL-I, TNF- α y TNF- β . Es necesaria para el establecimiento de la memoria inmunitaria celular, así como el reconocimiento de los antígenos.
- Los niveles altos de IL-II se asocian a citotoxicidad de los Natural Killer y de los monocitos, e induce proliferación y deformación de los leucocitos.
- Los niveles bajos de IL-II son sinónimo de inmunodeficiencias severas o síndrome de inmunodeficiencia adquirida.

ACTH: hormona adrenocorticotrópica, (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- Se denomina ACTH a la abreviatura de la hormona adrenocorticotrópica, polipéptido producido por la hipófisis inferior, principal regulador de la corteza suprarrenal.
- La determinación de su concentración sérica es un pilar fundamental para el diagnóstico del síndrome de Cushing, además evaluar la etiología del síndrome de Cushing, ayuda a diferenciar si el exceso de cortisol o su deficiencia es de origen pituitario o extrapituitario y define si la producción de ACTH se origina en tumor ectópico.
- Ayuda al diagnóstico de trastornos pituitarios del sistema pituitario-hipotalámico, incluyendo tumores secretados de ACTH, que permiten diferenciar hipercortisolismo (síndrome de Cushing) es o no dependiente de ACTH.

Cortisol (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- El cortisol es un glucocorticoide de la corteza adrenal que afecta el metabolismo de los lípidos, proteínas y carbohidratos.
- Estimula la glucogénesis por el hígado, inhibe el efecto de la insulina y disminuye los niveles de glucosa que se usan intrínsecamente.
- En la práctica y ante la dificultad técnica para determinar los niveles de ACTH, se recurre a una determinación de cortisol, que se expresa al ritmo nictemeral de ACTH.
- La aplicación principal de su determinación sérica es en la determinación de alteraciones suprarrenales, diagnóstico de síndrome de Cushing y otros trastornos pituitarios.
- Los niveles de cortisol se encuentran disminuidos en hiperplasia adrenal, enfermedad de Addison, hipotiroidismo, hepatitis y cirrosis, pero se elevan en hipertiroidismo, síndrome de Cushing, estrés (trauma o cirugía), sobreproducción de ACTH debido a tumores y adenoma adrenal.

Calcitonina (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- La calcitonina, también denominada tirocalcitonina, es un polipéptido hormonal originado normalmente en las células C de la tiroides (células

parafolicelulares) precursoras del carcinoma medular de tiroides y otras neoplasias.

- Se aprecian ligeramente aumentados en leucemia mieloide, blastomas de glándulas mamarias y pulmón, como también en hipertiroidismo, falla renal e inflamación crónica.
- Es de gran utilidad en la detección de las hiperplasias de las células C de la tiroides, y, en consecuencia, del carcinoma medular de tiroides, especialmente en pacientes con hipertiroidismo y pacientes con neoplasia endócrina múltiple y carcinoma de pulmón.

Insulina (Gómez Gutiérrez & Casas Gómez, 2014)

- La insulina es una hormona polipéptida producida y secretada por las células β de los islotes pancreáticos de Langerhans.
- Esta actúa en el control del metabolismo de los hidratos de carbono y el mantenimiento de los niveles sanguíneos de glucosa, de ahí la importancia de determinar su concentración en suero.

8.10 Electroforesis e inmunofijación de proteínas en suero y orina

Mediante las técnicas de electroforesis e inmunofijación de proteínas en orina y suero podemos identificar la presencia de proteínas anómalas, cadenas ligeras y pesadas relacionadas a anticuerpos y a través de esto ayudar al seguimiento y diagnóstico de linfoma, leucemia linfática crónica, gammopatías monoclonales o bien mieloma múltiple (Gómez Gutierrez & Casas Gómez, 2014).

8.10.1 Electroforesis de proteínas en suero y orina

La electroforesis de proteínas (macromoléculas formadas por cadenas de aminoácidos) es una técnica que permite la separación de proteínas según su tamaño y carga eléctrica, estas proteínas se pueden separar a través de muestras sanguíneas o de orina e inclusive de LCR, pero esta última es poco común.

Contamos con dos tipos de proteínas principales (Gómez Gutierrez & Casas Gómez, 2014):

- Albumina: producida en el hígado y representa el 60% de proteínas en orina.
- Globulinas: proteínas distintas a la albúmina (a excepción de los anticuerpos y proteínas de complemento), compuestas de cuatro cadenas de proteínas; dos cadenas pesadas y dos ligeras idénticas.

La electroforesis de proteínas permite separar estas proteínas en función de su tamaño y carga eléctrica. Cuando se separan las proteínas de fluidos biológicos por electroforesis, estas forman unos patrones característicos de bandas de distintas anchuras e intensidad. El patrón se divide en 5 fracciones, mayoritariamente; albúmina, α -1, α -2, β y γ , si estas fracciones de electroforesis son distintas a las concentraciones específicas, los patrones a observar pueden ayudar al diagnóstico

de las enfermedades mencionadas con anterioridad, ya que los linfomas, leucemias linfáticas crónicas, gammapatías monoclonales y mielomas múltiples alteran la producción de proteínas y/o pérdida de estas, combinando el patronaje de la banda vista en la electroforesis, generando así la presencia de una banda monoclonal distinta a la región (Gómez Gutierrez & Casas Gómez, 2014).

Tabla #6: diferencias entre la electroforesis en sangre y orina (Gómez - Gutierrez & Casas – Gómez, 2014)

Electroforesis en sangre	Electroforesis en orina
Permite saber si hay presencia de proteínas anómalas o identificar si falta alguna proteína en sangre.	Se solicita cuando hay un aumento de proteínas en la orina ya sea por una deficiencia de la proteína glomerular o por una proteinuria globular.
Mide la cantidad de proteínas específicas en la sangre.	Se busca la presencia de proteínas de Bence-Jones, mieloglobulina o hemoglobina.
Ayuda al seguimiento y diagnóstico de linfoma, leucemia linfática crónica, gammapatías monoclonales o bien mieloma múltiple.	Si hay presencia anormal de proteínas totales en orina, albúmina, Ca elevado o disminuido podemos decantarnos por esta técnica en lugar de una electroforesis en sangre.
Si no hay un aumento de proteínas en orina es la opción más indicada.	Útil en la detección de enfermedades autoinmunes, renales o hepáticas.
	Facilita la investigación de mieloma múltiple y proteinuria.

8.11 Inmunofijación de proteínas en suero y orina (Gómez – Gutiérrez & Casas – Gómez, 2014):

- Consiste en la detección, mediante la electroforesis alcalina en gel de agarosa y uso de anticuerpos, de anticuerpos monoclonales o proteínas M, es decir, la identificación de cadenas pesadas y/o ligeras de componentes monoclonales mediante el uso de anticuerpos específicos frente a cadenas pesadas (IgG, IgA, IgM, IgE) y cadenas ligeras (Kappa y Lambda)
- Las inmunofijaciones están indicadas en aquellos pacientes que presentan un pico alto en las regiones β o γ de la electroforesis en suero u orina y hay sospecha de células plasmáticas (mieloma múltiple), aunque si hay ausencia de estas bandas, pero el médico tiene sospecha, se puede solicitar.
- Estos estudios pueden ser solicitados tanto en suero o en orina y ambas son el mismo concepto, es decir, permiten verificar los niveles de anticuerpos asociados con mieloma múltiple, facilita la detección de gammapatías monoclonales.

9. Microbiología

La microbiología es la ciencia encargada del estudio de los organismos microscópico (bacterias, hongos, levaduras, protistas y parásitos) de interés médico (Reynoso, et al., 2015), siendo un área de suma importancia debido que, al tratar pacientes oncológicos estos suelen tener un sistema inmune deprimido debido a la medicación o las quimios, ocasionando que seas huéspedes susceptibles ante los microorganismos patógenos.

El área de microbiología del Instituto Nacional de Cancerología se divide en 5 subáreas, las cuales son: siembras, urocultivos, cultivos diversos, hemocultivos y pruebas especiales, cada una de suma importancia para la identificación y separación del patógeno, así como para conocer la susceptibilidad y resistencia de estos frente a los antibióticos, favoreciendo así el diagnóstico y tratamiento oportuno por parte de los médicos

9.1 Siembras

- El apartado de siembras se encarga de preparar todas las muestras que lleguen para que al día siguiente o posteriores (hemocultivos y pruebas especiales tienen un periodo de cinco días) los encargados de los otros departamentos puedan realizar las pruebas de identificación, separación, susceptibilidad y resistencia microbiana, esto a través de la inoculación en medios líquidos o sólidos para el crecimiento y proliferación bacteriana, así mismo, es quien debe clasificar que muestras son de urocultivos, cuales son diversos, hemocultivos o pruebas especiales.
- En siembras se procesan las muestras de orina (urocultivos), coprocultivos (heces), hemocultivos (muestras sanguíneas), heridas quirúrgicas y cultivos de secreción en jeringas, líquidos estériles en jeringa (pleurales, líquido cefalorraquídeo, de ascitis y aerobios de líquido biliar), heridas quirúrgicas en medio de transporte Stuart, cultivos de inserción de catéter, puntas de catéter, lavados bronquiales, secreciones bronquiales, cultivos de expectoración, cultivos de biopsias, exudados nasales, faríngeos y vaginales, determinación de procalcitonina en suero, determinación de toxina GDH en materia fecal, paneles de FilmArray respiratorios, gástricos y de meningitis para detección de bacterias, virus o parásitos, pruebas de PCR en cultivo de expectoración, líquido cefalorraquídeo para detección de tuberculosis en estado activo. Además de esto, el encargado de siembras debe dejar las muestras preparadas que se analizarán en el área de pruebas especiales, estas son las de QuantiFERON tb gold plus para tuberculosis en estado latente o no latente y galactomano para detección de infección por *Aspergillus* sp.
- Así mismo, la persona encargada de siembras debe decidir que muestras deben inocularse en medios sólidos y cuáles en medio líquido, y qué tipo de siembra debe emplearse según la muestra.

9.2 Urocultivos

- La persona responsable de los urocultivos es aquella que después haber inoculado las muestras en los medios de cultivos sólidos, debe revisar el crecimiento bacteriano, de haber crecimiento positivo, seleccionar la colonia de interés, realizar prueba de identificación y susceptibilidad.
- Cuando en el agar tenemos el crecimiento de dos colonias distintas, debe realizarse una separación antes de realizar lo previamente mencionado, pues debe saber cuál será el microorganismo de interés y sólo se tomará como positivo el crecimiento de dos colonias y no como contaminado en pacientes con sondas o nefrostomías. Cabe mencionar que si el microorganismo de interés presenta resistencia a antibióticos debe hacerse una prueba de inactivación de carbapenémicos o cribado de colistina, ambos familia de antibióticos novedosos que fungen como último recurso para el médico.

9.3 Cultivos diversos

- En cultivos diversos se procesa la identificación, separación, susceptibilidad y pruebas de resistencia en aquellos microorganismos que hayan crecido en muestras coprológicas, cultivos de inserción de catéter, puntas de catéter, heridas quirúrgicas en medios Stuart, exudados nasales, faríngeos y vaginales, cultivos de expectoración, secreciones bronquiales y lavados bronquiales.
- Al igual que en urocultivos, el procedimiento es similar, debemos observar el crecimiento, separar colonias cuando tenemos dos distintas, y posterior a ello, la identificación, pruebas de susceptibilidad, resistencia inactivación de carbapenémicos y cribados de colistina.

9.4 Hemocultivos

- Los hemocultivos son muestras sanguíneas extraídas en condiciones de esterilidad, por lo que no tendría que haber crecimiento de microorganismos, sin embargo, por el tipo de pacientes y el lugar en el que nos encontramos, fomenta la infección sanguínea a través de objetos usados en la terapia misma. (Díaz *et al.*, 20202)
- En hemocultivos, además de las muestras sanguíneas revisaremos los líquidos estériles como son el de ascitis, cefalorraquídeo, pleural o aerobio biliar, así como heridas quirúrgicas tomadas con jeringa de las cuales se sospeche alguna infección o presente signos y síntomas.
- A diferencia de urocultivos y diversos, donde debemos encontrar una bacteria de interés pues algún pertenecen a la biota normal, en hemocultivos cualquier crecimiento tiene que ser reportado, no hay bacterias de interés y de biota normal en sangre.
- Una vez que observamos el crecimiento procedemos a la separación (de ser necesaria), identificación, prueba de susceptibilidad, y si la bacteria es resistente, inactivación de carbapenémicos y cribado de colistina.

9.5 Pruebas especiales

- Pruebas especiales consta de dos apartados, por un lado, la prueba de QuantiFERON®-TB Gold Plus para detección de Mycobacterium tuberculosis, y por el otro, la detección de galactomanano, el cual es un polipéptido generado por el hongo Aspergillus en un proceso infeccioso.
- El QuantiFERON®-TB Gold Plus (QFT®-Plus) es un ensayo de diagnóstico in vitro que utiliza un combinado de péptidos que simula la actividad de las proteínas ESAT-6 y CFP-10 para estimular células en sangre total heparinizada. La detección de interferón- γ (IFN- γ) mediante el enzimoimmunoanálisis de adsorción (ELISA) sirve para detectar reacciones in vitro a estos antígenos peptídicos vinculadas a la infección por Mycobacterium tuberculosis (QIAGEN N.V., marzo, 2023)
- La detección de galactomanano en suero es un ensayo de microplaca tipo sándwich inmunoenzimáticamente para la detección cualitativa del antígeno galactomanano de Aspergillus en muestras de suero de adultos y pediátricos y muestras de líquido de lavado broncoalveolar (BAL), (Bio-Rad laboratorios Julio 12, 2015)

10. Hematología

La hematología es la especialidad encargada del estudio, diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades de la sangre y órganos que participan en su producción; médula ósea, bazo y ganglios linfáticos, esto a través de un estudio conocido como hemograma completo/citometría hemática o biometría hemática, la cual nos permite analizar tres líneas celulares distintas (García, 2019):

- Línea roja o eritroide: glóbulos rojos, hematíes o eritrocitos.
- Línea blanca o leucocitaria: glóbulos blancos o leucocitos.
- Línea plaquetaria: trombocitos.

El análisis de estas tres líneas lo realiza a través de una tecnología denominada 3D SF CUBE, la cual consiste en la generación de dispersiones láser biangulares y tinciones fluorescente específicas para el análisis de células sanguíneas, recuento de glóbulos blancos (WBC) con diferencial de 5 poblaciones, hematíes nucleados (NRBC), reticulocitos y plaquetas, acompañado de diagramas de dispersión 3D que se generan con información celular incluyendo el tamaño celular, la complejidad celular y la información de ADN/ARN, facilitando así la identificación y diferenciación de poblaciones celulares, en particulares y grupos anormales no detectados por otras tecnologías (Mindray 12 de septiembre de 2024).

Además de la evaluación de estas tres líneas tenemos la determinación de la velocidad de sedimentación globular (VSG), que funciona como un marcador inflamatorio, inespecífico, a través de una mezcla de sangre total con EDTA y dejándola sedimentar a la altura de una columna eritrocitaria¹ para determinar la distancia que los eritrocitos han asentado.

Aunado a lo anterior, si los valores obtenidos muestran diagramas poco comunes, deberá proceder a realizarse un frotis sanguíneo, pues esto significa una presencia de células anormales que el equipo no puede identificar.

10.1 Serie roja

La serie roja es aquella que evalúa la cantidad de eritrocitos, así como su cantidad de hemoglobina, entre otros parámetros que nos permiten saber su tamaño, coloración y distribución, ayudándonos al diagnóstico de anemias y policitemias veras, principalmente. Los datos que conforman la citometría hemática de serie roja son (Ruíz-Argüelles, 2009):

Hematíes

- Mida la cantidad de glóbulos rojos en sangre. Si bien un nivel bajo de eritrocitos no es muy significativo con el tipo de pacientes, un nivel elevado sí, pues se asocia a una policitemia vera (cáncer de sangre)

Hemoglobina (Hb)

- Proteína de los hematíes, cuya función es transportar el oxígeno desde los alveolos pulmonares a los tejidos y tomar el CO₂ de estos y transportarlos de nuevo a los pulmones para ser expulsado.
- Es el único parámetro para definir si hay una anemia cuando los niveles de Hb están muy bajos.

Hematocrito (Hto)

- Se mide en porcentaje y representa la porción de eritrocitos en el total de la sangre y depende completamente de la concentración de hemoglobina.
- Los niveles elevados se asocian a policitemia vera, mientras que los niveles bajos se asocian con niveles bajos de Hb, sin embargo, este no es un parámetro para DX anemias

Volumen globular medio (VGM)

Conocido también como volumen corpuscular medio (VCM), permite determinar el tamaño de los glóbulos rojos, y con base en esto, si el paciente presenta una anemia (hemoglobina baja), clasificarla según el tamaño. Los valores elevados indican una anemia macrocítica, mientras que valores disminuidos es sinónimo de una anemia microcítica.

Hemoglobina corpuscular media (HCM)

- Representa la cantidad promedio de hemoglobina en cada eritrocito, siendo

el único índice para referirse a la cantidad de hemoglobina contenida individualmente en cada uno de los eritrocitos.

- Valores fuera de los rangos establecidos indica una hipocromía (Hb carecen de color) cuando están muy elevados o bien una microcitosis (glóbulos rojos anormalmente pequeños) si está muy disminuida.
- Cabe mencionar que independientemente de que establezca la entidad de microcitosis o hipocromía, no significa que haya una anemia, pues el paciente puede presentar dichas condiciones y no tener anemia.

Concentración de hemoglobina globular (CMHb)

- Este índice eritrocítico se emplea para indicar la concentración de Hg en un volumen determinado de eritrocitos.
- Es el método más útil para detectar deshidratación celular del eritrocito, por lo que su importancia radica cuando está en niveles elevados, lo que significa una falla eritrocitaria.

Coefficiente de variación del VGM (CV-VGM)

- Se indica como porcentaje y se le es más conocida como el “ancho de distribución de los eritrocitos” o RDW.
- Mide el volumen y el tamaño de los eritrocitos, y suele presentar valores elevados en presencia de anemias ferropénicas.

Reticulocitos y cuenta corregida de reticulocitos (CCR)

- Los reticulocitos son la forma inmadura (carentes de núcleo) de los glóbulos rojos y de producción reciente, y a través de la cuenta corregida de reticulocitos podemos tener el porcentaje de hematíes inmaduros en sangre periférica.
- Ayuda a evaluar el funcionamiento de la médula ósea y su proceso de eritropoyesis, por lo que no debe haber eritrocitos inmaduros o de presentarse tiene que ser un porcentaje menor del 2%.

10.2 Serie blanca

La serie blanca está constituida por los leucocitos o glóbulos blancos, quienes son un conjunto de células relacionadas con las defensas del organismo. Gracias a la evaluación de la serie blanca podemos determinar la causa de alteraciones leucocitarias, apoyar el diagnóstico de enfermedades que afectan el sistema inmunitario, como una infección o ciertos tipos de cáncer (leucemia y linfoma). Los datos a obtener de la citometría hemática en la serie blanca son (Ruíz-Argüelles, 2009):

Número total de glóbulos blancos (GB)

- Los leucocitos son las células encargadas de defender al organismo frente a diversos patógenos, por lo que es de suma importancia conocer los niveles de este.
- Se miden en millones por microlitro e infecciones bacterianas, virales o parasitarias, así como el uso de antibióticos pueden generar leucopenias.
- Infecciones agudas, intoxicaciones, leucemias crónicas o mielomas generan un aumento desmedido en el total de los glóbulos blancos.

Neutrófilos

- Son los leucocitos que se encuentran en mayor cantidad (55-65%).
- Se movilizan hacia el área lesionada, inflamada o infectada, donde libera enzimas para combatirlas.
- Se clasifican de acuerdo a su estado de maduración; bandas (permanecen en la médula ósea, por lo tanto, son inmaduros) o segmentados (neutrófilos maduros que circulan en la sangre listos para ejercer su función).

Linfocitos

- Constituyen del 20 al 40% de los linfocitos, y se clasifican en dos tipos: linfocitos B, que combaten bacterias, toxinas o virus invasores, y en linfocitos T, los cuales atacan y destruyen a las células propias infectadas por agentes patógenos.
- Si bien es cierto que los linfocitos pueden clasificarse, no es posible distinguirlos mediante una serie leucocitaria, por lo que se deben reportar sólo como linfocitos totales.

Monocitos

- Forman del 2 al 8% de los leucocitos y se encargan de eliminar tejidos muertos o dañados, además de atacar células cancerosas, también pueden estimular la respuesta inmunitaria.
- Aparecen más en infecciones crónicas, pero no tanto en agudas.

Eosinófilos

- Solo representan del 1 al 4% de los glóbulos blancos y su función va más asociada a reacciones alérgicas o protección contra parásitos, aunque también ayudan contra infecciones bacterias.

Basófilos

- Son los leucocitos minoritarios, ya que componen menos del 1% de los leucocitos.

- Liberan enzimas para controlar reacciones alérgicas y ataques de asma.

10.3 Serie plaquetaria (Ruíz – Argüelles, 2009)

- También llamados trombocitos, participan en la formación de coágulos y reparación de vasos sanguíneos.
- Niveles de plaquetas bajos son indicios de trombocitopenia, lo que facilita la formación de hematomas y favorece las hemorragias.
- Niveles elevados de plaquetas significa que hay una infección o enfermedad autoinmune.



10.4 Velocidad de sedimentación globular (VSG), (García, 2019)

- Conocida como tasa eritrocitaria o de eritrosedimentación se utiliza como una prueba para medir de manera indirecta y no específica un proceso de inflamación.
- Al ser un método sumamente inespecífico, no tiene un valor clínico por sí solo, por lo que siempre debe ir acompañado de otras pruebas de laboratorio.
- Los resultados pueden elevarse en infecciones, neoplasias malignas, enfermedades renales, estados inflamatorios o enfermedades autoinmunes.

10.5 Identificación morfológica (frotis sanguíneo)

Procederemos al frotis solo en aquellas muestras que presenten un porcentaje mayor del 2% de granulocitos o bien diagramas anormales. Mediante el frotis sanguíneo podremos observar los distintos tipos de células sanguíneas que circulan (glóbulos rojos, glóbulos blancos, plaquetas, etc.) y para determinar si el aspecto de las células es anormal o no, como podemos observar en las siguientes tablas.

Tabla # 6: morfología celular de la serie blanca (Tigner et al., noviembre 14, 2022)

Tipo de célula	Imagen	Importancia clínica
Neutrófilos segmentados		Esta condición es una respuesta inmune normal a un evento, como infección, lesión, inflamación, algunos medicamentos y ciertos tipos de leucemia.
Neutrófilos en banda		Esta condición es una respuesta inmune normal a un evento, como infección, lesión, inflamación, algunos medicamentos y ciertos

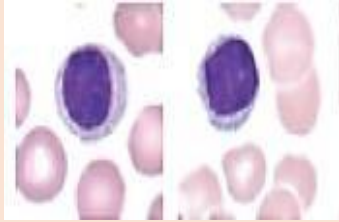
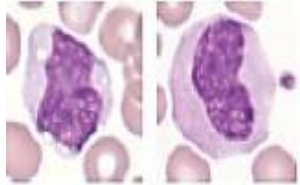
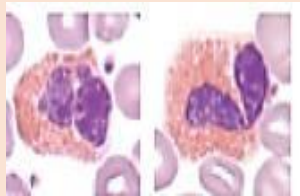
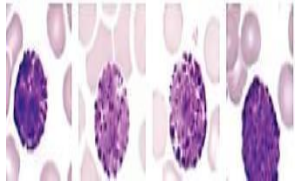
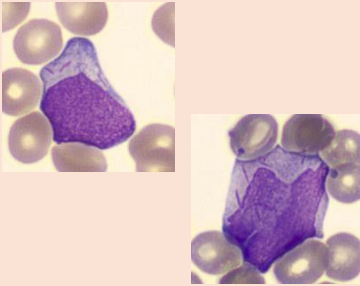
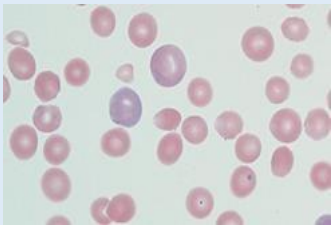
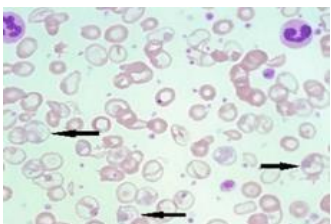

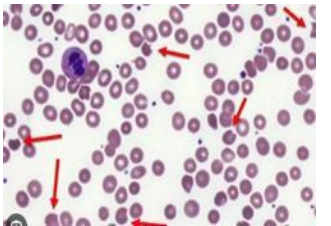
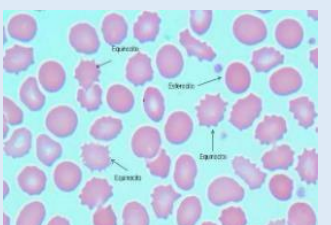
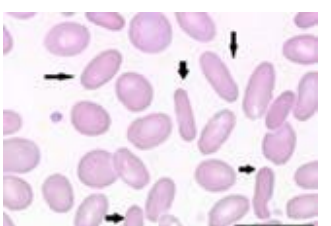
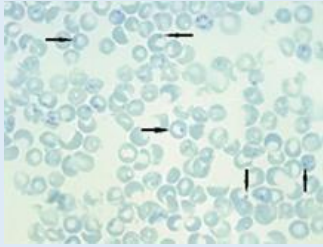
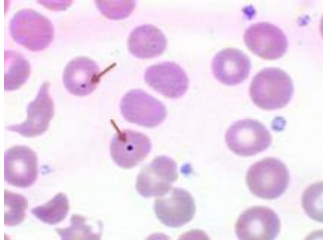
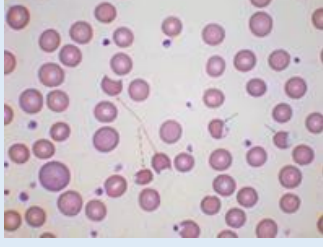
		tipos de leucemia.
Linfocitos		Un recuento elevado puede ser producto de una infección, ya sea bacteriana, vírica o de otro tipo. Las leucemias, linfomas o enfermedades autoinmunes generan un recuento elevado.
Monocitos		Suele aparecer en cantidades elevadas ante una leucemia mielomonocítica crónica.
Eosinófilos		Su aparición puede ser el resultado de algunos tipos de cáncer, como el cáncer de médula ósea o el cáncer de ganglios linfáticos.
Basófilos		Las infecciones, anemia, policitemia vera, afecciones de la médula ósea y mielofibrosis generan un aumento de los basófilos.
Bastón de Auer.		La presencia de bastones de Auer es un indicador de la diferenciación granulocítica anormal, y su detección es de gran relevancia para el diagnóstico de la leucemia mieloide aguda (LMA).

Tabla #7: morfología celular de los glóbulos rojos (Ford, 2013)

Tipo de célula	Imagen	Importancia clínica
Acantocitos		Hallazgo inespecífico común. Se puede ver en deficiencia de hierro, talasemias moderada a grave, anemias.
Basófilo punteado: grueso		Talasemia, mielodisplasia, intoxicación por plomo, deficiencia de nucleotidasa post quimioterapia
Basófilo punteado: fino		Reticulocitosis, hallazgo normal.
Célula mordida/ampolla de		Hemólisis oxidativa
Equinocito		Insuficiencia renal, post transfusión, deficiencia de fosfato, quemaduras.
Eliptocito		Deficiencia de hierro, anemia megaloblástica, eliptocitosis hereditaria, postquimioterapia.

Cuerpo de Heinz		Hemólisis oxidativa, hipoesplenismo.
Cuerpo de Howell-Jolly		Hiposplenismo, eritroblastosis, mielodisplasia, anemia megaloblástica, postquimioterapia.
Célula irregular contraída		Hallazgo inespecífico; deficiencia de GPD, en hemoglobinopatías, neonatos normales

11. Conclusión

Gracias a las actividades realizadas en el Instituto Nacional de Cancerología podemos observar la importancia de las diversas áreas que conforman dicho instituto y como estas se van relacionando para al final obtener resultados de calidad, los cuales influirán en las decisiones que tomen el médico con sus pacientes, pues desde que las muestras son recibidas, los químicos del área preanalítica tienen que cerciorarse de que estas cumplan con las condiciones adecuadas para su procesamiento (volumen, muestras no hemolizadas o coaguladas, muestras bien identificadas, etc.) poder entregarlas a las demás áreas que componen el laboratorio clínico, así mismo sabemos la relevancia que tiene el procesar los controles en todos los equipos a emplear para tener la certeza de que los resultados a generar sean los correctos, permitiéndonos validar resultados eficaces y confiables al personal de medicina, ya que lo que le suceda a los controles de calidad, le sucederán a nuestras muestras.

Bibliografía

- Abbot (2023). ARCHITECT SYSTEM SPECIFICATIONS. <https://www.corelaboratory.abbott/int/es/offerings/brands/architect/architect-ci8200.html>
- Amor, R. I. S. (2005). El papel del profesional del laboratorio clínico. *Bioquímica*, 30(3), 67.
- Arrobas-Velilla, T., Guijarro, C., Campuzano-Ruiz, R., Rodríguez-Piñero, M., Valderrama-Marcos, J. F., Botana-López, A. M., ... & Buño-Soto, A. (2023). Documento de consenso para la determinación e informe del perfil lipídico en laboratorios clínicos españoles¿ Qué parámetros debe incluir un perfil lipídico básico?. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 16(1), 33-45.
- Bio-Rad laboratorios (Julio 12, 2015). *Platelia Aspergillus Ag*. <https://www.yumpu.com/es/document/view/47160791/62794-platelia-aspergillus-agpdf-bio-rad>
- Campuzano-Maya, G., & Arbeláez-Gómez, M. (2007). El uroanálisis: un gran aliado del médico. *Revista urología colombiana*, 16(1), 67-92.
- Cofré, F., Delpiano, L., Labraña, Y., Reyes, A., Sandoval, A., & Izquierdo, G. (2017). Síndrome de TORCH: Enfoque racional del diagnóstico y tratamiento pre y post natal.: Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Neonatales Sociedad Chilena de Infectología, 2016. *Revista chilena de obstetricia y ginecología*, 82(2), 171-211.
- Contreras, F., Arango, M., & Durán, H. (2019). Manual de uroanálisis. (1ª ed.). <https://eselavega-cundinamarca.gov.co/wp-content/uploads/2020/05/29.-MANUAL-DE-UROANALISIS.pdf>
- Díaz Padilla, D., & Santoyo Pérez, M. (2019). El Laboratorio Clínico en la mejoría continúa de la calidad. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 23(3), 357-359.
- Díaz, A. C., Parra, J. C., & Pérez, A. F. C. (2022). Hemocultivos: indicaciones e interpretación. *Medicine: Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 13(50), 2956-2959.
- Ford, J. (2013). Red blood cell morphology. *International journal of laboratory hematology*, 35(3), 351-357.
- Fraiz, F. J. (2003). Organización funcional de los laboratorios de análisis clínicos. *Revista de diagnóstico biológico*, 52(1), 40-45.
- García, A. (2019). Análisis clínicos. Todo lo que necesitas saber para entender tus análisis. (1.a ed.). EDITATUM.
- Gómez Gutiérrez, A., & Casas Gómez, M.A (2014). Ángel. Interpretación clínica del laboratorio (8ª ed). Editorial Médica Panamericana.
- Guerrero, B., & López, M. (2015). Generalidades del sistema de la coagulación y pruebas para su estudio. *Investigación Clínica*, 56(4), 432-454. (Guerrero & López, 2015)
- Hermida Lazcano, I., Sánchez Tejero, E., Nerín Sánchez, C., Cordero Bernabé, R., Mora Escudero, I., & Pinar Sánchez, J. (2016). Marcadores tumorales. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 9(1), 31-42.
- Hohenberger, E. F., & Kimling, H. (2008). Compendio de Urianálisis con tiras

- reactivas. Mannheim (DE): Roche.
- King Strasinger, S., & Schaub Di Lorenzo, M. (2023). Análisis de Orina y de los Líquidos Corporales (7.a ed.). Editorial Médica Panamericana.
 - López-Salvio, Y. M., Herrera-Rodríguez, L. J., Guzmán-Silahua, S., Nava-Zavala, A. H., & Rubio-Jurado, B. (2018). Dímero D: papel en patología trombótica. *El Residente*, 13(1), 12-22.
 - López-Santiago, N. (2016). Pruebas de coagulación. *Acta pediátrica de México*, 37(4), 241-245.
 - Maria, C., & Vicente, O. (2019). Guía Práctica para la estandarización del procesamiento y examen de las muestras de orina. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 2.
 - Martinuzzo, M. (2017). Pruebas de laboratorio para la evaluación de la hemostasia: fundamentos básicos. *Hematología*, 21, 56-68.
 - Maya, G. C. (2010). Utilidad clínica de los marcadores tumorales. *Medicina & laboratorio*, 16(09-10), 411-445.
 - Maya, G. C. (2010). Utilidad clínica de los marcadores tumorales. *Medicina & laboratorio*, 16(09-10), 411-445.
 - Mindray (12 de septiembre de 2024). Analizador hematológico automático BC-6800Plus. Recuperado de <https://normas-apa.org/referencias/citar-pagina-web/>
 - Olivares, A. M., Pereyra, D. C., Richardson, D., & Reyes, O. (2020). Marcadores tumorales y su valor en ginecología. *Ciencia y salud*, 4(1), 27-47.
 - QIAGEN N.V., (marzo, 2023). Instrucciones de uso del QuantiFERON®-TB Gold Plus ELISA Kit (versión 1). <https://www.qiagen.com/de/resources/download.aspx?id=8ad75fb6-2cae-4c0f-998c-f7809afe0640&lang=es-ES>
 - Reynoso, M. M., Magnoli, C. E., Barros, G. G., & Demo, M. S. (2015). Manual de microbiología general.
 - Roche (agosto 25, 2024). Serie de analizadores modulares cobas®. Recuperado de <https://diagnostics.roche.com/es/es/article-listing/cobas-modular-analyzer-systems.html>
 - Ruíz-Argüelles, C. J. (2009). Fundamentos de Hematología (4.a ed.). Editorial Médica Panamericana.
 - Salas Abarca, P., Campos Calvo, M., Ortiz Segura, E., Salas Oviedo, J. L., Torres Rosales, A. L., Mora Bermúdez, A., & Carvajal Gutiérrez, V. (2012). Organización funcional de los servicios de Laboratorio Clínico en los tres niveles de atención. CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL. Área de Regulación y Sistematización de Diagnóstico y Tratamiento Coordinación Nacional de Laboratorio Clínico, 1(1).
 - Tigner, A., Ibrahim, S. A., & Murray, I. (noviembre 14, 2022). Histology, White Blood Cell. National Institutes of Health (NIH): The National Center for Biotechnology Information. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563148/>
 - Torres Olivares, A., Aguilera Gámiz, C., Aznar Martín, J., Durán Cervantes, M., Gascón Luna, F., & Hortas Nieto, L. (2004). Laboratorios clínicos: proceso

- de soporte. Junta de Andalucía, 1(1).
- Vargas-Ruiz, Á. G. (2016). El fibrinógeno: su fisiología e interacciones en el sistema de la coagulación. Revista mexicana de anestesiología, 39(S2), 321-323.

ANNEXOS

ÁREA DE URIANÁLIS

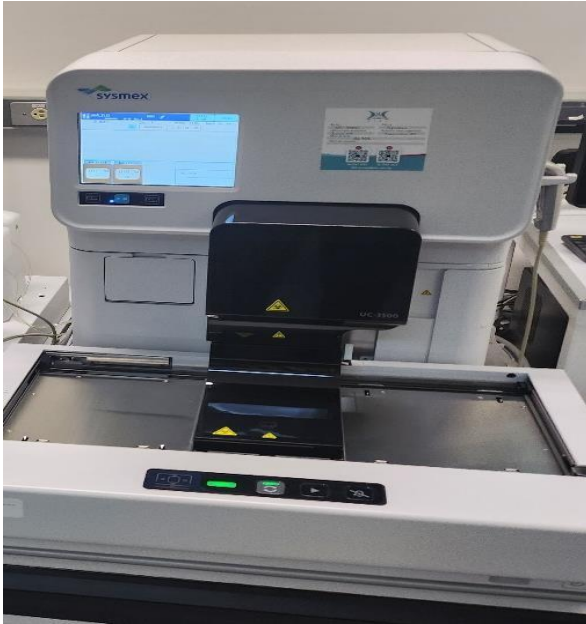


Figura #1: equipo UC-3500

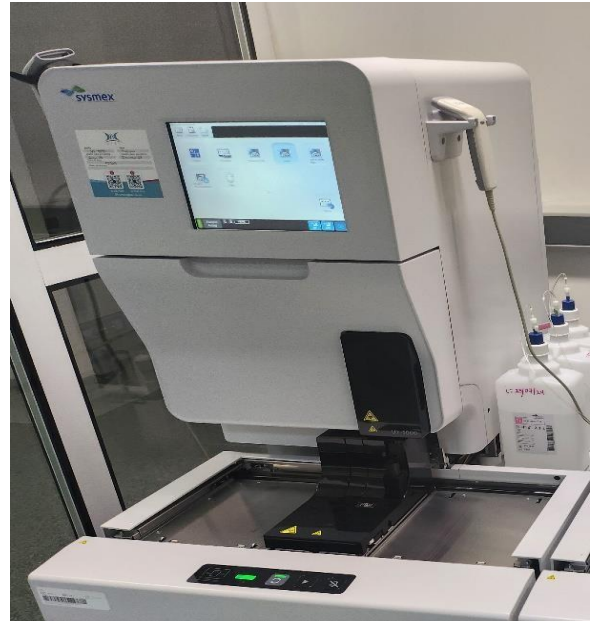


Figura #2: equipo UF-5000

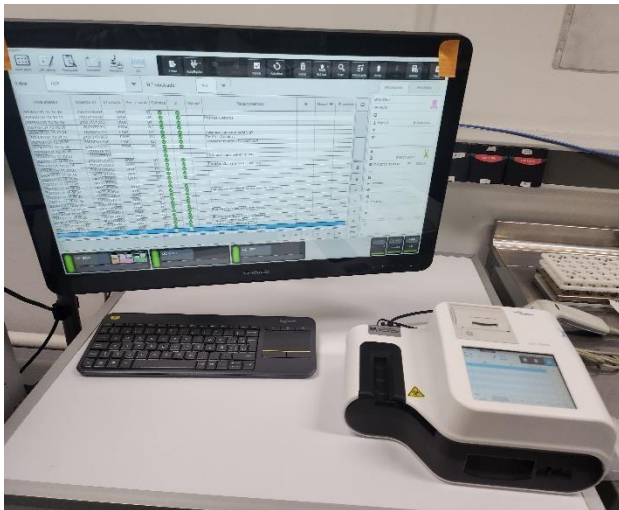


Figura #3: equipo UC-1000



Figura #4: área de lectura para el sedimento urinario

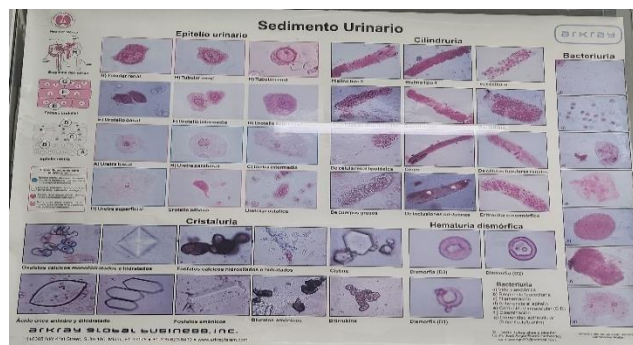


Figura #6: esquema del sedimento urinario

AREA DE COAGULACIÓN



Figura #1: equipo 1 de STA Compact Max3



Figura #2: equipo 2 de STA Compact Max3



Figura #3: reactivos para los equipos

ÁREA DE MARCADORES TUMORALES



Figura #1: equipo ARCHITECT para marcadores tumorales



Figura #2: equipo COBAS para marcadores tumorales



Figura #3: equipo para inmunofijación y electroforesis

ÁREA DE MICROBIOLOGÍA

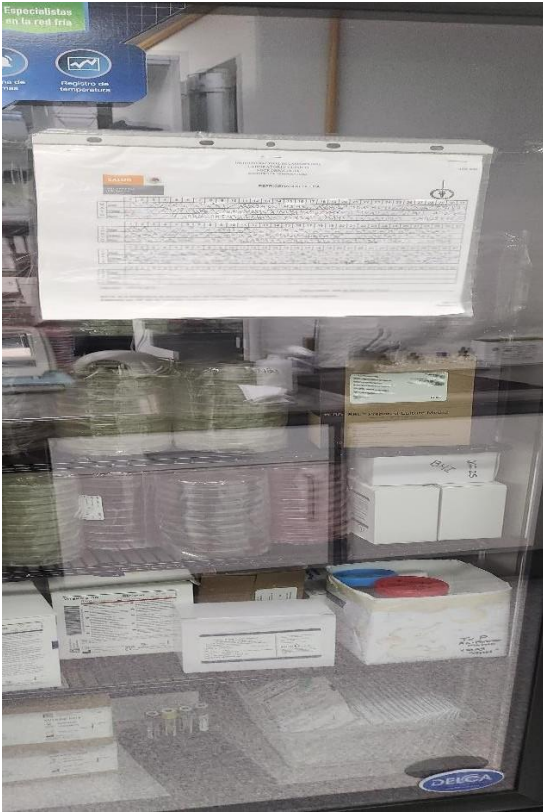


Figura #1: refrigerador con agares y tarjetas de identificación y susceptibilidad.



Figura #2: equipo para tinción de Zn.

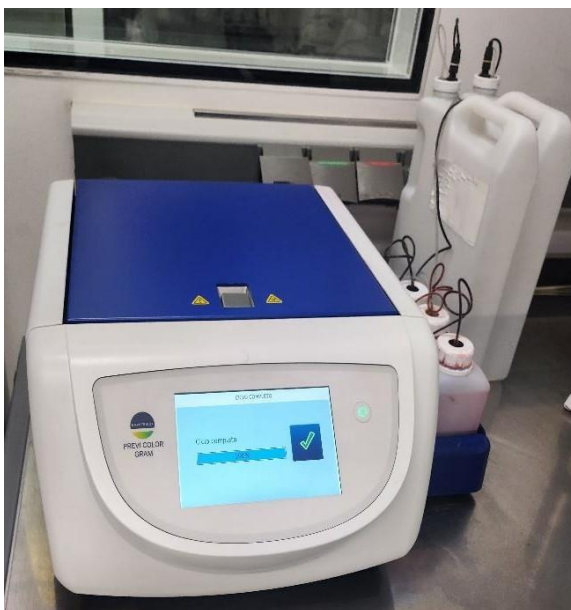


Figura #3: equipo previcolor para tinción de gram.



Figura #4: campana de flujo laminar para siembra de muestras



Figura #5: estufa para incubación



Figura #5: cámara de CO₂



Figura #6: vitek 2 para tarjetas de susceptibilidad e identificación.



Figura #7: equipo vidas para procalcitonina.

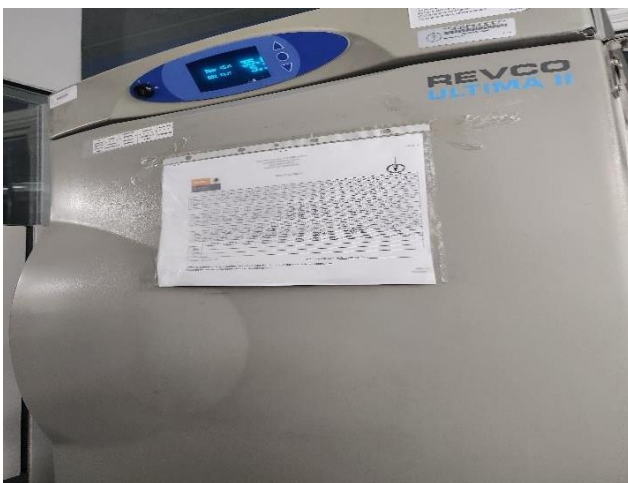


Figura #8: estufa REVCO.



Figura #9: estufa para Sabouraud.

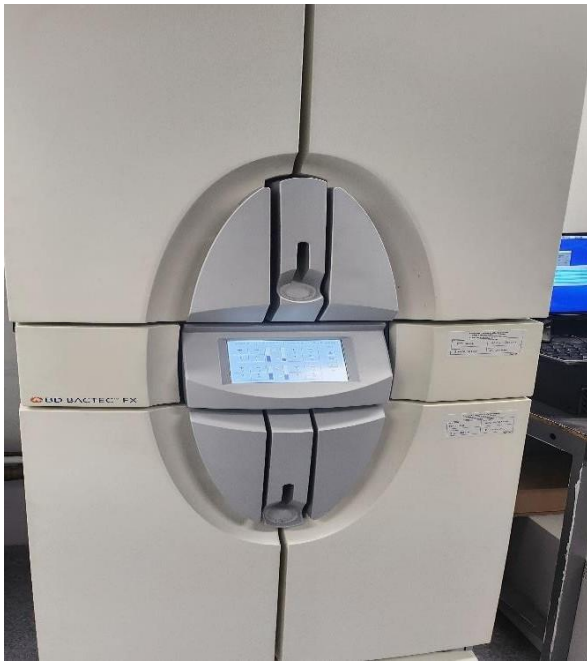


Figura #10: equipo BACTEC.



Figura #11: sembrador WASP.



Figura #12: área de lectura de laminillas.



Figura #13: equipo FilmArray.



Figura #13: incubadora.

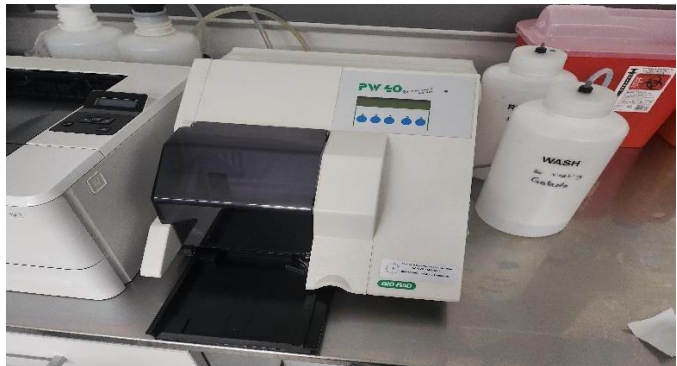


Figura #14: PW 40, equipo de lavado.

ÁREA DE HEMATOLOGÍA



Figura #1: equipo MINDRAY SC-120 para frotis



Figura #2: equipo MINDRAY BC-6800 PLUS para pruebas de biometrías hemáticas

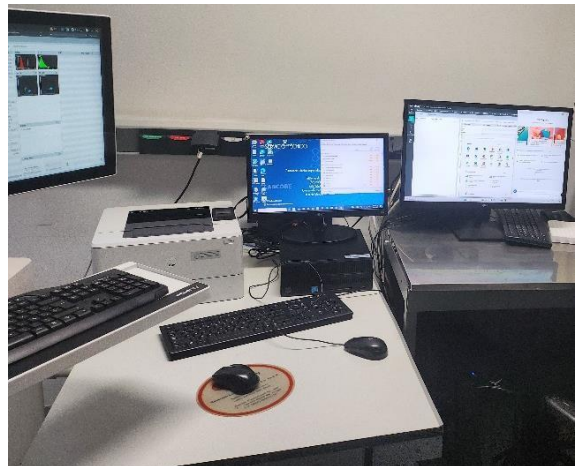


Figura #3: área de validación de resultados