

FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS. BASES BIOQUÍMICAS.

TEMA 0 SUEROS.

Diferencias entre suero y plasma

El plasma contiene fibrinógeno mientras que el suero sólo contiene fibrina.

Si a la sangre añadimos anticoagulante obtenemos plasma.

Tipos de suero o plasma

- Hemolizado

Un suero está hemolizado cuando los hematíes se han roto, vertiendo al torrente sanguíneo su contenido (K^+ y hemoglobina).

Son sueros de color rojizo y con altos contenidos de K^+ .

- Lipénico

Un plasma lipénico tiene un aspecto turbio lechoso.

- Ictérico

Un suero o plasma icterico es amarillo, ya que tiene altos niveles de bilirrubina.



– La terminación –mia indica nivel de una sustancia en sangre.

– La terminación –uria indica nivel en orina.

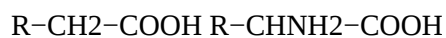
FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS. BASES BIOQUÍMICAS.

TEMA 1 AMINOÁCIDOS Y PÉPTIDOS.

Introducción

Desde el punto de vista estructural, las proteínas están formadas por la sucesiva unión de aminoácidos (aa). Por tanto, al hidrolizar proteínas obtenemos dichos aa.

Los aminoácidos son ácidos orgánicos que poseen un grupo amino (NH_2) y un grupo carboxilo ($COOH$).



Ác. Orgánico Aminoácido

Responden a la fórmula general $R-CH - NH_2$

COOH

R– Cadena lateral

NH₂– Grupo Amino

COOH– Grupo Ácido

Estructura general de los aminoácidos

Las proteínas contienen, en general, unos 20 aa distintos que se diferencian en la naturaleza de la cadena lateral R.

Excepto el más sencillo (glicocola) cuya cadena lateral es 1H, el carbono α es asimétrico, ya que está unido a cuatro constituyentes distintos.

Propiedades de los aminoácidos

- Los aa son sólidos con un punto de fusión relativamente alto (>200° C).
- Son más solubles en H₂O que en otros solventes menos polares.
- Se pueden obtener en forma cristalina.

Una de las características más importantes son las propiedades ácido–básicas.

–Que los aa tengan un grupo carboxilo (COOH) y un grupo amino (NH₂) hace que puedan disociarse, según el pH del medio, como ácidos o como bases.

Importancia biológica de los aminoácidos

- Son componentes fundamentales de proteínas y péptidos.
- Algunos aa son precursores de hormonas, compuestos de gran actividad fisiológica.
- Los derivados de aa por descarboxilación (aminas biogénicas) tienen definida importancia biológica.
- Los aa son sustancias que pueden actuar en la construcción de materia viva y en la producción energética.
- Algunos aa son imprescindibles para el crecimiento de organismos superiores.
- Los aa en los humores orgánicos y tejidos pueden hallarse como componentes de las proteínas o bien como aminoácidos libres. Estos aa libres pueden separarse por muy diversos métodos.

Aminoácidos séricos (presentes en el suero)

Los aa plasmáticos son relativamente constantes en el hombre normal, aunque pueden sufrir modificaciones fisiológicas con la edad y después de la ingestión alimentaria.

Para un estudio de aa es necesario realizar la extracción con 12 horas de ayuno. En el adulto normal, la aminoacidemia está representada por unos 20 aa en cantidad más importante. Así mismo se observan de 6 a 8 aa metabólicos, como el β -aminobutírico y la ornitina.

Clasificación de los aminoácidos

En el aspecto biológico, los aa se clasifican como esenciales y no esenciales, según su necesidad para el organismo. Este problema expone su importancia en el campo de la nutrición.

En el aspecto químico, se clasifican de acuerdo con sus cadenas laterales.

Aminoácidos esenciales	Aminoácidos no esenciales
Metionina	Ácido glutámico
Treonina	Glutamina
Lisina	Prolina
Isoleucina	Alanina
Valina	Ácido aspártico
Leucina	Asparagina
Arginitina	Tirosina
Histidina	Cisteína
Fenilalanina	Serina
Triptófano	Glicina

Aminoaciduria

a) En la orina del adulto se encuentran unos 23 aa, de los cuales solamente unos 9 son demostrables por las técnicas habituales de cromatografía mediante papel de celulosa.

Con una dieta proteica normal la excreción nitrogenada del adulto representa de 9 a 18 g por 24 horas y solamente un 3% de este nitrógeno procede de aa (0'35 a 1'18 gramos de aa por 24 horas, es decir, alrededor de 6400 pMoles/24 h).

b) La aminoaciduria del niño es, en relación al nitrógeno total, proporcionalmente mayor que la del adulto. Esta proporción es aún más pronunciada en el prematuro.

Para una excreción diaria de 0'7 a 1'4 g de nitrógeno total (13 veces menos que en el adulto) la aminoaciduria representa unos 1500 pMoles/24 h (4 o 5 veces menos solamente). Esta excreción importante es debida a un imperfecto desarrollo de la nefrona.

En el plano cualitativo, la aminoaciduria del niño es diferente a la del adulto.

A los recién nacidos se les hace una aminoacidemia para ver si tienen una subnormalidad.

Para ello se les realiza una punción en el talón con una lanceta y se recoge la sangre en un cartón con 3 círculos de química seca o en un tubo capilar.

En el adulto la prueba de aa se realiza mediante una cromatografía en papel de celulosa. Se coloca una gota de suero/plasma en el papel y una cubeta con solución tampón debajo. Se aplica una corriente eléctrica y los aa migran en función de su pH. Se tiñe la hoja, se decolora y se pone en la estufa donde el papel se vuelve transparente a excepción de una serie de bandas de aa teñidos que se comprueban con un patrón. Finalmente se mide la cantidad de aa con un fotolorímetro.

FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS. BASES BIOQUÍMICAS.

TEMA 2 PROTEÍNAS.

PÉPTIDOS

La unión de aa se produce de tal forma que el grupo ácido (COOH) se combina con el grupo básico (NH₂) del aa adyacente, perdiendo una molécula de H₂O.

La unión CO–NH se conoce como enlace peptídico y la nueva molécula formada se denomina péptido. Por tanto, un péptido está formado por varios aa.

Los aa se unen entre sí con la siguiente reacción:



| Enlace peptídico



PROTEÍNAS

Son polímeros complejos de aa que producen las células vivas.

Existe gran cantidad de proteínas con diversas funciones, forma, tamaño y estructura.

Cada proteína está formada por 20 aa en diversas cantidades y secuencias.

Las proteínas están constituidas por la sucesiva unión de aa, por tanto en la hidrólisis de proteínas obtenemos dichos aminoácidos.



Su fórmula general es R–CH



Clasificación de las proteínas según su forma

Las proteínas son sustancias anfóteras, por lo que pueden comportarse como ácidos o como bases.

Según su conformación se dividen en:

- **Fibrosas**

- Son resistentes e insolubles en H₂O.

– Están formadas por cadenas de polipéptidos ordenadas de modo paralelo, formando fibras.

P. ej.: queratina, colágeno, fibrinógeno

- **Globulares**

– Son solubles en H₂O.

– Están formadas por cadenas polipeptídicas que adoptan formas esféricas.

– Son las más abundantes en sangre.

P. ej.: enzimas, anticuerpos, hemoglobina, mioglobina

Clasificación de las proteínas según su estructura

- **Estructura primaria**

La estructura primaria de una proteína depende de los aa que contenga, su secuencia, y el número de los mismos. La sustitución de un aa altera la actividad biológica aun en proteínas de gran tamaño.

- **Estructura secundaria**

La estructura secundaria es la forma de cadena de aa a medida que estos interactúan con aa adyacentes mediante puentes de hidrógeno, enlaces disulfuro entre aa que contienen cisteína y otras interacciones entre grupos R polares y no polares. El enlace peptídico no tiene mucha rotación, pero otros enlaces sí. Esta permite cambios de configuración que dan lugar a la forma secundaria. Las estructuras secundarias se describen como en hoja plegada, de α hélice o de enroscamiento aleatorio.

- **Estructura terciaria**

La estructura terciaria es la estructura tridimensional que se forma cuando los aa interactúan con los miembros más distantes de la cadena, lo que hace que esta se repliegue y adopte su forma característica.

- **Estructura cuaternaria**

La estructura cuaternaria se forma cuando se unen 2 o + cadenas. Estas cadenas se denominan monómeros o subunidades y las proteínas finales se llaman dímeros, tetrameros u oligómeros.

Clasificación de las proteínas según su solubilidad

Las proteínas fibrosas son insolubles en H₂O. Las proteínas globulares generalmente son solubles en H₂O o soluciones salinas débiles.

Las distintas solubilidades de las proteínas son de ayuda en ciertos casos, pero no son útiles para su clasificación.

Es posible formar sales de proteínas haciéndolas precipitar con sulfato de amonio saturado. Cuando la concentración de sulfato de amonio se reduce al 50%, algunas se disuelven mientras otras continúan precipitadas.

Las globulinas se diferencian de la albúmina por su solubilidad (ver tabla).

SOLUBILIDAD	Albúmina	Globulina
H ₂ O	sí	
Soluciones salinas débiles	sí	sí
Soluciones salinas fuertes	sí	no
Sulfato de amonio al 50%	se disuelve	precipita

Desnaturalización/inactivación

La interrupción de los enlaces que mantienen la configuración secundaria, terciaria o cuaternaria se denomina desnaturalización o inactivación de la proteína.

Esto se logra aplicando calor, cambios de pH, productos químicos o fuerzas mecánicas. La congelación no desnaturaliza.

Los agentes que mantienen la estructura terciaria y cuaternaria son muy débiles. En el laboratorio clínico es importante tener en cuenta que el calor excesivo, el ciclo de congelamiento y fusión o el proceso de mezcla vigorosa rompen estos enlaces y desnaturalizan la proteína.

Los enzimas pierden su actividad, un receptor pierde su actividad de enlace y un antígeno pierde su antigenicidad y ya no es reconocido por el anticuerpo cuando estas proteínas se desnaturalizan antes de su análisis.

Propiedades de las proteínas

- Formar soluciones coloidales capaces de precipitar y constituir coágulos.
- Poder de cristalización.
- Especificidad (cada animal y vegetal fabrica sus propias proteínas, diferentes de cada especie).
- Pueden hidrolizarse y formar aminoácidos.

Proteínas Péptidos Aminoácidos

- Desnaturalización por efecto/defecto del calor (pierden su estructura).

Tipos de proteínas según su composición

• Holoproteínas / proteínas simples

En su composición sólo hay cadenas de péptidos unidos por enlaces peptídicos y de su hidrólisis solo se obtienen aminoácidos.

- Unas proteínas son de reserva (ovoalbúmina, lactoalbúmina)
- Forman parte de la hemoglobina de la sangre (globina).

La albúmina es la proteína más abundante en sangre y desempeña varias funciones como son:

- Transporte de ácidos grasos y bilirrubina para llevarlos al torrente circulatorio (se puede unir a fármacos poco solubles en H₂O como aspirina, barbitúricos, digital, eco).
- Proporcionar presión osmótica a los capilares sanguíneos.

- Unirse al ión Calcio, formando el complejo proteína–calcio en el plasma.

Las globulinas son proteínas insolubles en H₂O y solubles en soluciones salinas. Suelen asociarse a las albúminas (ovoalbúmina, lactoalbúmina). En el plasma sanguíneo hay varias globulinas:

- Glucoproteínas, lipoproteínas de alta densidad y la aptoglobina que transporta la hemoglobina.
- Transferían transportadores del hierro y lipoproteínas de baja densidad.
- Inmunoglobulinas/anticuerpos, cuya síntesis se estimula por la presencia de una molécula extraña.

Tanto la albúmina como las globulinas son proteínas globulares, por presentar la estructura terciaria en su molécula.

• Heteroproteínas / proteínas conjugadas

Están formadas por un grupo proteico (la cadena de péptido) y un compuesto no proteico (grupo prostético).

Heteroproteína = Péptido + grupo prostético

Según la naturaleza del grupo prostético (parte de la proteína que no es aa)

podemos clasificar las heteroproteínas en:

Clasificación	Grupo prostético
Lipoproteína	Lípido
Glucoproteína	Carbohidrato (<4% de la molécula)
Mucoproteína	Carbohidrato (>4% de la molécula)
Metalproteína	Metal
Nucleoproteína	ADN, ARN
Fosfoproteína	Fosfato

El nombre de la proteína conjugada se deriva del grupo prostético. La mayoría de las proteínas del plasma son glucoproteínas y la albúmina constituye una excepción.

Proteinograma/electroforesis

La electroforesis o proteinograma es el estudio y cuantificación de las proteínas. Existen 5 tipos: Albúmina, alfa1, alfa2, beta y gamma. Cada una puede dar el diagnóstico de una enfermedad.

Se coloca el suero en la parte mate del papel de celulosa. Después del proceso, se introduce la tira en una cubeta con colorante, se destiñe y se fija. Finalmente, se introduce en la estufa, se diluyen las fracciones con acetona y se mide la intensidad del color con un fotocolorímetro.

Fracciones que se obtienen por electroforesis:

Fracciones	Porcentaje relativo (%)	Concentración (g/100ml)
Albúmina	52–68	3'4–5'0
δ 1 – Globulina enlazante con tirosina	2'4–4'4	0'2–0'4

– Transcortisona		
– Glucoproteína ácido δ 1		
– Antitripsina δ 1		
– Lipoproteína		
δ δ – Heptoglobina		
– Macloglobulina	6'1–10'1	0'5–0'9
– Ceruloplasma		
δ – Transferrina		
– Lipoproteína	8'5–14'5	0'6–1'1
– Lipoproteína		
– IgM		
– IgA		
– IgG	10–21	0'8–1'5
– IgD		
– IgE		
– Proteína C creativa		

Inmunoglobulinas/anticuerpos

Entre las proteínas se encuentran las inmunoglobulinas o anticuerpos (IgA, IgM, IgG).

Valores normales (g/dl)	Inmunoglobulinas	Valores normales (mg/dl)
50–300	IgG	560–1800
565–1765	IgM	45–250
85–490	IgA	100–400
100	IgE (específica de alergias)	Hasta 100 U/l

Si el incremento de proteínas se da en personas mayores pensaremos en un mieloma (tumor hepático). El tipo de mieloma se conoce con el estudio de las inmunoglobulinas.

Existe una inmunoglobulina (IgE) que es responsable de las alergias y no es una proteína .

La concentración normal de proteínas en sangre es de 6 a 8 g/dl tanto en adultos como en niños. Se mide mediante un proteinograma (electroforesis) que debe realizarse en ayuno de 12 horas.

Cuando las proteínas totales están bajas (<6 g/dl) se trata de una hipoproteïnemia, debida a un déficit de proteínas (desnutrición, etc.).

Cuando están elevadas (>8 g/dl) hablamos de hiperproteïnemia.

P. ej.:

Paciente 1: Proteínas totales= 7'3 g/dl

	%	g/dl	% Normal	g/dl Normal
Albúmina	56'7	4'2	57-65	3'5-5.0
δ1	1'7	0'1	2-4	0'1-0'3
δδ	8'9	0'6	6-10	0'4-1'0
δ	13'8	1'0	8-12	0'5-1'1
	18'9	1'4	12-19	0'7-1'2

Paciente 2: Proteínas totales= 8'2 g/dl

	%	g/dl	% Normal	g/dl Normal
Albúmina	41'8	3'4	57-65	3'5-5.0
δ1	1'8	0'1	2-4	0'1-0'3
δδ	5'7	0'5	6-10	0'4-1'0
δ	5'7	0'5	8-12	0'5-1'1
	45'8	3'7	12-19	0'7-1'2

– La proteína está muy elevada, por lo que se estará desarrollando un proceso inmunológico de los anticuerpos.

ANTICUERPOS / ESTADO	IgG	IgM
Fase aguda (enfermo contagioso)		+
Fase crónica (con defensas)	–	+
Sin defensas	–	–

FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS. BASES BIOQUÍMICAS.

TEMA 3 ENZIMAS.

ENZIMAS

La vida depende de una red muy compleja de reacciones químicas catalizadas por enzimas.

Para que la reacción se produzca, es necesario que las moléculas reaccionantes colisionen con una energía que las active (energía de activación) que puede ser calor, electricidad, etc.

Los enzimas como catalizadores son capaces de facilitar y acelerar las reacciones que tienen lugar en los tejidos, disminuyendo la energía de activación. No alteran el equilibrio de una reacción, sino que aumentan la velocidad para alcanzarlo más rápidamente.

Naturaleza de los enzimas

Todos los enzimas son proteínas. Se nombran añadiendo la terminación –asa a la raíz de la sustancia sobre la que actúan (p. ej. sacarasa –cataliza la hidrólisis de la sacarosa). Algunas poseen nombres propios, como la tripsina o la pepsina, que desdoblan las proteínas en sustancias más sencillas.

Algunos enzimas necesitan otras sustancias no proteicas para poder realizar adecuadamente su función:

- **Grupo prostético:**

Compuesto orgánico unido sólidamente a la proteína por enlaces covalentes. (P. ej.: el grupo hemo de la hemoglobina)

- **Coenzimas:**

Molécula orgánica unida débilmente a la proteína, pero necesaria para su acción. (P. ej.: El fosfato de piridoxal– vitamina B6– es la coenzima de las enzimas transaminasas).

La vitamina B6 es hidrosoluble. En los análisis de sangre, se mide su actividad para conocer la lesión o muerte de un tejido, ya que al romperse las células se vierten al torrente circulatorio.

También se utiliza para quitar los estados de borrachera.

El complejo coenzima–cofactor se denomina holoenzima. La parte proteica del cofactor es el apoenzima.

Grupo prostético

Holoenzima = Apoenzima +

Coenzima

Clasificación de los enzimas

Pueden ser de 6 tipos según sus funciones:

- **Oxidoreductasas:**

Catalizan reacciones de óxido–reducción biológica. Es frecuente que tengan NAD, FAD, NADP, FAD, coenzima Q, etc. como coenzimas.

P. ej.: deshidrogenasa, oxidasa

- **Transferrerasas:**

Catalizan la transferencia de un grupo químico de una sustancia a otra (amino, carboxilo, metilo, fosforilo)

P. ej. : transaminasa, transcarboxilasa

- **Hidrolasas:**

Catalizan reacciones hidrolíticas.

P. ej.: amilasa, peptidasa, ureasa, pepsina, tripsina

- **Liasas:**

Catalizan la rotura de enlaces carbono-carbono (C-C), carbono-azufre (C-S) y carbono-nitrógeno (C-N), excepto enlaces peptídicos entre dos aminoácidos.

P. ej.: descarboxilasa, aldolasas

- **Isomerasas:**

Catalizan reacciones de racemización de isómeros ópticos.

P. ej.: epimerasa, mutasa

- **Ligasas:**

Catalizan la unión de dos moléculas con rotura de una molécula de ATP para proporcionar energía.

P. ej: sintetasa y carboxilasa.

Naturaleza de la unión enzimática

La sustancia o sustancias sobre las que actúa el enzima se denomina sustrato.

Como ya se indicó, los enzimas disminuyen la energía de activación para que la reacción ocurra a mayor velocidad. El estado de las moléculas reaccionantes en el máximo de la barrera de activación se denomina estado de transición o complejo activado.

En las reacciones enzimáticas la activación del sustrato se produce por la formación del complejo enzima-sustrato.

Enzima + Sustrato = Complejo E-S

En este mecanismo tienen lugar las siguientes reacciones:

Enzima + Sustrato $\rightleftharpoons$ Complejo E-S $\rightleftharpoons$ Complejo E-S*

Enzima- Producto Enzima libre + Productos

Especificidad enzimática de acción

Es una de las propiedades más importantes de los enzimas, junto con su poder catalítico.

El grado de especificidad varía ampliamente. Existen zonas con especificidad casi absoluta por el sustrato

P. ej.: ureasa, que sólo interviene para la urea.

Otros enzimas pueden actuar sobre una serie de moléculas con un grupo funcional, aunque lo hagan a distinta velocidad.

P.ej.: lipasa

Isoenzimas

En el hombre existen diferentes formas moleculares de una misma enzima. Estas formas moleculares diferentes se llaman isoenzimas.

P. ej.: enzima lactato deshidrogenada LDH (su contenido es distinto en el hígado y en el miocardio y sirve para el diagnóstico de enfermedades referidas a estos tejidos).

Actividad enzimática

Los factores que influyen sobre la velocidad de las reacciones enzimáticas son:

- **Concentración del enzima**

La experiencia ha demostrado que a mayor concentración del enzima la reacción es más rápida.

- **Concentración del sustrato**

La velocidad de reacción es directamente proporcional a la concentración de sustrato, hasta un límite: si la cantidad del enzima es constante, ésta pasará a formar el complejo E-S y la velocidad aumentará hasta que todo el enzima libre se agote y se encuentre en forma de complejo E-S. En este momento, la velocidad es máxima y aunque aumentemos la cantidad de sustrato no se acelera la reacción enzimática.

Centro activo

Dada la especificidad de acción de muchos enzimas, sólo una porción de los mismos es la que se une al sustrato. Por tanto, la región específica del enzima donde queda ligado el sustrato es el centro activo.

Se trata de una estructura tridimensional (una hendidura) y representa un espacio pequeño en relación al volumen total del enzima. El sustrato se une al enzima por fuerzas débiles, pero para ello ha de tener una forma adecuada e introducirse en el centro activo.

Otras veces el sustrato induce la forma del centro activo y éste sólo es complementario del enzima cuando están unidos.

Efecto de la temperatura y el pH sobre los enzimas

La temperatura aumenta la velocidad de reacción hasta un punto óptimo en el que el enzima actúa mejor. Al sobrepasar un máximo, los enzimas (al ser proteínas) se desnaturalizan.

La velocidad de reacción también tiene un pH óptimo, por encima del cual disminuye.

En laboratorios de la C. Valenciana habitualmente se trabaja a temperatura ambiente (25°C), por lo que no se indica.

Inhibición enzimática

La actividad de un enzima puede inhibirse. Esto es de gran importancia en el desarrollo de nuevas drogas, basándose en el poder inhibitor sobre un sistema enzimático (p. ej.: antidepresivos, insecticidas)

Tipos de inhibición:

- **Inespecífica:**

Es la que ocurre sin la intervención de porciones concretas del enzima.

P. ej.: el calor que desnaturaliza las proteínas.

- **Específica:**

Es la que se produce sobre las localizaciones del enzima, precisas y determinadas.

1.- Competitiva:

Es la inducida por determinadas sustancias que se van a unir al enzima a través de las mismas localizaciones a las que se une el sustrato.

Habrà pues, una competencia entre el sustrato y el inhibidor por los centros activos del enzima, lo cual significa que ambos tendrán estructuras semejantes.

P. ej.: El ácido masónico inhibe al enzima succínico deshidrogenasa, que cataliza el paso de succínico a fumárico.

2.- No competitiva:

El inhibidor y el sustrato se unen al enzima por distintos sitios, por lo que pueden hacerlo simultáneamente.

P. ej.:

–El cianuro inhibe el enzima citocromo oxidasa, paraliza la oxidación aerobia y produce la muerte (fotofosforilación oxidativa).

– Venenos gaseosos actúan sobre el enzima acetilcolinesterasa con un importante papel en la transmisión del impulso nervioso. Sustancias semejantes se utilizan como insecticidas.

– Los metales pesados (p. ej.: plomo, mercurio, plata, cobre) son extremadamente tóxicos si se ingieren en exceso ya que éstos se unen a los enzimas y los bloquean.

– Antibióticos, etc

Los enzimas también pueden inhibirse afectando a las coenzimas que necesitan para su acción catalítica.

Pueden utilizarse como antiinflamatorios.

Enzima	Nombre	Localización	Valores normales (U/L)
GOT	Transaminasa oxalacética	50% músculo 50% hígado	1–45
GPT	Transaminasa pirúvica	100% hígado	1–45
GGT	Glutamil Transferrasa	Hepatobiliar	1–45
LDH	Lactato Deshidrogenasa	Muscular	1–400
CPK	Creatín Fosfoquinasa	Muscular	1–200

Si se hemoliza la sangre, el resultado de estos enzimas es erróneo.

Cuando se produce un infarto (dolor precordial) se alteran los enzimas GOT LDH y CPK, así como la mioglobina. Dichos enzimas se elevan a partir de las 2 horas de haberse producido el infarto, por lo que su

análisis sirve para hacer un seguimiento de la enfermedad.

Cuando aumentan La LDH y CPK puede tratarse de problemas musculares. Si aumenta la CPK puede ser debido a la administración de inyecciones intramusculares. Está alterada de manera habitual en deportistas y pacientes de intensivos.

Si aumentan GOT, GTP y GGT se trata de una hepatitis A, B o C. Si los marcadores resultan negativos significa que no hay hepatitis vírica pero puede haber hepatitis tóxica (causada por medicamentos o alimentos).

Transaminitis Aumento de las transaminasas.

Pruebas para infartados Mioglobina, Troponina

Proenzimas

Algunos enzimas se sintetizan en forma de un precursor inactivo llamado proenzima. Este se activa en un lugar y momento determinados.

Destacan:

- **Tripsinógeno** (sintetizado en el páncreas) Tripsina
- **Pepsinógeno** Pepsina
- **Procolágeno** Colágeno

FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS. BASES BIOQUÍMICAS.

TEMA 5 LÍPIDOS.

LÍPIDOS

Los lípidos son compuestos que, químicamente se caracterizan por:

- Elevado peso molecular.
- Están formados por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y restos de fósforo (P), nitrógeno (N) y azufre (S).
- Casi todos presentan en su estructura moléculas de ácidos grasos.

Un lípido es cualquier sustancia que es soluble en disoluciones no polares (p. ej.: disolventes orgánicos, cloroformo, éter, alcohol) e insoluble en H₂O.

Interés biológico de los lípidos

Los lípidos son sustancias que cumplen misiones muy diversas en el organismo:

- **Función de reserva**

Los lípidos son las principales sustancias de reserva del organismo, de forma que la mayor parte de los alimentos ingeridos en exceso se transforman en lípidos que se depositan donde sea necesario disponer de grandes cantidades de energía a largo plazo, ya que su contenido energético es mucho mayor que el de los glúcidos y el de las proteínas.

Lípidos	Glúcidos
9'3 kcal /g	4'1 kcal / g
Sustancia de reserva	Liberadores de energía a corto plazo
Combustión lenta	Combustión rápida
Bajo peso	Muy pesado

Aparte del elevado contenido energético, existen otras razones que justifican el empleo de lípidos como principal sustancia de reserva en el organismo, como es el hecho de que gran la cantidad de energía que acumulan represente un peso mínimo para el organismo si lo comparamos con el que tendría si se acumulase en forma de glúcidos (glucógeno). Igualmente, los lípidos presentan una serie de ventajas mecánicas (baja conductividad) que permiten hacerles cumplir otras funciones en el organismo mientras no se usen como fuente de energía (p. ej.: protegiendo órganos, aislando del frío).

• Función estructural

En esta función destacan principalmente algunos lípidos complejos (fosfolípidos y glicolípidos) que por su estructura son compuestos esenciales de las membranas celulares. Es debido a que son moléculas antipáticas, es decir, que presentan doble solubilidad: por un extremo son solubles en H₂O (hidrófilas) e insolubles en disolventes orgánicos (lipófilas); y por el otro extremo es al contrario, son solubles en disolventes orgánicos (lipófilas) e insolubles en H₂O (hidrófobas).

Esto hace que cuando se encuentran en presencia de agua formen estructuras especiales (p.ej.: micelas, monocapas, bicapas lipídicas...) que como veremos más adelante, representan el antecedente de las membranas naturales.

• Función reguladora

Diversas sustancias pertenecientes a este grupo actúan como hormonas y vitaminas (esteroides, liposolubles...), regulando distintas actividades fisiológicas (p. ej.: colesterol).

Clasificación

La clasificación de los lípidos que vamos a utilizar se basa en la estructura que tienen los esqueletos de sus moléculas. De acuerdo con esto, existen dos grupos:

• Lípidos complejos

Se caracterizan porque presentan en sus moléculas ácidos grasos. Comprenden los siguientes grupos:

- Acilglicéridos o glicéridos
- Fosfoglicéridos
- Esfingolípidos
- Ceras

Estos lípidos se denominan lípidos saponificables, pues al ser sometidos a hidrólisis alcalina se producen jabones (sales de ácidos grasos), llamándose a esta reacción saponificación (proceso contrario a la esterificación).

• Lípidos sencillos

Se caracterizan porque en su composición no hay ácidos grasos. Comprenden los siguientes grupos:

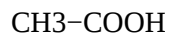
- Terpenos
- Esteroides (corticoides)
- Prostaglandinas

Estos lípidos también se denominan lípidos insaponificables, ya que en ellos no se produce la reacción de saponificación, es decir, por hidrólisis alcalina no se producen jabones ya que no contienen ácidos grasos.

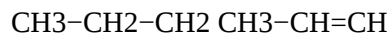
Ácidos grasos

Son ácidos de cadena abierta (alifáticos) y que generalmente poseen un elevado número de átomos de carbono (entre 14 y 22).

Suelen tener una cadena lineal, sin ramificaciones y presentan la particularidad de que su número de átomos de carbono generalmente es par, ya que se originan a partir del ácido acético que sólo posee 2.



Puede suceder que en la cadena de un ácido graso los enlaces que unen los distintos átomos sean sencillos, dobles o triples. Si todos los enlaces de la cadena son sencillos será un ácido graso saturado y sino, insaturado.

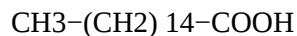


Ácido saturado Ácido insaturado

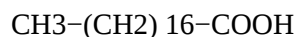
Existe un mayor número de ácidos grasos insaturados que saturados.

Los principales ácidos grasos saturados son:

- Ácido palmítico (16 átomos de carbono)

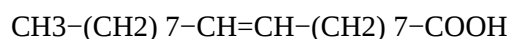


- Ácido esteárico (18 átomos de carbono)

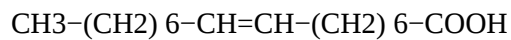


Entre los ácidos insaturados, destacan:

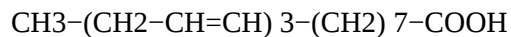
- Ácido oleico ("δ C18:1)



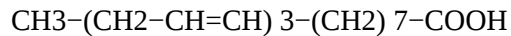
– Ácido palmitoleico ("đ C16:1)



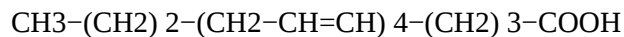
– Ácido linoleico ("đ đ C18:2)



– Ácido linolénico ("đ đ đ C18:3)



– Ácido araquidónico ("đ đ đ đ C20:4)



Normalmente, los ácidos grasos no se encuentran libres en el organismo, sino que se presentan en forma de ésteres, compuestos que resultan al reaccionar un ácido orgánico con un alcohol.

O O

||



Ácidos grasos esenciales

Son los ácidos que se precisan ingerir en la dieta porque el hombre los mamíferos no pueden sintetizarlos el no tener los enzimas necesarios. Son imprescindibles para el desarrollo normal del organismo.

Todos son ácidos grasos insaturados con más de un doble enlace en sus moléculas: ácido linoleico, ácido linolénico

La ausencia total de estos ácidos grasos en la dieta puede producir graves daños en el organismo. Esto quizá sea debido a que estos compuestos son los precursores de las prostaglandinas, sustancias con actividad hormonal y gran influencia en diversas actividades fisiológicas. Por tanto, si faltan estos ácidos grasos no se pueden sintetizar prostaglandinas y éstas no pueden realizar su función reguladora, originándose graves desequilibrios en el organismo.

Propiedades de los ácidos grasos

Los ácidos grasos tienen una gran importancia en la composición y en el metabolismo de los lípidos. Su presencia en los lípidos hace que sean saponificables (lípidos simples). Las propiedades más características de estos ácidos grasos son:

• Variación del punto de fusión

El punto de fusión de los ácidos grasos varía según sean saturados o insaturados.

En general, a mayor número de insaturaciones, menor es el punto de fusión y cuanto más corta es la cadena menor es el punto de fusión. Por esto, las grasas en cuya composición sólo existen ácidos grasos saturados son sólidas a temperatura ordinaria, mientras que las que poseen ácidos grasos insaturados son líquidas (aceites).

• Solubilidad

Los ácidos grasos son moléculas anfipáticas puesto que los dos extremos de sus moléculas presentan características totalmente distintas en lo que a solubilidad se refiere: el extremo que posee el grupo carboxilo es polar y por tanto hidrófilo, mientras que el otro extremo es hidrófobo.

• Bicapas lipídicas

Cuando el número de moléculas de ácidos grasos existentes en el medio acuoso es muy grande, se van a disponer formando una bicapa, en la que las colas de las cadenas hidrocarbonadas se sitúan en el interior y los extremos hidrófobos quedan orientados hacia el agua.

Los lípidos forman micelas. A medida que aumenta la concentración de lípidos en el agua se forman bicapas.

Acilglicéridos o glicéridos

Se definen como ésteres de ácidos grasos y triálcohol glicerina. También se denominan grasas neutras.

Existen muchos tipos de acilglicéridos distintos, ya que la glicerina posee 3 grupos hidroxilos y pueden esterificarse 1, 2 o los 3. Además, cada hidroxilo puede reaccionar con cada uno de los distintos ácidos grasos, por lo que el número de glicéridos existente es muy grande.

- **Monoglicéridos:** Sólo uno de los grupos hidroxilo de la glicerina está esterificado.
- **Diglicéridos:** Tienen 2 grupos hidroxilo esterificados con ácidos grasos.
- **Triglicéridos:** Los 3 OH de la glicerina están esterificados con ácidos grasos. Son los más abundantes en la naturaleza.

Por hidrólisis los glicéridos se separan en sus componentes (reacción contraria a la esterificación). En el organismo se realiza por medio de la enzima lipasa y como resultado se obtiene la glicerina y ácidos grasos.

La hidrólisis también se puede realizar artificialmente, calentando los glicéridos con compuestos alcalinos. Se obtendrá glicerina y jabones (saponificación).



||



||

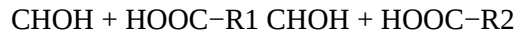


En los triglicéridos y diglicéridos, puede suceder que todos los ácidos grasos de su molécula sean iguales, en cuyo caso tenemos triacilglicéridos simples. Si los ácidos grasos de la molécula son diferentes serán triacilglicéridos mixtos.

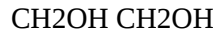
Las grasas naturales suelen ser mezclas de muchos triacilglicéridos simples y mixtos.



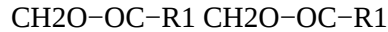
||



||



Glicerina Monoglicérido



||



||



Diglicérido Triglicérido

Propiedades de los glicéridos:

- Tienen menos densidad que el HO
- El punto de fusión más o menos elevado, según ácidos grasos que los constituyen sean saturados o insaturados.

Colesterol

El colesterol tiene una base hormonal. Se sintetiza en la corteza suprarrenal y se consume en ciertos alimentos. Es necesario para las células (membranas) y precursor de hormonas esteroideas y del ácido de la bilis.

Su cifra normal es de 135–200 mg/ml. Niveles elevados de colesterol pueden llevar a enfermedades del corazón promoviendo el depósito de trombos en las arterias y obstruyéndolas total o parcialmente (arteriosclerosis).

Los factores que afectan al colesterol en sangre comprenden:

- Edad
- Sexo
- Peso corporal
- Dieta (consumo de alcohol y tabaco)
- Ejercicio físico
- Factores genéticos (antecedentes familiares)
- Medicamentos
- Desórdenes hormonales (menopausia, terapias de reemplazo hormonal, hipotiroidismo, enfermedades renales, pancreáticas y hepáticas, diabetes)

En muchas personas, una hipercolesterolemia constituye un alto riesgo de desarrollo de enfermedades coronarias. El nivel sanguíneo de colesterol total y varias fracciones de colesterol (lipoproteínas LDL y HDL) son útiles en la evaluación y el monitoreo de tratamiento de pacientes con enfermedades cardiovasculares y similares.

El nivel sanguíneo de componentes del colesterol (triglicéridos) ha sido separado en las categorías deseables, al límite y de alto riesgo. Estas categorías conforman una base útil para la evaluación y el tratamiento de las personas con hiperlipidemia. La terapia para reducir estos parámetros de riesgo incluye dieta, ejercicio, medicación y reducción de la masa grasa corporal.

Principales clases de lipoproteínas

Las lipoproteínas se agrupan en 3 categorías esenciales:

- **Quilomicrón (QM) y proteína de muy baja densidad (VLDL)**

Son relativamente bajas en proteínas, fosfolípidos y colesterol, pero altas en triglicéridos (55 a 95%). En términos más amplios, estas partículas son denominadas lipoproteínas ricas en triglicéridos (los triglicéridos se transportan por la VLDL).

- **Lipoproteínas de densidad intermedia y baja (IDL y LDL)**

Están caracterizadas por elevados niveles de colesterol, principalmente en la forma de ésteres colesterílicos. Las LDL son altamente insolubles y hasta el 50% de su masa es colesterol por lo que juegan un papel importante en las enfermedades coronarias. Un 70% del colesterol total se transporta por LDL y HDL.

- **Lipoproteínas de alta densidad (HDL)**

Tienen alto contenido en proteína (50%) y fosfolípidos (30%). Pueden ser de dos tipos:

HDL2 son grandes y menos densas.

HDL3 son pequeñas y más densas.

Cuando aumenta la HDL el colesterol se deposita en las paredes de las arterias y hace que estas se endurezcan.

Si aumenta la LDL se forma una placa de ateroma (colesterol y células muertas).

Si aumentan los triglicéridos se produce la arteriosclerosis.

	Valores normales
HDL	>45 mg/ml
LDL	<135 mg/ml
Triglicéridos	Hasta 150 mg/ml

FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS. BASES BIOQUÍMICAS.

TEMA 6 VITAMINAS.

VITAMINAS

Las vitaminas son sustancias orgánicas de origen biológico y constitución química muy diversa. Son indispensables para el desarrollo del organismo y de ciertos procesos celulares, aunque en cantidades mínimas. Algunas de ellas tienen efectos terapéuticos y se dividen en dos grupos:

- **Vitaminas hidrosolubles:**

Son necesarias para el organismo. Su falta puede causar patologías y en sobredosis no producen daño excepto en casos de alergia ya que se eliminan mediante la orina (son solubles en H₂O, por lo que pueden administrarse por vía venosa e intramuscular).

– Vitaminas liposolubles:

Pueden dañar el organismo si hay una sobredosis. Son de tipo oleoso y su insuficiencia produce patologías. Al ser lipídicas, se deben administrar por vía intramuscular u oral, pero nunca por vía venosa ya que podrían producir embolias o quistes.

Vitaminas hidrosolubles

Son solubles en H₂O. Se absorben con los alimentos que tienen contenido hídrico, se difunden con los líquidos corporales y se eliminan con la orina. Tenemos pocas reservas de vitaminas hidrosolubles.

B1 (tiamina):

- Interviene como carboxilasa y en reacciones de transferencia de grupos aldehído (es necesaria para el metabolismo de los hidratos de carbono).
- Se encuentra en el hígado, carne y cereales con cáscara.
- Su déficit produce el beri-beri (debilidad y cansancio), cuadros de irritabilidad, movimientos incontrolados y hormigueo.

B2 (riboflavina/lactoflavina):

- Gran importancia como factor de crecimiento.
- Interviene en reacciones de oxidación-reducción, en el metabolismo de los hidratos de carbono y las proteínas.
- Forma parte de las coenzimas FMN y FAD.
- Su déficit puede causar alteraciones vasculares en la córnea (visión borrosa) y lesiones dérmicas en la comisura de la boca, nariz y escroto.

B6 (piridoxina/adenina):

- Coenzima de las transaminasas.
- Función antiedematosa.
- Interviene en el metabolismo de los lípidos (vainas de mielina) y los hidratos de carbono.
- Se encuentra en la leche materna, cereales, carne, nueces y algunos vegetales.
- Si falta produce irritabilidad, alteración nerviosa, debilidad, dermatitis (pelagra) y somnolencia. En los bebés produce dificultad al andar.
- Déficit habitual en pacientes con trastorno renal, enfermedades hepáticas, mujeres con anticonceptivos y personas con dieta alta en leucina.

- Se inyecta en caso de intoxicación etílica.

Niacina (ácido nicotínico/nicotinamida/vitamina PP):

- Es antipelagrosa.
- Interviene como coenzima del NAD, actúa como deshidrogenasa e interviene en el ciclo de Krebs.
- Se encuentra en el hígado, la carne magra, cereales y legumbres.
- Su déficit produce debilidad, anorexia, dermatitis (en partes expuestas al sol, calor o traumatismo leve), indigestión, laxitud, diarrea y síntomas nerviosos.

Ácido pantoténico

- Presente en la mayoría de alimentos (carne, hígado, leche huevos y vegetales frescos)
- Su déficit causa fatiga, insomnio y sensibilidad en el talón (sin espolón óseo)

Ácido fólico (p. torilglutamínico)

- Coenzima de sustancias transportadoras.
- Presente en casi todos los alimentos naturales (levadura, hígado, carne, vegetales)
- Su déficit produce cambios de personalidad, anemia (sobretudo megaloblástica), irritabilidad, dolor de cabeza, anorexia y palpitaciones.
- Estrecha relación con la vitamina B12

B12 (cianocobalamina)

- Necesaria para la síntesis de RNA y DNA.
- Solamente se encuentra en los microorganismos, carne, marisco, pescado y aves de corral.
- Su déficit produce grandes anemias megaloblásticas y trastornos neurológicos, sobretudo en ancianos.

Vitamina C

- Azúcar de 6 Carbonos.
- Interviene en reacciones de grupos hidroxilo.
- Es importante en procesos de síntesis (adrenalina, noradrenalina)
- Importante en el metabolismo de aa.
- Se encuentra en cítricos y verduras.
- Su déficit produce irritabilidad, cansancio, predisposición a infecciones, trastornos de la coagulación y escorbuto.

Vitaminas liposolubles

Se encuentran en los alimentos grasos y se absorben con las grasas. Los ácidos biliares son imprescindibles para su correcta asimilación (emulsionan las grasas). Se almacenan en células y tejidos grasos, y su exceso puede producir intoxicaciones nocivas.

Vitamina A (retinol)

- Se origina a partir de media molécula de β -caroteno. La rotura del β -caroteno se efectúa en el hígado e intestino y ocurre por oxidación del doble enlace situado en el centro de la molécula. La vitamina A se encuentra en los tejidos animales.
- El β -caroteno se encuentra sobretodo en hortalizas y frutas.

Hay 2 tipos de vitamina A:

A1 tiene un solo enlace

A2 tiene dos dobles enlaces en el anillo de su molécula.

Las necesidades mínimas de vitamina A son de 1 mg/día.

- Su déficit detiene el crecimiento y ocasiona un mal desarrollo óseo y del tejido nervioso, xeroftalmia y esterilidad.
- Si se encuentra en exceso origina un paratidoidismo con fragilidad ósea.

Vitamina D

- Agrupa sustancias con la misma actividad antirraquítica.
- Abunda en aceites de hígado de pescado y se acumula en el hígado hasta que el organismo la necesita.

Las necesidades diarias de vitamina D son de 0'025 mg/día.

Hay dos tipos:

D2 Se produce a partir del ergosterol por irradiación solar.

D3 Se produce a partir del 7-dihidrocolesterol por irradiación solar.

- Su déficit (sobretodo en la infancia) ocasiona raquitismo.
- Si se encuentra en exceso ocasiona fragilidad ósea.

Vitamina E (tocoferoles)

- Interviene formando procesos de oxidación de lípidos.
- Son aceites amarillos, muy solubles en solventes de las grasas y muy resistentes al calor, los ácidos y las sustancias alcalinas.

- Se encuentran en aceites vegetales y germen de trigo.
- Se absorbe a nivel intestinal (duodeno) y se requiere 1 mg/día. Es antioxidante.
- Su carencia puede producir esterilidad.

Vitamina K

- Tiene un efecto antihemorrágico.
- Origen vegetal y bacteriano. Es insoluble en H₂O, pero soluble en solventes y grasas.
- Necesaria para la síntesis de protrombina.

Hay dos tipos:

K1 Formada por filoquinonas gamma. Es un aceite viscoso muy sensible a la luz, sustancias alcalinas y ácidos fuertes.

K2 Tiene cadenas más largas. Es cristalina y de color amarillo claro.

- Su déficit ocasiona malabsorción intestinal

Para que los recién nacidos no tengan déficit de vitamina K, se inyecta a la madre sulfato de menadiol, una sustancia sintética que al ser hidrosoluble puede inyectarse en vena y se absorbe más rápidamente que la vitamina K liposoluble por vía intramuscular.

FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS. BASES BIOQUÍMICAS.

TEMA 7 MINERALES Y OLIGOELEMENTOS.

MINERALES

Hay 16 elementos minerales (4% del peso corporal) que se clasifican en 2 grupos:

- **Macroelementos (g):** nitrógeno, oxígeno, carbono, calcio, fósforo, sodio, potasio, magnesio, azufre
- **Microelementos (mg):** hierro, cobre, zinc, fluor

Tanto los mayores como los menores ejercen una función reguladora del equilibrio ácido-base.

Macroelementos

Calcio:

- Tiene función plástica (forma parte de los tejidos) y es el mineral más abundante.
- Participa en el metabolismo del hueso.
- El calcio extraóseo se requiere en muchas actividades enzimáticas, interviene en las respuestas hormonales y la coagulación y participa en la contracción muscular y otros procesos neurológicos.
- Debe encontrarse exactamente entre 9–11 mg%, tanto en adultos como en niños (la hipercalcemia y la

hipocalcemia son patológicas).

- La vitamina D y la hormona paratiroidea pueden aumentar el Calcio, produciendo fragilidad capilar.
- La calcitonina segregada en el tiroides y paratiroides disminuye el nivel de calcio (si es muy bajo produce tetania).

Si hay una alteración de Calcio, también estará alterado el equilibrio ácido-base.

Estas alteraciones suelen deberse a trastornos del paratiroides y se tratan con heparina (anticoagulante) o cirugía y PTH (parathormona).

Magnesio:

- Facilita la ionización del calcio y su eliminación por orina.
- Interviene en muchos procesos (p. ej. glucolíticos)
- Actúa en la excitación neuromuscular influenciado por la glándula paratiroidea.
- Los valores normales de magnesio en sangre son de 1-2 mg%
- Su falta causa debilidad, temblores y arritmias cardíacas.

* Suele ser bajo en pacientes que toman diuréticos, alcohólicos o con acidosis metabólica.

Fósforo:

- Siempre presente en las dietas.
- Los valores normales de fósforo son 3'5-5 mg%
- Hipofosfatemia es un síntoma de falta de vitamina D (precursora del fósforo), que causa debilidad muscular y raquitismo.

*Se produce hipofosfatemia tras el abuso de antiácidos a base de hidróxido de aluminio o carbonato cálcico (disminuyen el nivel de calcio y precipitan los fosfatos).

Sodio, potasio y cloro:

- Iones más abundantes en los líquidos orgánicos.
- Esenciales en la transmisión de impulsos y en la contracción muscular.

Existe una mayor concentración de sodio y cloro en los líquidos extracelulares, y de potasio en los intracelulares.

Microelementos

Hierro:

- Opera como un sistema cerrado (cuando el organismo necesita hierro lo recoge de sus depósitos).

- Se pierde 1 mg/día
- Con la mioglobina (proteína del sarcómero) y hemoglobina, interviene en el transporte de CO₂ y O₂.
- Interviene en alteraciones hematológicas (anemias).
- En los alimentos, encuentra unido a proteínas y ácidos orgánicos.

	Valores normales
Hierro	60–150 mg%
Hemoglobina	13–16 g/ml
Hematíes	4.000.000–5.000.000
Hematocrito (H°)	40–50%
VCM	90–100 pmoles
Transferrina	260–300

*El hierro puede estar bajo por gastritis o reglas abundantes.

*Puede calcularse el n° de hematíes de forma orientativa sumando 3 al H° y añadiendo 5 ceros. Para saber si la hemoglobina está correcta, se hace una regla de tres simple.

Los hematíes tienen en su interior hemoglobina. Cuando hay hematíes de varios tamaños, se denomina anisocitosis.

Si predominan los hematíes pequeños es una anisocitosis microcítica, (muchos hematíes ocupan poco volumen) y si predominan los grandes anisocitosis macrocítica (pocos hematíes ocupan mucho volumen).

Si la hemoglobina está baja se trata de una hipocromía, si está alta hipercromía.

ANEMIAS:

Ejemplo 1:

Anemia microcítica	Valor de diagnóstico
Hematíes	6.000.000
Hemoglobina	10
Hematocrito	30
VCM	20

Se trata de una anisocitosis microcítica con hipocromía.

Esta anemia aparece porque el tamaño de los hematíes está alterado, causando la falta de hierro. Suele darse cuando hay pérdidas de sangre (sobre todo en el aparato gastrointestinal) o por una mala alimentación.

Ejemplo 2:

Anemia megaloblástica	Valor de diagnóstico
Hematíes	3.000.000
Hemoglobina	11

Hematocrito	38
VCM	120

Se trata de una anisocitosis macrocítica. Como los hematíes están más bajos de lo normal, también es anemia (si se calcula el hierro es de 140, dentro de la normalidad).

No hay tipocromía porque la hemoglobina se corresponde con el nº de hematíes.

Esta anemia aparece cuando hay falta de vitamina B12 y ácido fólico, o debido a un trastorno neurológico.

Ejemplo 4:

Anemia ferropénica	Valor de diagnóstico
Hematíes	5.000.000
Hemoglobina	16
Hematocrito	47
VCM	1000
Hierro	10
Transferrina	100

Se trata de una ferropenia, ya que el hierro y la transferrina son los únicos valores alterados.

Aparece cuando, a pesar de llevar una buena alimentación, se pierde hierro por hemorragias u otras causas. Los depósitos de hierro también estarán bajos.

Ejemplo 5:

Anemia microcítica	Valor de diagnóstico
Hematíes	6.000.000
Hemoglobina	10
Hematocrito	33
VCM	60
Hierro	160

Se trata de una anisocitosis microcítica no ferropénica, causada por una *talasemia menor*.

* La δ -Talasemia es una enfermedad hereditaria no tratable que produce anemia microcítica NO ferropénica.

CÉLULAS SANGUÍNEAS:

Hematíes 4.000.000– 5.000.000 mm³

Leucocitos 4.000– 9.000 mm³

Plaquetas 150.000– 400.000 mm³

Leucocitos Basófilos

Eosinófilos Callados

Neutrófilos

Linfocitos Segmentados

Monocitos

FÓRMULA DE SCHILLING:

- Permite calcular el nº de leucocitos por mm³
- Si predominan los eosinófilos enfermedad parasitaria
- Si predominan los neutrófilos enfermedad bacteriana
- Si predominan los linfocitos y monocitos enfermedad vírica

PAPANICOLAU (tinción de Giemsa):

- Si los hematíes son de distinto tamaño anisocitosis
- Si predominan los grandes macrocítica
- Si predominan los pequeños microcítica

HEMOGLOBINA:

- Valor normal 13–16%
- Si los hematíes tienen poca hemoglobina hipocromía
- Si los hematíes tienen mucha hemoglobina hipercromía

HEMATOCRITO:

- Se centrifuga la mezcla y se pone en un tubo de ensayo graduado (0–100) para valorar el volumen que ocupan los hematíes en relación con el plasma.
- Es normal del 40–50%