

MÓDULO 1

PARTE I- INTRODUCCIÓN: Funciones del técnico en laboratorio.

Diferentes tipos: de planta, de guardia, de derivaciones, etc.

UN LABORATORIO es un espacio donde se realizan diferentes operaciones químicas, determinaciones analíticas e investigaciones.

De acuerdo a su definición, **LA BIOQUÍMICA** es una ciencia abocada a estudiar los elementos que forman parte de la naturaleza de los seres vivos. Es por ello que tiene mucha relevancia para diversas disciplinas como la medicina, la genética, la biotecnología y la tecnología de los alimentos.

Al tratarse de una profesión tan amplia y multidimensional es fundamental que el bioquímico y sus auxiliares cuenten con la formación adecuada para realizar correctamente cada una de sus tareas.



Laboratorio clínico:

El laboratorio clínico es el lugar donde se realizan determinaciones "in vitro" de propiedades biológicas humanas (o animales, en veterinaria) que contribuyen al estudio, prevención, diagnóstico y tratamiento de problemas de salud.

Utilizan las metodologías de diversas disciplinas como la bioquímica, hematología, inmunología y microbiología.

En el laboratorio clínico se obtienen y se estudian muestras clínicas, como sangre, orina, heces, líquido sinovial (articulaciones), líquido cefalorraquídeo, exudados faríngeos y vaginales, entre otras.

Servicios del laboratorio clínico:

1. Descubrir enfermedades en etapas subclínicas
2. Ratificar un diagnóstico sospechado clínicamente.
3. Obtener información sobre el pronóstico de una enfermedad.
4. Establecer un diagnóstico basado en una sospecha bien definida.
5. Vigilar un tratamiento o conocer una determinada respuesta terapéutica.
6. Precisar factores de riesgo.

Condiciones de laboratorio normalizadas:

- Humedad

Usualmente conviene que la humedad sea la menor posible porque acelera la oxidación de los instrumentos (comúnmente de acero); sin embargo, para lograr la mejor habitabilidad del laboratorio no puede ser menor del 50 % ni

mayor del 75 %. Si se llega a sobrepasar este último valor, la humedad puede afectar al laboratorio.

- Presión atmosférica

La presión atmosférica normalizada suele ser en laboratorios industriales ligeramente *superior a la externa* (25 Pa) para evitar la entrada de aire sucio de las zonas de producción al abrir las puertas de acceso. En el caso de laboratorios con riesgo biológico (manipulación de agentes infecciosos) la situación es la contraria, ya que debe evitarse la salida de aire del laboratorio que pueda estar contaminado, por lo que la presión será ligeramente inferior a la externa y la temperatura debe ser de 16°C.

- Alimentación eléctrica

Todos los laboratorios deben tener un sistema eléctrico de emergencia, diferenciado de los demás de la red eléctrica normal, donde van enchufados aparatos como congeladores, neveras, incubadoras, etc., para evitar problemas en caso de apagones. Si bien muchos de nosotros conocemos, al menos por su nombre, numerosos laboratorios (como el que se encarga de analizar exámenes de sangre y orina; el de idiomas donde se aprenden diversas lenguas y el laboratorio de física presente en varias instituciones educativas), hay en el mundo diversas clases de laboratorios, donde los especialistas de cada rubro cuentan con las herramientas, la higiene y las instalaciones adecuadas, como para concretar sus planes profesionales.

Se suele controlar la presencia de polvo, ya que modifica el comportamiento de la luz al atravesar el aire. En los laboratorios de metrología dimensional, el polvo afecta la medición de las dimensiones en distintas piezas.

- Vibración y ruido

Al margen de la incomodidad que supone su presencia para investigadores y técnicos de laboratorio, pueden falsear mediciones realizadas por procedimientos mecánicos. Es el caso, por ejemplo, de las máquinas de medir por coordenadas.

- Tener en cuenta que elemento se utiliza.
- Saber escuchar las instrucciones del preparador del área.
- Nunca jugar con los elementos o utensilios del laboratorio.
- Estar en silencio.
- No manipular instrumentos no indicados.
- Usar guardapolvos especiales para su trabajo
- Usar zapatos cubiertos
- No almacenar sustancias químicas
- Utilizar lentes de protección

Las funciones del asistente de laboratorio:

El asistente de laboratorio se encuentra en colaboración permanente con el profesional bioquímico, se encarga de realizar tareas de preparación de muestras, reactivos y cultivos. Es decir que contribuye, en la medida de sus competencias, con el ejercicio de los análisis, la preparación y desarrollo de las diferentes etapas de la actividad que se lleva a cabo en un laboratorio.

En su rutina de trabajo diario, el auxiliar de laboratorio se ocupa de conservar, limpiar y esterilizar todo el material que se utiliza en el laboratorio. Elabora soluciones químicas, clasifica las muestras de sangre y tejidos, las etiqueta y prepara los medios de cultivos, reactivos y soluciones.

Otra de las funciones del asistente de laboratorio consiste en realizar el registro de los pacientes y la transcripción del resultado de los análisis. También suele dar indicaciones y sugerencias a los pacientes sobre la obtención de las muestras para analizar.

Todas estas funciones exigen que el asistente de laboratorio conozca en profundidad tanto las nociones básicas de la bioquímica, hematología y microbiología clínica, como las normas básicas de trabajo en un laboratorio.

Además de los conocimientos específicos, el asistente de laboratorio debe tener sincero interés por la ciencia, la asistencia sanitaria y el trabajo de laboratorio. Además, debe ser capaz de redactar informes y llevar registros de manera exacta y precisa.

Como podemos ver, el papel del asistente de laboratorio es muy importante a la hora de realizar las diferentes tareas y actividades que exige este campo laboral.

Seguridad en el laboratorio:

Antes de comenzar a trabajar en un laboratorio, además de **conocer el material de laboratorio básico y su manejo**, es imprescindible ubicarse espacialmente, familiarizándose con las medidas de seguridad disponibles y conocer su ubicación debidamente señalizada.

Para desarrollar las prácticas con las mejores medidas de seguridad, fiabilidad y precisión, el laboratorio debe reunir unas **óptimas condiciones de trabajo** y disponer de unos materiales y aparatos con certificados de garantía, así como

de unas instalaciones correctas de agua, de electricidad, de gas y de ventilación.

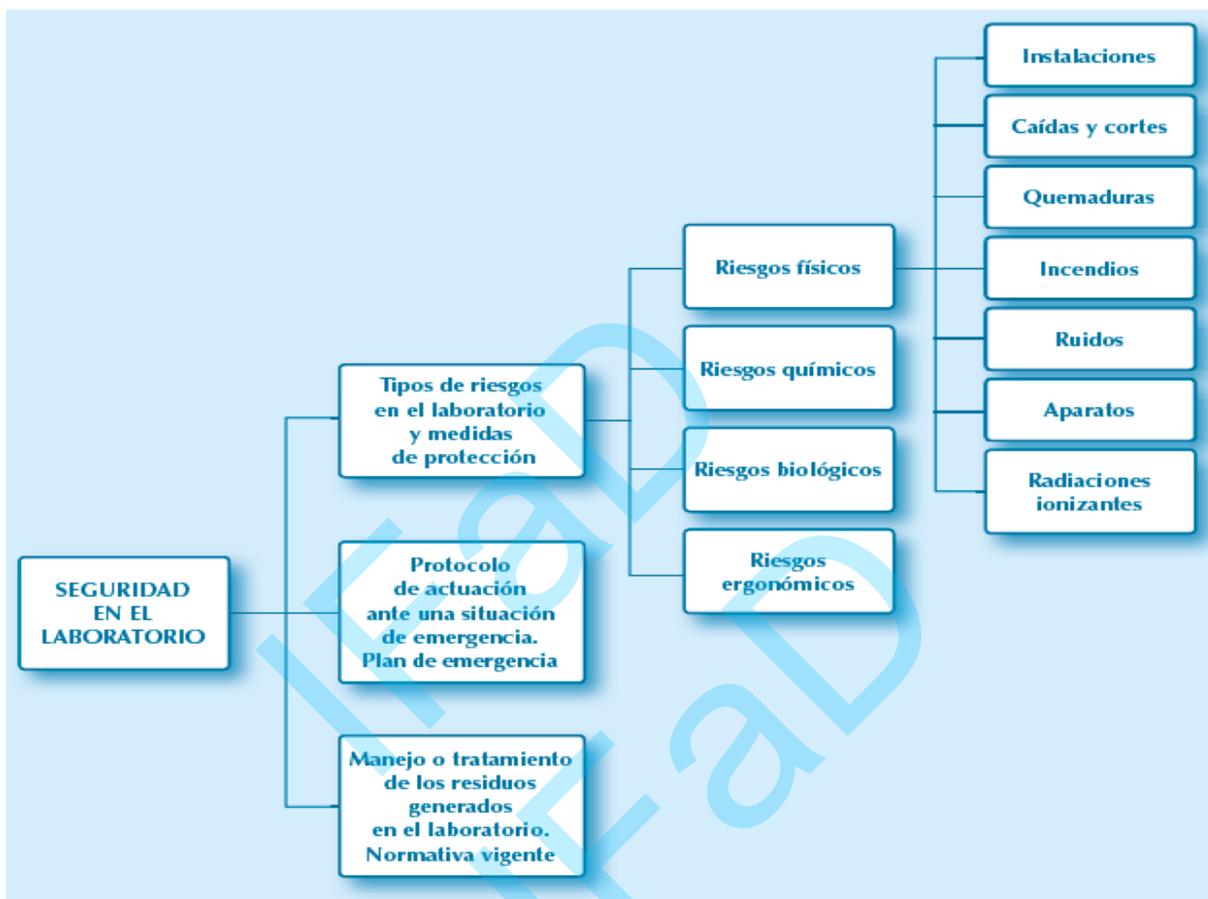
Los **equipos de protección individual** (EPI) son elementos que debe ponerse el técnico y tienen la función de protegerlo contra riesgos específicos del trabajo. En un laboratorio deben utilizarse en todo momento **gafas o lentes de seguridad con protectores laterales**, así como bata de laboratorio de material no inflamable. Además, cuando se esté trabajando con materiales corrosivos deben usarse guantes **de goma** y mascarilla.

Ciertas sustancias que producen vapores, como los ácidos fuertes, el amoníaco y los disolventes orgánicos, deben manipularse siempre en **vitrina o campana extractora**. Además, debe haber disponible un botiquín de primeros auxilios además de conocer los teléfonos para contactar con un médico de urgencia si fuese necesario.

Toda actividad laboral conlleva cierto riesgo. En los laboratorios clínicos hay una exposición continua a riesgos de diversa índole (aparatos, reactivos químicos, agentes infecciosos, etc.) que pueden afectar a la salud y seguridad de las personas que trabajan en ellos.

El objetivo de la seguridad en el laboratorio es reducir el riesgo tanto como sea posible. Para trabajar de forma segura en este ambiente es necesario identificar los tipos de peligros que existen, evaluar las consecuencias que tendrían –para las personas, el medio ambiente y la calidad del trabajo– y la probabilidad de que se produzcan; por último, hay que establecer las precauciones de seguridad asociadas a cada riesgo.

Los laboratorios deben implantar un sistema de seguridad apropiado a la actividad que se desarrolla en ellos.



Tipos de riesgos en el laboratorio y medidas de prevención

En los laboratorios de análisis clínicos se utilizan numerosos equipos y reactivos que conllevan un riesgo ocupacional. Por otra parte, se procesan numerosos análisis de muestras biológicas que suponen una exposición a riesgos biológicos.

Los pasos que se han de considerar en la prevención de riesgos son los siguientes:

- Descripción y clasificación de los peligros.
- Valoración para cada uno de ellos: consecuencias si ocurre, nivel de exposición y probabilidad de que ocurra.
- Establecimiento de un plan de prevención.

Los principales riesgos que se detectan en los laboratorios son físicos, biodinámicos o ergonómicos, químicos y biológicos.

Las consecuencias originadas si se materializa un riesgo pueden tener diferente gravedad:

- *Mortal o muy grave*: cuando causa la muerte o una incapacidad permanente.
- *Grave*: cuando causa una incapacidad temporal.
- *Leve*: cuando origina lesiones no incapacitantes.

El nivel de exposición a un riesgo puede ser continuo, frecuente, ocasional o esporádico.

Cuando un trabajador está expuesto a un riesgo de forma continuada, este debe ser sometido con cierta periodicidad a reconocimientos médicos.

La probabilidad de que se materialice el riesgo puede ser:

- *Muy alta*: si ocurre con frecuencia.
- *Alta*: si ocurre varias veces a lo largo de la vida laboral.
- *Media*: si es posible que ocurra alguna vez.

- *Baja*: cuando no es probable que ocurra.

A partir de los datos anteriores se traza un plan de prevención de riesgos que se concreta en una serie de medidas de precaución que han de establecerse teniendo en cuenta la legislación vigente. Todas las normas tienen que estar escritas y en ellas se incluirán los correspondientes protocolos de actuación para cada circunstancia.

Todos los aspectos relacionados con la prevención de riesgos deben estar incluidos en el manual de seguridad del laboratorio y ser conocidos y seguidos por todo el personal del laboratorio.

El manual debe ser revisado anualmente y entregado a todo el personal del laboratorio (con acuse de recibo, para garantizar su cumplimiento). El manual de seguridad incluye normas generales de seguridad en el laboratorio, normas de seguridad laboral frente a riesgos físicos, químicos (fichas de seguridad de productos químicos) y biológicos, normas medioambientales, normas ergonómicas, normas de correcta utilización y almacenamiento de productos químicos, sistemas de eliminación de residuos de riesgo, plan de emergencia y primeros auxilios a un accidentado, uso de equipos de protección personal, normas de higiene del laboratorio, así como registro de incidentes y accidentes.

Normas de seguridad en el laboratorio

En caso de accidentes, es muy importante seguir las instrucciones del responsable del laboratorio y acudir inmediatamente a un médico. De todas formas, pueden aplicarse las siguientes medidas de auxilio:

- Si se han producido cortes por la rotura del material de vidrio, lavar bien la herida con abundante agua corriente durante al menos 10 minutos. Desinfectar la herida con antisépticos del botiquín y dejarla secar al aire o taparla con una venda estéril.
- Si ha habido contacto con la piel con productos químicos, lavar inmediatamente con agua corriente durante al menos 15 minutos.
- Si se han producido quemaduras en la piel, lavar primero la zona afectada con agua fría 10 o 15 minutos. Aplicar luego una pomada adecuada. Las quemaduras más graves requieren atención médica inmediata.
- Si se ha inhalado un producto químico, conducir inmediatamente a la persona afectada a un lugar con aire fresco.
- Si se ha ingerido algún producto tóxico, habrá que acudir al hospital.

El espacio del laboratorio debe estar diseñado de tal forma que se cumplan los siguientes requisitos:

- Poseer un buen sistema de ventilación, ya que en él se utilizan sustancias químicas que generan vapores que pueden ser tóxicos o inflamables.
- Evitar la acumulación de humedad, debido a que favorece el desarrollo de numerosos microorganismos y el deterioro de los sistemas eléctricos, lo cual provoca riesgo de choque eléctrico.
- Controlar la temperatura ambiental, ya que los procesos realizados en el laboratorio exigen una determinada temperatura; además, un exceso de temperatura puede provocar el fallo en el funcionamiento de los equipos.
- Disponer de una iluminación adecuada.

- Respetar las dimensiones de espacio mínimas recomendadas (anchura de los pasillos, altura de los techos y superficies de trabajo).
- Evitar la localización de equipos en las zonas de paso, ya que pueden originar accidentes por golpes o tropiezos.

¿Cuál es la clasificación de los materiales de laboratorio?

Los materiales de un laboratorio de química son diversos, por lo que es conveniente clasificarlos para ir conociendo sus propiedades y saber su utilidad, aplicación y manejo. El material se puede clasificar de varias formas:

- Teniendo en cuenta su naturaleza, es decir, de qué está constituido.
- Atendiendo a su peso, ya sean materiales ligeros o pesados.
- En función de si necesitan reponerse con cierta frecuencia o no.
- Según la función que desempeñe cada material.

Por otra parte, el material de laboratorio puede **catalogarse en función de su naturaleza**, es decir, según las materias primas que lo conforman. Estas pueden ser: vidrio, plástico, porcelana, metal y corcho.

- **Vidrio:** Los instrumentos de laboratorio de este material son los más utilizados. Se caracterizan por resistir altas temperaturas, aunque pueden ser atacados por ácido fluorhídrico y a elevadas temperaturas por bases o álcalis fuertes y ácido fosfórico concentrado.
- **Plástico:** El material de plástico tiene la ventaja de ser irrompible y tener poco peso. Algunos plásticos pueden contener líquidos hasta 130 °C, pero no resisten la llama directa y pueden ser atacados por

disolventes orgánicos y ácidos fuertes. Dentro de esta categoría hay diversos tipos, como el teflón, que es un polímero de tetrafluoroetileno obtenido sintéticamente de gran resistencia, que soporta hasta 300°C. Por otro lado está el polietileno, inerte a la mayoría de reactivos químicos pero puede reaccionar con disolventes orgánicos si está en contacto con ellos más de 24 horas a temperatura ambiente.

- **Porcelana:** El material de porcelana está compuesto de cerámica vitrificada de gran resistencia térmica y mecánica, por ello se utiliza en la fabricación de morteros y embudos.
- **Metal:** El material metálico suele utilizarse como soporte o sujeción y recoger sólidos; como ejemplos tenemos las cucharillas o espátulas de metal.
- **Corcho:** Es un material que procede del alcornoque. Se empleó en la fabricación de tapones, sin embargo, para los tapones cada vez es más frecuente que se emplee goma, caucho o plástico.

Otro factor a tener en cuenta en el material de laboratorio puede ser su **período de uso**, pudiendo ser:

- **Material fungible:** tiene un periodo de uso más o menos limitado. Puede ser **desechable**, es decir, de un solo uso, **o recuperable**, ya que tras su empleo no se elimina y se vuelve a usar.

Por ejemplo: pipetas graduadas de vidrio (recuperables), probetas de plástico o de vidrio (recuperables), pipetas Pasteur de vidrio o plástico (desechables) y gafas, guantes, mascarillas (desechables).

- **Material inventariable:** aquel material que no tiene un rápido deterioro y debe estar registrado en un inventario.

Ocupa un lugar fijo en el laboratorio y cuando queda en desuso o se cambia, hay que darlo de baja por escrito.

En este grupo se incluyen los aparatos, elementos de protección y el mobiliario. Por ejemplo: balanza, desecadores, centrífuga, baños termostatzados, estufas, duchas de seguridad, fuentes lavaojos, sillas, mesas, armarios, extintores, etc.

Los materiales de laboratorio también se pueden **clasificar por la función que van a desempeñar** o la utilidad y las aplicaciones que se van a llevar a cabo con cada uno de ellos.

Se distinguen cuatro grupos principales de materiales:

- **Volumétrico:** sirve para realizar medidas exactas.
- **No volumétrico:** mide volúmenes aproximados y se utiliza principalmente para calentar líquidos, disolver distintos componentes, etc.

- **De uso específico:** tiene funciones muy diversas, variadas y concretas.
- **De soporte y sostén:** sirve como elemento auxiliar de sujeción y soporte para otros materiales.

| NOMBRE | NATURALEZA | FUNCIÓN |
|---|---------------------|---|
| Matraz Aforado | Vidrio y/o plástico | Material volumétrico (mide volúmenes exactos). Se utiliza para la preparación de disoluciones |
| Matraz Erlenmeyer | Vidrio y/o plástico | Material no volumétrico (mide volúmenes aproximados). Se utiliza para calentar líquidos cuando hay peligro de pérdida por evaporación. |
| Probeta | Vidrio y/o plástico | Material volumétrico, que permite medir volúmenes superiores y más rápidamente que las pipetas, aunque con menor precisión. |
| Pipetas graduadas y aforadas | Vidrio | Material volumétrico que permiten la transferencia de un volumen generalmente no mayor a 20 ml de un recipiente a otro de forma exacta. |
| Vaso de precipitado | Vidrio y/o plástico | Material no volumétrico utilizado para transportar líquidos a otros recipientes. También se puede utilizar para calentar, disolver, o preparar reacciones químicas. |
| Embudo cónico | Vidrio y/o plástico | Material de uso específico que se utiliza para trasvasar productos químicos desde un recipiente a otro. También es utilizado para realizar filtraciones. |
| Vidrio de reloj | Vidrio | Material de uso específico que se utiliza para contener las sustancias para luego pesarlas en la balanza |
| Aspirador de cremallera o pera de seguridad | Plástico | Material de uso específico que se utiliza para succionar líquidos con una pipeta |
| Tubos de ensayo y gradilla | Vidrio | Material de uso específico que se utilizan para contener pequeñas muestras líquidas, y preparar soluciones. |
| Mortero y pistilo | Vidrio | Material de uso específico que se utiliza para machacar o triturar sustancias sólidas |
| Micropipeta | Plástico | Material volumétrico y de uso específico que se utiliza para succionar y transferir pequeños volúmenes de líquidos |
| Cuchara-espátula | Metal | Material de uso específico que se utiliza para tomar pequeñas cantidades de compuestos que son, básicamente, polvo |

Para qué sirven los instrumentos de laboratorio químico:

Los **instrumentos del laboratorio** se utilizan para llevar a cabo los análisis y síntesis de los materiales.



- ▶ **Matraz Aforado :**
- ▶ Vidrio y/o plástico
- ▶ Material volumétrico (mide volúmenes exactos).
Se utiliza para la preparación de disoluciones



- ▶ **Matraz Erlenmeyer**
- ▶ Vidrio y/o plástico
- ▶ Material no volumétrico (mide volúmenes aproximados). Se utiliza para calentar líquidos cuando hay peligro de pérdida por evaporación.



- ▶ **Probeta**
- ▶ Vidrio y/o plástico
- ▶ Material volumétrico, que permite medir volúmenes superiores y más rápidamente que las pipetas, aunque con menor precisión.



- ▶ **Pipetas graduadas y aforadas**
- ▶ Vidrio
- ▶ Material volumétrico que permiten la transferencia de un volumen generalmente no mayor a 20 ml de un recipiente a otro de forma exacta.



- ▶ **Vaso de precipitado**
- ▶ Vidrio y/o plástico
- ▶ Material no volumétrico utilizado para transportar líquidos a otros recipientes. También se puede utilizar para calentar, disolver, o preparar reacciones químicas.



- ▶ **Embudo cónico**
- ▶ Vidrio y/o plástico
- ▶ Material de uso específico que se utiliza para trasvasar productos químicos desde un recipiente a otro. También es utilizado para realizar filtraciones.



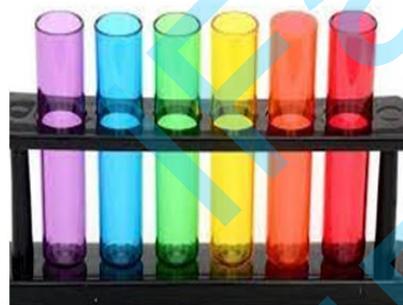
- ▶ **Vidrio de reloj**
- ▶ Vidrio
- ▶ Material de uso específico que se utiliza para contener las sustancias para luego pesarlas en la balanza



- ▶ Aspirador de cremallera o pera de seguridad
- ▶ Plástico
- ▶ Material de uso específico que se utiliza para succionar líquidos con una pipeta



- ▶ Tubos de ensayo y gradilla
- ▶ Vidrio
- ▶ Material de uso específico que se utilizan para contener pequeñas muestras líquidas, y preparar soluciones.



- ▶ Mortero y pistilo
- ▶ Vidrio
- ▶ Material de uso específico que se utiliza para machacar o triturar sustancias sólidas



- ▶ **Micropipeta**
- ▶ Plástico
- ▶ Material volumétrico y de uso específico que se utiliza para succionar y transferir pequeños volúmenes de líquidos



- ▶ **Cuchara-espátula**
- ▶ Metal
- ▶ Material de uso específico que se utiliza para tomar pequeñas cantidades de compuestos que son, básicamente, polvo



Clasificación del instrumental del laboratorio químico industrial:

Los diferentes instrumentos de laboratorio pueden clasificarse atendiendo a la función que realizan. Los materiales e instrumentos clásicos del laboratorio hoy en día comparten lugar con aquellos que presentan las últimas innovaciones en materia tecnológica. Estos últimos son indispensables en los laboratorios industriales a la hora de analizar los distintos materiales, establecer sus propiedades y desarrollar nuevos productos.

- **Materiales de laboratorio químico para la preparación de muestras**

Los instrumentos de laboratorio que se utilizan para preparar las muestras del material que se quiere analizar son los **morteros, molinos o dispensadores**. Por ejemplo, se pueden moler los materiales que conforman el suelo o las cerámicas y, de este modo, prepararlos para su examen posterior.

- **Materiales de laboratorio químico para la separación de compuestos**

Estos instrumentos se encargan de diluir los materiales para separar los compuestos y obtener un material homogéneo. Para separar cada uno de los materiales existen diferentes instrumentos que van desde **cribas, destiladoras** hasta **centrifugadoras** capaces de separar emulsiones y suspensiones. Para conseguir la separación de los materiales, la centrifugadora trabaja apoyándose en principios físicos. Durante la separación, el material con mayor densidad es empujado hacia fuera gracias a la fuerza centrífuga, mientras que, por el contrario, el material de menor densidad se mueve hacia dentro por obras de la fuerza centrípeta.

- **Instrumentos de laboratorio químico para la observación óptica**

Instrumentos como los **microscopios, refractómetros y termómetros** nos permiten la observación óptica de los materiales y sus características. En los diferentes análisis, es importante utilizar microscopios de alta calidad, que permitan una observación minuciosa del preparado. Esto se aplica a

todos los instrumentos de laboratorio, pero en el caso de los microscopios es de suma importancia.

- **Instrumentos de laboratorio químico para otras tareas durante el examen**

Esta categoría incluye todos aquellos instrumentos de laboratorio que realizan tareas de apoyo en los análisis.

Entre ellos, destacan por ejemplo agitadores magnéticos, bombas y hornos.

Por supuesto, tampoco faltarán nunca en un laboratorio químico **instrumental clásico** como matraces, **tubos de ensayo**, **crisoles**, **cuentagotas**, **pipetas**, **balanzas**, **pinzas**, **espátulas**, **anillos de sujeción**, **instrumentos de medición**, etc. Además de guantes, batas y **equipos de protección** que deberán portar los técnicos del laboratorio para la realización de las pruebas experimentales.

PARTE II- SANGRE: Composición y funciones. Anticoagulantes: modo de acción, diferentes tipos. Volemia. Técnicas de extracción de sangre.

Distribución venosa (anatomía). Materiales

LA SANGRE

Es un tejido conectivo líquido, que circula por capilares, venas y arterias de todos los vertebrados.

Su color rojo característico es debido a la presencia del pigmento hemoglobínico contenido en los glóbulos rojos. Es un tipo de tejido conjuntivo especializado, con una matriz coloidal líquida y una constitución compleja.

Tiene una fase sólida (elementos formes), que incluye a los eritrocitos (o glóbulos rojos), los leucocitos (o glóbulos blancos) y las plaquetas, y una fase líquida, representada por el plasma sanguíneo. Estas fases son también llamadas partes sanguíneas, las cuales se dividen en componente sérico (fase líquida) y componente celular (fase sólida).

Su función principal es la logística de distribución e integración sistémica, cuya contención en los vasos sanguíneos (espacio vascular) admite su distribución (circulación sanguínea) hacia prácticamente todo el organismo.

El proceso de formación de sangre se llama hematopoyesis.

Función de la sangre

Como todos los tejidos del organismo la sangre cumple múltiples funciones necesarias para la vida. Dentro de las funciones de la sangre podemos distinguir:

- Participación en la defensa ante infecciones.
- Participación en el transporte de nutrientes y oxígeno hacia las células.
- Transporte de sustancias de desecho de dióxido de carbono (CO₂) desde las células.
- Participación en la termorregulación corporal.
- Transporte de hormonas, enzimas y otras sustancias reguladoras.

- Participación en la coagulación y cicatrización.

Para cumplir con todas estas funciones cuenta con diferentes tipos de células suspendidas en el plasma.

Todas las células que componen la sangre se fabrican en la médula ósea. Ésta se encuentra en el tejido esponjoso de los huesos planos (cráneo, vértebras, esternón, crestas ilíacas) y en los canales medulares de los huesos largos (fémur, húmero).

La sangre es un tejido renovable del cuerpo humano, esto quiere decir que la médula ósea se encuentra fabricando, durante toda la vida, células sanguíneas ya que éstas tienen un tiempo limitado de vida. Esta “fábrica”, ante determinadas situaciones de salud, puede aumentar su producción en función de las necesidades de cada ser humano.

Por ejemplo, ante una hemorragia aumenta hasta siete veces la producción de glóbulos rojos y ante una infección aumenta la producción de glóbulos blancos.

Composición de la sangre

Como todo tejido, la sangre se compone de células y componentes extracelulares (su matriz extracelular). Estas dos fracciones tisulares vienen representadas por:

- Los **elementos formes** —también llamados elementos figurados—: son elementos semisólidos (es decir, mitad líquidos y mitad sólidos) y

particulados (corpúsculos) representados por células y componentes derivados de células.

- El **plasma sanguíneo**: un fluido translúcido y amarillento que representa la matriz extracelular líquida en la que están suspendidos los elementos formes. Este representa un medio isotónico para las células sanguíneas, las cuales sobreviven en un medio que esté al 0,9 % de concentración, como la solución salina, para proporcionar un ejemplo.

Los elementos formes constituyen alrededor del 45 % de la sangre. Tal magnitud porcentual se conoce con el nombre de hematocrito (fracción "celular"), adscribible casi en totalidad a la masa eritrocitaria. El otro 55 % está representado por el plasma sanguíneo (fracción acelular).

Los elementos formes de la sangre son variados en tamaño, estructura y función, y se agrupan en:

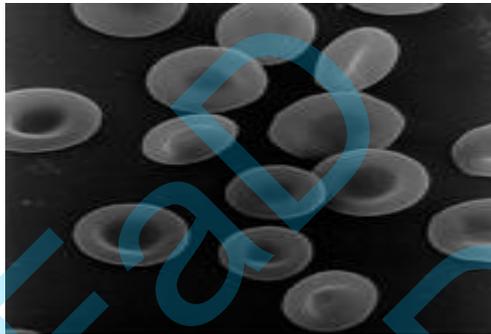
- Las **células sanguíneas**, que son los *glóbulos blancos* o *leucocitos*, células que "están de paso" por la sangre para cumplir su función en otros tejidos;
- Los **derivados celulares**, que no son células estrictamente sino fragmentos celulares, están representados por los *eritrocitos* y las *plaquetas*; son los únicos componentes sanguíneos que cumplen sus funciones estrictamente dentro del espacio vascular.

En síntesis la **COMPOSICIÓN DE LA SANGRE** está determinada por:

- ✓ GLÓBULOS ROJOS
- ✓ GLÓBULOS BLANCOS
- ✓ PLAQUETAS
- ✓ PLASMA SANGUÍNEO

Vamos a describirlos brevemente:

I. Glóbulos rojos:



Los glóbulos rojos (eritrocitos) están presentes en la sangre y transportan el oxígeno hacia el resto de las células del cuerpo.

Los glóbulos rojos, hematíes o eritrocitos constituyen aproximadamente el 96 % de los elementos figurados. Su valor normal (conteo) promedio es de alrededor de 4 800 000 en la mujer, y de aproximadamente 5 400 000 en el varón, hematíes por mm^3 (o microlitro).

Estos corpúsculos carecen de núcleo y orgánulos (solamente en mamíferos).

Su citoplasma está constituido casi en su totalidad por la hemoglobina, una proteína encargada de transportar dioxígeno y contienen también algunas enzimas.

El dióxido de carbono es transportado en la sangre (libre disuelto 8 %, como compuestos carbodinámicos 27 %, y como bicarbonato, este último regula el pH en la sangre). En la membrana plasmática de los eritrocitos están las glucoproteínas (CD) que definen a los distintos grupos sanguíneos y otros identificadores celulares.

Los eritrocitos tienen forma de disco bicóncavo deprimido en el centro. Esta forma particular aumenta la superficie efectiva de la membrana. Los glóbulos rojos maduros carecen de núcleo, porque lo expulsan en la médula ósea antes de entrar en el torrente sanguíneo (esto no ocurre en aves, anfibios y ciertos otros animales).

Los eritrocitos en humanos adultos se forman en la médula ósea.

II. Glóbulos blancos:

Los glóbulos blancos o leucocitos forman parte de los actores celulares del sistema inmunitario, y son células con capacidad migratoria que utilizan la sangre como vehículo para tener acceso a diferentes partes del cuerpo.

Los leucocitos son los encargados de destruir los agentes infecciosos y las células infectadas, y también segregan sustancias protectoras como los anticuerpos, que combaten a las infecciones.

El conteo normal de leucocitos está dentro de un rango de 4500 y 11.500 células por mm^3 (o microlitro) de sangre, variable según las condiciones fisiológicas (embarazo, estrés, deporte, edad, etc.) y patológicas (infección,

cáncer, inmunosupresión, aplasia, etc.). El recuento porcentual de los diferentes tipos de leucocitos se conoce como "fórmula leucocitaria"

Según las características microscópicas de su citoplasma (tintoriales) y su núcleo (morfología), se dividen en:

- Los **agranulocitos** o **células monomorfonucleares**: son los linfocitos y los monocitos; carecen de gránulos en el citoplasma y tienen un núcleo redondeado.
- Los **granulocitos** o **células polimorfonucleares**: son los neutrófilos, basófilos y eosinófilos; poseen un núcleo polimorfo y numerosos gránulos en su citoplasma, con tinción diferencial según los tipos celulares.

III. Plaquetas:

Las plaquetas (trombocitos) son fragmentos celulares pequeños (2-3 μm de diámetro), ovales y sin núcleo. Se producen en la médula ósea a partir de la fragmentación del citoplasma de los megacariocitos quedando libres en la circulación sanguínea. Su valor cuantitativo normal se encuentra entre 250.000 y 450.000 plaquetas por mm^3

Las plaquetas sirven para taponar las lesiones que pudieran afectar a los vasos sanguíneos. En el proceso de coagulación (hemostasia), las plaquetas contribuyen a la formación de los coágulos (trombos), así son las responsables del cierre de las heridas vasculares. Una gota de sangre contiene alrededor de 250.000 plaquetas.

Su función es coagular la sangre, cuando se rompe un vaso circulatorio las plaquetas rodean la herida para disminuir el tamaño y así evitar el sangrado.

El fibrinógeno se transforma en unos hilos pegajosos y junto con las plaquetas forman una red para atrapar a los glóbulos rojos, red que se coagula y forma una costra con lo que se evita la hemorragia.

IV. Plasma sanguíneo:

El plasma sanguíneo es la porción líquida de la sangre que forma parte del líquido extracelular. Es el mayor componente de la sangre, representando un 55 % del volumen total de la sangre, con unos 40-50 mL/kg peso. Es salado y de color amarillento traslúcido. Además de transportar las células de la sangre, lleva los nutrientes y las sustancias de desecho recogidas de las células.

El plasma sanguíneo es esencialmente una solución acuosa, ligeramente más densa que el agua, con un 90 % agua, un 10 % de proteínas y algunas trazas de otros materiales. El plasma es una mezcla de muchas proteínas vitales, aminoácidos, glúcidos, lípidos, sales, hormonas, enzimas, anticuerpos, urea, gases en disolución y sustancias inorgánicas como sodio, potasio, cloruro de calcio, carbonato y bicarbonato. Entre estas proteínas están: fibrinógeno (para la coagulación), globulinas (regulan el contenido del agua en la célula, forman anticuerpos contra enfermedades infecciosas), albúminas (ejercen presión osmótica para distribuir el agua entre el plasma y los líquidos del cuerpo) y lipoproteínas (amortiguan los cambios de pH de la sangre y de las células y hacen que la sangre sea más viscosa que el agua).

Otras proteínas plasmáticas importantes actúan como transportadores hasta los tejidos de nutrientes esenciales como el cobre, el hierro, otros metales y diversas hormonas. Los componentes del plasma se forman en el hígado (albúmina y fibrinógeno), las glándulas endocrinas (hormonas), y otros en el intestino.

Cuando se coagula la sangre y se consumen los factores de la coagulación, la fracción fluida que queda se denomina suero sanguíneo.

Características físico-químicas

- La sangre es un fluido no newtoniano (ver Ley de Poiseuille y flujo laminar de perfil parabólico), con movimiento perpetuo y pulsátil, que circula unidireccionalmente contenida en el espacio vascular (sus características de flujo se adaptan a la arquitectura de los vasos sanguíneos).

El impulso hemodinámico es proporcionado por el corazón en colaboración con los grandes vasos elásticos.

- La sangre suele tener un pH entre 7,33 y 7,44 (valores presentes en sangre arterial). Sus variaciones más allá de esos valores son condiciones que deben corregirse pronto (alcalosis, cuando el pH es demasiado básico, y acidosis, cuando el pH es demasiado ácido).
- Los valores de pH compatibles con la vida que requieren una corrección inminente son: 6.8 – 8

- Una persona adulta tiene alrededor de 4-5 litros de sangre (7 % de peso corporal), a razón de unos 65 a 71 mL de sangre por kg de peso corporal.

Grupos sanguíneos

Hay 4 grupos sanguíneos básicos los cuales son:

- **Grupo A** con antígenos A en los glóbulos rojos y anticuerpos anti-B en el plasma.
- **Grupo B** con antígenos B en los glóbulos rojos y anticuerpos anti-A en el plasma.
- **Grupo AB** con antígenos A y B en los glóbulos rojos y sin los anticuerpos anti-A ni anti-B en el plasma. Este grupo se conoce como "receptor universal de sangre", ya que puede recibir sangre de cualquier grupo pero no puede donar más que a los de su propio tipo.
- **Grupo O** sin antígenos A ni B en los glóbulos rojos y con los anticuerpos anti-A y anti-B en el plasma. Este grupo se conoce como "donador universal de sangre", ya que puede donar sangre a cualquier grupo pero no puede recibir más que de su propio tipo.

Además existen otros 32 tipos mucho más raros, pero al ser menos antigénicos, no se consideran dentro de los principales.

El grupo sanguíneo AB + se conoce como receptor universal, ya que puede recibir glóbulos rojos de cualquier grupo sanguíneo ya que no tiene ningún tipo de anticuerpo en el plasma, en cambio el grupo O - se conoce como donador universal, ya que sus glóbulos rojos (eritrocitos) no poseen ningún tipo de antígeno en la superficie del glóbulo y estos pueden ser transfundidos a

cualquier persona que los necesite sin desencadenar reacción antígeno - anticuerpo.

Si a una persona con un tipo de sangre se le transfunde sangre de otro tipo puede enfermar gravemente e incluso morir, porque se produce la aglutinación de los eritrocitos en la sangre por la unión del antígeno presente en la superficie del glóbulo rojo con el anticuerpo disuelto en el plasma del paciente que recibe la sangre.

Los hospitales tratan de hallar siempre sangre compatible con el tipo que la del paciente, en los bancos de sangre.

Hemólisis en transfusiones sanguíneas erróneas

Al transferir sangre incompatible a un paciente, este sufre un proceso de hemólisis, el cual consiste en la destrucción de los hematíes introducidos y la liberación de hemoglobina.

A su vez, el organismo sufre la obstrucción de sus vasos sanguíneos debido a la formación de coágulos resultantes de la reacción, pudiendo ocasionar una insuficiencia renal, hipotensión severa, o incluso la muerte.

Hematopoyesis

Las células sanguíneas son producidas en la médula ósea de los huesos largos y planos en la edad adulta; este proceso es llamado hematopoyesis.

El componente proteico es producido en el hígado, mientras que las hormonas son producidas en las glándulas endocrinas y la fracción acuosa es mantenida por el riñón y el tubo digestivo.

Las células sanguíneas son degradadas por el bazo y las células de Kupffer en el hígado (hemocateresis). Este último, también elimina las proteínas y los aminoácidos.

Los eritrocitos usualmente viven algo más de 120 días antes de que sea sistemáticamente reemplazado por nuevos eritrocitos creados en el proceso de eritropoyesis, estimulada por la eritropoyetina, una hormona secretada en su mayor parte por los riñones y en menores cantidades por hígado y páncreas.

Viscosidad y resistencia

La resistencia del flujo sanguíneo no solo depende del radio de los vasos sanguíneos (resistencia vascular), sino también de la viscosidad sanguínea.

El plasma es casi 1.8 veces más viscoso que el agua y la sangre entera es tres o cuatro veces más viscosa que el agua. Por lo tanto, la viscosidad depende en mayor medida del hematocrito, el efecto de la viscosidad se desvía de lo esperado con base en la fórmula de Poiseuille-Hagen.

Transporte de gases

La oxigenación de la sangre se mide según la presión parcial del dioxígeno.

Un 98,5 % del dioxígeno está combinado con la hemoglobina, solo el 1.5 % está físicamente disuelto. La molécula de hemoglobina es la encargada del transporte de dioxígeno en los mamíferos y otras especies.

Con la excepción de la arteria pulmonar y la arteria umbilical, y sus venas correspondientes, las arterias transportan la sangre oxigenada desde el corazón y la entregan al cuerpo a través de las arteriolas y los tubos capilares, donde el dioxígeno es consumido. Posteriormente, las venas transportan la sangre desoxigenada de regreso al corazón.

Bajo condiciones normales, en humanos, la hemoglobina en la sangre que abandona los pulmones está alrededor del 96-97 % saturada con dioxígeno; la sangre "desoxigenada" que retorna a los pulmones está saturada con dioxígeno en un 75 %.

Un feto, recibiendo dioxígeno a través de la placenta, es expuesto a una menor presión de dioxígeno (alrededor del 20 % del nivel encontrado en los pulmones de un adulto), por eso los fetos producen otra clase de hemoglobina con mayor afinidad por el dioxígeno (hemoglobina F) para poder extraer la mayor cantidad posible de dioxígeno de su escaso suministro.

Transporte de dióxido de carbono

Cuando la sangre sistémica arterial fluye a través de los capilares, el dióxido de carbono se dispersa desde los tejidos a la sangre. Parte del dióxido de carbono es disuelto en la sangre. Y, a la vez, algo del dióxido de carbono reacciona con la hemoglobina para formar carboaminohemoglobina. El resto del dióxido de carbono (CO_2) es convertido en bicarbonato e iones hidrógeno.

La mayoría del dióxido de carbono es transportado a través de la sangre en forma de iones bicarbonato (CO_3H^-).

Transporte de iones hidrógeno

Algo de la oxihemoglobina pierde dioxígeno y se convierte en desoxihemoglobina. La desoxihemoglobina tiene una mayor afinidad por el H^+ que la oxihemoglobina, por lo cual se asocia con la mayoría de los iones hidrógeno.

Circulación de la sangre

La función principal de la circulación es el transporte de agua y de sustancias vehiculizadas mediante la sangre para que un organismo realice sus actividades vitales.

En el ser humano está formado por:

- **Arterias:** las arterias están hechas de tres capas de tejido, uno muscular en el medio y una capa interna de tejido epitelial.
- **Capilares:** los capilares están embebidos en los tejidos, permitiendo además el intercambio de gases dentro del tejido. Los capilares son muy delgados y frágiles, teniendo solo el espesor de una capa epitelial.
- **El corazón:** órgano musculoso situado en la cavidad torácica, entre los dos pulmones. Su forma es cónica, algo aplanado, con la base dirigida hacia arriba, a la derecha, y la punta hacia abajo, a la izquierda, terminando en el 5° espacio intercostal.

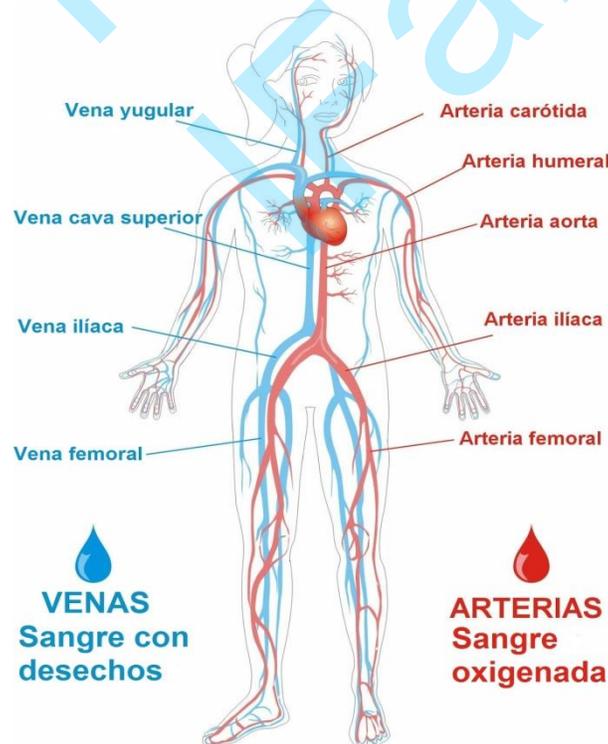
- Venas: las venas transportan sangre a más baja presión que las arterias, no siendo tan fuerte como ellas.

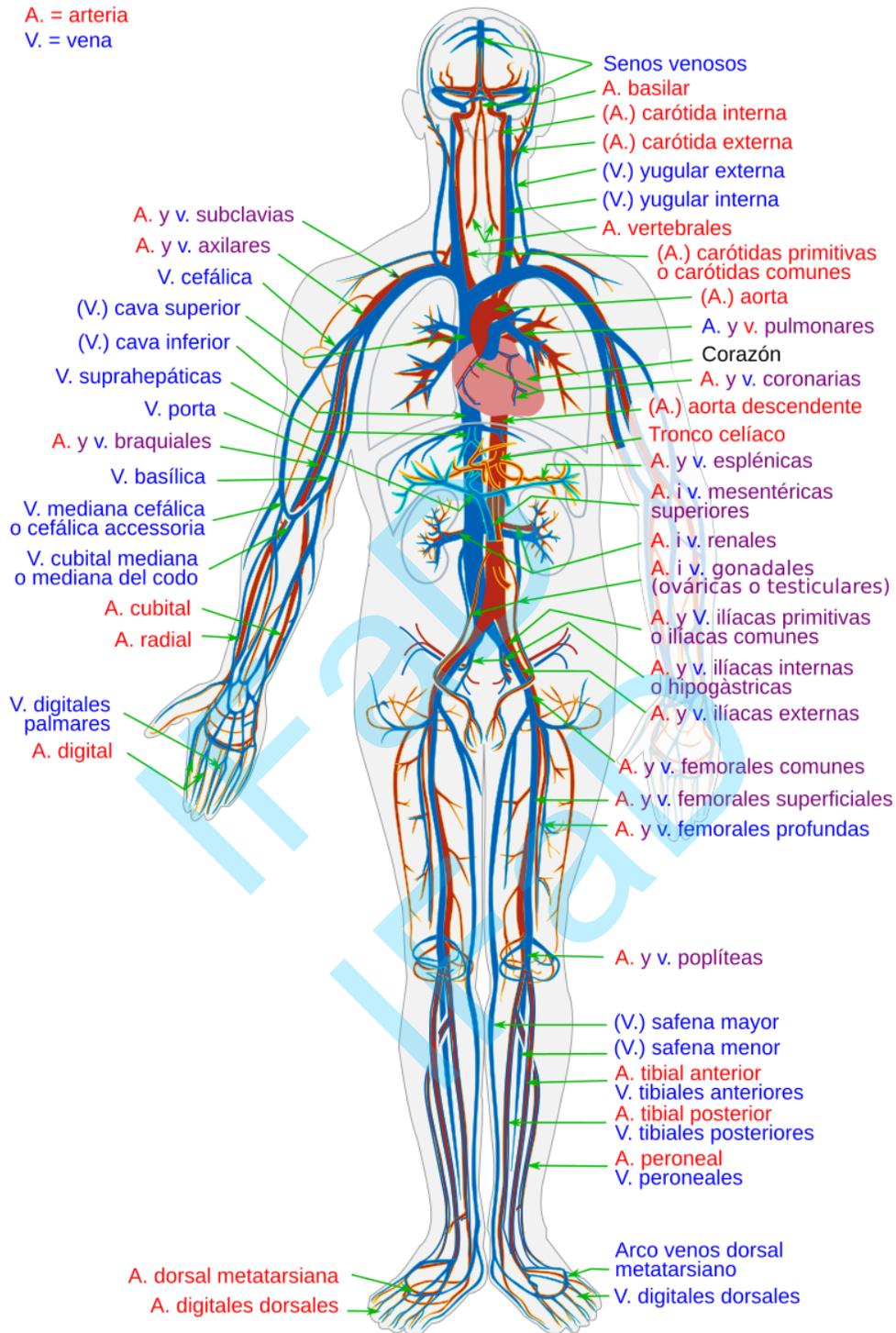
La sangre es entregada a las venas por los capilares después que el intercambio entre el oxígeno y el dióxido de carbono ha tenido lugar.

Las venas transportan sangre rica en residuos de vuelta al corazón y a los pulmones.

Las venas tienen en su interior válvulas que aseguran que la sangre con baja presión se mueva siempre en la dirección correcta, hacia el corazón, sin permitir que retroceda.

La sangre rica en residuos retorna al corazón y luego todo el proceso se repite.





Este movimiento de la **sangre** dentro del cuerpo se denomina «circulación». **Las arterias transportan sangre rica en oxígeno** del corazón y **las venas transportan sangre pobre en oxígeno** al corazón.

Anticoagulantes:

En medicina y farmacia, un **anticoagulante** es una sustancia endógena o exógena que interfiere o inhibe la coagulación de la sangre, creando un estado antitrombótico o prohemorrágico.

Se distinguen sustancias endógenas, producidas por el propio organismo y sustancias exógenas (fármacos):

1-Anticoagulantes endógenos

- Antitrombina
- Anticoagulante lúpico
- Proteína C
- Trombomodulina
- Inhibidores de factores de coagulación de las paraproteínas

2-Fármacos anticoagulantes

✓ Heparina no fraccionada

Acelera la acción de la antitrombina III e inactiva el factor Xa de la cascada de coagulación. Se administra de forma intravenosa o subcutánea. Requiere monitorización del tiempo de tromboplastina parcial activada (TTPA). Su acción se revierte con sulfato de protamina.

✓ Heparinas de bajo peso molecular

Las heparinas de bajo peso molecular (*LMWH* en inglés) potencian la acción anti-factor Xa de la antitrombina. Se administran de forma subcutánea y tienen

una vida media más larga. No precisan control analítico para ajustar las dosis terapéuticas.

Ejemplos: enoxaparina, dalteparina, tinzaparina, bemiparina, nadroparina.

✓ Inhibidores selectivos del factor Xa

Fármacos como fondaparinux, rivaroxabán y apixabán.

✓ Anticoagulantes orales entre los que se encuentran:

Inhibidores de la vitamina K: cumarinas

Son fármacos como el acenocumarol o la warfarina. Inhiben la síntesis hepática de los factores de coagulación dependientes de vitamina K. Están contraindicados en el embarazo

Inhibidores directos de trombina

Uno de ellos es el dabigatrán, que inhibe forma directa y reversible a la trombina, eliminación vía renal. Tiene una vida media de 14 horas, su actividad anticoagulante es predecible y no necesita monitorización.

Otros fármacos de este grupo: deshirudina, lepirudina, argatrobán.

Inhibidores directos del factor Xa

Este grupo en la actualidad recoge los siguientes anticoagulantes rivaroxabán, apixabán y edoxabán. Los tres actúan uniéndose al centro activo del factor Xa y lo inhiben de manera reversible y competitiva. Su efecto es predecible y no hay que monitorizarlos, tienen escasas interacciones farmacológicas, vida media corta y un mejor perfil riesgo/beneficio que los antagonistas de la vitamina K. Se eliminan vía renal y por heces.

Los inhibidores directos de la trombina y del factor Xa, se denominan en su conjunto Anticoagulantes orales directos (ACODs) o Nuevos Anticoagulantes orales (NACOS) y constituyen una alternativa para la prevención de ictus y otros fenómenos tromboembólicos en pacientes con fibrilación auricular no valvular (FANV).

Su uso adecuado sigue siendo un reto en la práctica diaria, lo cual ha dado lugar a la publicación de diversas guías sobre la anticoagulación en general y los ACODs en particular.

Utilidad clínica:

Se usan en la prevención secundaria de Trombosis Venosa Profunda y Tromboembolia Pulmonar, con una duración del tratamiento mínima de 3 meses.

También en la fibrilación auricular, prótesis valvular mecánica, profilaxis de las trombosis de repetición, trombofilias, etc.

Volemia

Volemia es un término médico que se refiere al volumen total de sangre circulante de un individuo humano o de otra especie, que es de aproximadamente de 5-6 litros (humanos), del 7 al 8 % del peso corporal. Se distingue del hematocrito, que es el porcentaje de glóbulos rojos o eritrocitos en el volumen total de sangre.

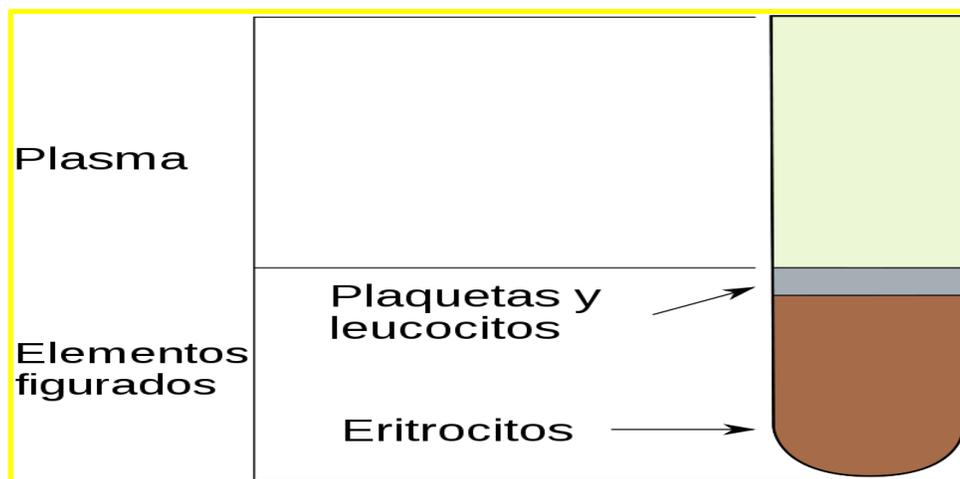
Cálculo. La sangre humana normal está constituida básicamente por una porción líquida llamada plasma (que representa el 55 % del total) y otra porción celular constituida por glóbulos rojos (que forman el 45 %) y en menor medida por plaquetas (que representan el 1 %) y glóbulos blancos (0,5 %).

Estos porcentajes pueden variar de una persona a otra según la edad, el género y otros factores. La suma de todos los componentes sanguíneos se denomina la volemia.

La volemia ha de estimarse mediante la fórmula: $70 \text{ mL} \times \text{peso del paciente en kilogramos}$. Supone un 7-8 % del peso corporal neto. El nivel de volemia depende además de la grasa corporal, siendo más grasa equivalente a menos sangre.

Hemodinamia. La volemia está regulada, entre otros factores, por la secreción de las glándulas suprarrenales: los mineralocorticoides, de los cuales la hormona más importante es la aldosterona, cuya función es regular la cantidad de sodio (Na^+) en sangre, reteniéndolo en los túbulos renales e impidiendo así que se elimine con la orina.

Este hecho provoca que la concentración de sodio en sangre sea mayor y que, por ósmosis, se incremente el volumen de agua (que también se perdería con la orina) en la sangre aumentando también el volumen de sangre total. Este es el motivo por el cual la sal común (cloruro de sodio) influye en la tensión arterial y su exceso es perjudicial para la salud.



La volemia constituye organismo

Extracción de sangre

La **extracción de sangre** es un procedimiento muy usual efectuado para la detección de posibles enfermedades al realizar los oportunos análisis a la muestra de sangre obtenida.

Técnica. La sangre se extrae de una arteria (arteria radial, para gasometrías) o de una vena (basílica, cefálica o mediana que une las dos anteriores), usualmente en la sangría o en la parte anterior del antebrazo.

Técnica de la venopunción: El sitio de punción se limpia con un antiséptico y luego se coloca una banda elástica o un brazalete de presión alrededor del antebrazo con el fin de ejercer presión y restringir el flujo sanguíneo a través de la vena, lo cual hace que las venas bajo la banda se dilaten, y hace más fácil que la aguja alcance alguno de los vasos sanguíneos.

Inmediatamente después, se introduce una aguja en la vena y se recoge la sangre en un frasco hermético o en una jeringa. Durante el procedimiento, se

retira la banda para restablecer la circulación y, una vez que se ha recogido la sangre, se retira la aguja y se cubre el sitio de punción para detener cualquier sangrado.



Preparación. En función del tipo de análisis que se vaya a realizar es requisito haber suspendido el consumo de alimentos al menos ocho horas antes de la extracción, para la obtención de datos no distorsionados sobre el estado de la sangre.

Preparación del equipo. Tubos de colección: Los tubos están predeterminados para llenarse con un determinado volumen de sangre. La tapa de goma está marcada por color, de acuerdo a su uso y sus aditivos:

Tubo tapa roja

Uso: Química, inmunología, banco de sangre, derivados.

Aditivo: Ninguno.

Tubo tapa amarilla

Uso: Hormonas, niveles plasmáticos, marcadores tumorales.

Aditivo: Gel – Separador.

Tubo tapa lila

Uso: Hematología, biología molecular, líquidos biológicos, hemoglobina glicosilada.

Aditivo: Anticoagulante EDTA.

Tubo tapa celeste

Uso: Pruebas de Coagulación.

Aditivo: Anticoagulante Citrato de sodio

Tubo tapa negra

Uso: VHS.

Aditivo: Anticoagulante Citrato de sodio

Tubo tapa gris

Uso: Glicemia.

Aditivo: Anticoagulante Fluoruro de sodio.

Tubos tapa verde

Uso: Pruebas Bioquímicas, Electrolitos Plasmáticos, marcadores virales.

Aditivo: Heparina de Litio

Efectos secundarios.

Cuando se inserta la aguja para extraer la sangre, algunas personas sienten un dolor moderado (resultado de que la aguja perfora la capa exterior de la piel), mientras que otras sólo sienten un pinchazo o sensación de picadura.

Posteriormente, puede haber una sensación pulsátil (se siente la aguja de forma palpable bajo la piel, a menos que se inserte de forma oblicua).

Algunas personas pueden sufrir mareos o desmayos debidos a la impresión que les causa, por lo que se recomienda estar sentado o tumbado durante la extracción.

