

## Capítulo 4

# SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

El Sistema Internacional de Unidades —difundido en el mundo como SI, y también denominado Sistema Internacional de Medidas—, es el sistema de unidades más extensamente usado. Junto con el antiguo sistema métrico decimal —su antecesor mejorado—, el SI también es conocido como Sistema Métrico, especialmente en las naciones donde aún no se ha implantado para su uso cotidiano. Fue creado en 1960 por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), que inicialmente definió seis unidades físicas básicas o fundamentales. En 1971, fue añadida la séptima unidad básica, el mol. Se creó con el principal objetivo de alcanzar una estandarización a escala internacional de las unidades de medidas en las ramas de la ciencia y la tecnología. Este sistema constituye la versión más moderna del Sistema Métrico y se considera el sustituto de todos los anteriores.

La conversión al SI comenzó en la década de los años 70 del siglo xx en los países europeos, a los cuales se unieron Australia y Nueva Zelanda. El SI siempre tuvo detractores que se opusieron a su implantación, de manera abierta o velada. La resistencia al cambio, una vez más, se hizo presente, y trata de restarle importancia a la introducción de un sistema uniforme para presentar valores numéricos, lo que permitiría el intercambio de información entre naciones y disciplinas.

Una de las principales características, que constituye la gran ventaja del SI, es que sus unidades están basadas en fenómenos físicos fundamentales. La única excepción es la unidad de la magnitud masa, el kilogramo, que está definida como “la masa del prototipo internacional del kilogramo” o aquel cilindro de platino e iridio almacenado en una caja fuerte de la Oficina Internacional de Pesos y Medidas.

Las unidades del SI son la referencia internacional de las indicaciones de los instrumentos de medida y a las que están referidas a través de una cadena ininterrumpida de calibraciones o comparaciones. Esto permite alcanzar la equivalencia de las medidas realizadas por instrumentos similares, utilizados y calibrados en lugares apartados y por ende asegurar, sin la necesidad de ensayos y mediciones duplicadas, el cumplimiento de las características de los objetos que circulan en el comercio internacional y su intercambiabilidad.

No faltaron aquellos que argumentaron que la asimilación de este sistema era defendida solo por los profesionales del laboratorio clínico, por ser los únicos interesados, y que tal cambio no redundaría en beneficios para los pacientes. Estas opiniones provenían de algunos clínicos de los países que asumieron esta metodología, a los que no entusiasmó la introducción del SI, y adoptaron la actitud pasiva de aguardar la decisión gubernamental o de algún otro cuerpo legislativo autorizado.

Los países como Cuba, que decidieron implantar el SI en las instituciones sanitarias (1985), dieron un paso de avance al comprender la razón más importante para este cambio: los componentes biológicos reaccionan in vivo sobre una base molecular. Por lo tanto, el SI conllevaría a una mejor comprensión de las cantidades relativas de los componentes de los líquidos corporales, de los procesos biológicos y sus interrelaciones, y favorecería además el intercambio de la información científica.

Después del descubrimiento de las leyes fundamentales de la química, se ha utilizado, para especificar las cantidades de los diversos elementos o compuestos químicos, unidades que llevan, por ejemplo, los nombres de *átomo-gramo* y *molécula-gramo*. Esas unidades estaban ligadas directamente a los pesos atómicos y a los pesos moleculares, que eran en realidad masas relativas. Los pesos atómicos fueron primeramente ligados al del elemento químico oxígeno, tomado por convención igual a 16. Pero, mientras que los físicos separaban los isótopos con el espectrómetro de masa y atribuían el valor 16 a uno de los isótopos del oxígeno, los químicos atribuían el mismo valor a la mezcla (de composición ligeramente variable) de los isótopos 16, 17 y 18 que constituían el elemento oxígeno natural. Un acuerdo entre la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (IUPAP, siglas en inglés) y la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, siglas en inglés) puso fin a esta dualidad en 1959-1960. Desde entonces, físicos y químicos han convenido atribuir el valor 12, exactamente, al peso atómico, o según una formulación más correcta, a la masa atómica relativa, del isótopo 12 de carbono (carbono 12,  $^{12}\text{C}$ ). La escala unificada así obtenida da valores de masas atómicas relativos.

Quedaba definir la unidad de cantidad de masa fijando la masa correspondiente al carbono 12; por un acuerdo internacional, esta masa fue fijada a 0,012 kg y la unidad de magnitud *cantidad de sustancia*, recibió el nombre de *mol* (la unidad más importante para los profesionales de los laboratorios de salud).

Siguiendo las propuestas de la IUPAP, de la IUPAC y de la Organización de Estándares Internacionales (ISO, siglas en inglés), el Comité Internacional dio

en 1967 y confirmó en 1969 una definición del mol que fue finalmente adoptada por la 14ª CGPM (1971, Resolución 3; CR, 78 y Metrología, 1972, 8, 36):

“El mol es la cantidad de sustancia de un sistema que tiene tantas entidades elementales como hay átomos en 0,012 kilogramos de carbono 12; su símbolo es *mol*”.

Cuando se emplea el mol, las entidades elementales deben ser especificadas y pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones, y otras partículas o agrupamientos especificados de tales partículas.

En 1980, el Comité Internacional aprobó el acta del CCU (1980) que precisaba:

“En esta definición, se entiende que se refiere a átomos de carbono 12 no ligados, en reposo y en su estado fundamental”.

## Estructura del Sistema Internacional de Unidades

La estructura del Sistema Internacional de Unidades comprende tres tipos de unidades:

1. Unidades de base.
2. Unidades derivadas.
3. Unidades suplementarias.

El Sistema Internacional de Unidades consta, además, de siete unidades básicas, también denominadas unidades fundamentales. Son las unidades utilizadas para expresar las magnitudes físicas definidas como fundamentales, a partir de las cuales se definen las demás. En el laboratorio clínico, el mol constituye la unidad más importante y se hace acompañar del litro (L), que aunque no es una unidad de SI, se decidió utilizarlo como nombre especial para el decímetro cúbico y que fuera la unidad del SI para expresar los valores de volumen (Tabla 4.1).

Las unidades derivadas se forman al multiplicar una unidad de base por sí misma o al asociar dos o más unidades de base por una simple multiplicación o división. De manera que las unidades del SI derivadas constituyen un amplio grupo de unidades (Tabla 4.2).

Las unidades suplementarias son independientes de las unidades de base. La Conferencia General de Pesos y Medidas no ha decidido considerarlas como unidades de base o derivadas. Ninguna de ellas ofrece interés para las profesiones médicas.

Hay un cuarto grupo que está constituido por las unidades no pertenecientes al SI (Tabla 4.3). Entre ellas se encuentra el litro, que como otras unidades de este grupo, fue designado por ser muy conocido.

En algunos casos, las unidades del SI de base y las derivadas, resultan demasiado grandes o demasiado pequeñas para determinados fines.

**Tabla 4.1****Unidades del SI de base**

<b>Magnitud</b>	<b>Nombre</b>	<b>Símbolo</b>
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Cantidad de sustancia	Mol	mol
Temperatura termodinámica	Kelvin	K
Corriente eléctrica	Ampere	A
Intensidad luminosa	Candela	cd

**Tabla 4.2****Unidades del SI derivadas simples**

<b>Magnitud</b>	<b>Nombre</b>	<b>Símbolo</b>
Superficie	Metro cuadrado	m <sup>2</sup>
Volumen	Metro cúbico	m <sup>3</sup>
Concentración de cantidad de sustancia	Mol por metro cúbico	mol/m <sup>3</sup>

**Tabla 4.3****Magnitudes que no pertenecen al SI**

<b>Magnitud</b>	<b>Unidad</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Valor en unidades SI</b>
Tiempo	minuto	min	60 s
	hora	h	3 600 s
	día	d	86 400 s
Volumen	litro	L	1 dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>

La incorporación de prefijos, conocidos como prefijos SI, permite obviar estas dificultades mediante la creación de múltiplos y submúltiplos de las unidades del SI (Tabla 4.4).

**Tabla 4.4**  
**Algunos prefijos SI**

Factor	Prefijo	Símbolo	Factor	Prefijo	Símbolo
$10^{24}$	<i>yotta</i>	Y	$10^{-24}$	<i>yocto</i>	y
$10^{21}$	<i>zetta</i>	Z	$10^{-21}$	<i>zepto</i>	z
$10^{18}$	<i>exa</i>	E	$10^{-18}$	<i>atto</i>	a
$10^{15}$	<i>peta</i>	P	$10^{-15}$	<i>femto</i>	f
$10^{12}$	<i>tera</i>	T	$10^{-12}$	<i>pico</i>	p
$10^9$	<i>giga</i>	G	$10^{-9}$	<i>nano</i>	n
$10^6$	<i>mega</i>	M	$10^{-6}$	<i>micro</i>	$\mu$
$10^3$	<i>kilo</i>	k	$10^{-3}$	<i>mili</i>	m
$10^2$	<i>hecto</i>	h	$10^{-2}$	<i>centi</i>	c
$10^1$	<i>deca</i>	da	$10^{-1}$	<i>deci</i>	D

## Aplicaciones prácticas del Sistema Internacional de Unidades

Los resultados de los diferentes componentes analizados que se obtienen en los laboratorios ofrecen una mejor información, desde el punto de vista científico, cuando las unidades de medidas utilizadas se basan en la concentración molar y no en la concentración de masa.

En el caso de las combinaciones, es evidente cuando se expresa que 4,0 mmol de hemoglobina se combinan con 4,0 mmol de oxígeno (utilizando el sistema SI). A esto se contraponen la escasa información científica que se brinda si expresamos que 1,0 g de hemoglobina se combina con 1,37 mL de oxígeno.

El SI prioriza el uso del mol como unidad para la concentración de cantidad de sustancia en los componentes cuya masa molecular relativa (peso molecular) se conoce.

El mol, que se define como la cantidad de sustancia de un soluto dividida por el volumen de solución (mol/L), se expresa siempre como tal o en submúltiplos: milimol (mmol), micromol ( $\mu$ mol), nanomol (nmol).

En aquellos casos en que se desconoce la masa molecular relativa o cuando se trata de proteínas, el SI permite el uso de la unidad de concentración de masa (g) y se mantiene el litro como unidad de volumen.

Para los componentes enzimáticos, la actividad de las enzimas se expresa, generalmente, por la velocidad de la reacción catalizada, mediante las unidades que se relacionan a continuación.

### Unidad internacional de actividad enzimática

Es la cantidad de enzima que cataliza la transformación de 1  $\mu$ mol de sustrato por minuto, bajo condiciones bien definidas (condiciones estándar). Esta es la

expresión básica de la velocidad de la reacción. Se ha sugerido que la temperatura debe ser, en lo posible, de 30 °C y que las otras condiciones, tales como pH y concentraciones de sustratos, debieran ser las óptimas para la actividad enzimática.

### KATAL (símbolo: kat)

Es la cantidad de enzima que cataliza la transformación de 1 mol de sustrato por segundo. Esta unidad ha sido introducida recientemente por la Unión Internacional de Bioquímica: 1 kat =  $6 \times 10^7$  unidades internacionales.

La Unidad Anson se ocupa cuando se usa hemoglobina como sustrato: una Unidad Anson es igual a aquella cantidad de enzima que, bajo las condiciones del análisis, libera 1 mmol (1 mmol =  $10^{-3}$  mol) de aminoácidos positivos al reactivo de Folin por minuto, calculados como tirosina. La miliunidad Anson corresponde a 1  $\mu$ mol (igual a  $10^{-6}$  mol) de tirosina.

### Actividad específica

Es el número de unidades de enzima por miligramo de proteína. Es una medida muy utilizada para expresar la actividad de preparaciones enzimáticas.

### Actividad molecular (número de recambio)

Es el número de moléculas de sustrato, transformadas, por minuto, por una molécula de enzima. Se calcula dividiendo la velocidad máxima de la enzima por el peso molecular; es una característica de las enzimas individuales y no refleja la pureza de la preparación.

Si la enzima respectiva contiene un grupo prostético, una coenzima o un centro catalítico, cuya concentración sea medible, la actividad enzimática puede expresarse también por el número de moléculas de sustrato, transformadas por minuto, por cada centro catalítico.

Los componentes urinarios se expresan en función de la excreción total diaria de orina, y para ello se emplean unidades de cantidad de sustancia referidas al período durante el cual se recolectó la muestra (mmol o mmol/24 h).

Las presiones parciales de gases sanguíneos ( $pO_2$  y  $pCO_2$ ), según el SI, se expresan en kilopascales (kPa) y no en milímetros de mercurio (mmHg).

Este cambio de unidades en las presiones parciales, no ha sido aceptado por la mayoría de los países y, como ocurre también con la presión arterial, se expresan en milímetros de mercurio (mmHg).

Para los componentes hematológicos, el SI introdujo dos magnitudes y unidades de concentración que se unen a las ya mencionadas (Tabla 4.5).

**Tabla 4.5**  
**Magnitudes y unidades de concentración en hematología**

Nombre de la magnitud	Definición	Unidad
Concentración de número	Número de partículas o entidades elementales especificadas dividido por el volumen del sistema (mezcla)	L1
Fracción de número	Número de partículas o entidades elementales especificadas dividido por el número total de partículas o entidades del sistema (mezcla)	1 (relación)
Fracción de volumen	Volumen de un componente dividido por el volumen del sistema (mezcla)	Fracción de la unidad

En cuanto a la concentración de hemoglobina en la sangre, a pesar de conocerse la masa molecular relativa de esta proteína, se acordó que su concentración fuera informada como concentración de masa (g/L) igual que las demás proteínas.

De esta forma se evitan los valores numéricos muy diferentes que se obtienen al utilizar la concentración de sustancia ( $\mu\text{mol/L}$  o  $\text{mmol/L}$ ) en lugar de g/dL que se utilizaba antes.

La enumeración de células (antes recuento global), que en el sistema tradicional se expresaba en células por milímetros cúbicos, fue eliminada por el SI y los resultados se expresan en un volumen  $10^6/\text{L}$ .

La magnitud recomendada es la concentración de número (Tabla 4.6).

Los nombres de eritrocitos y trombocitos sustituyen a los anteriores de hematíes y plaquetas, respectivamente.

La información de los recuentos celulares diferenciales (recuentos diferenciales) fue sustituida por la concentración de fracción de número, el total se considera como la unidad y los diferentes tipos de células, como la fracción de esta (Tabla 4.7).

Cuando se trata del hematocrito, análisis que requiere de la centrifugación de la sangre, los resultados se refieren a la fracción de volumen, y se basa en que tiene la dimensión de la unidad. Un hematocrito de 45 %, se reportará como 0,45.

En los estudios de hemostasia se aplicará, siempre que sea posible, la unidad de tiempo: segundo (s).

Los cambios en las unidades de medida, como resultado de la introducción del SI, se acompañaron de cambios en los nombres de algunos componentes (Tabla 4.8).

En la tabla 4.9 se muestra la conversión de valores de unidades convencionales al SI de unidades.

**Tabla 4.6**  
**Algunas magnitudes recomendadas para hematología**

Componentes	Magnitud recomendada
Leucocitos	$10^9/L$
Eritrocitos	$10^{12}/L$
Eosinófilos	$10^9/L$
Trombocitos	$10^9/L$
Leucocitos en líquido cefalorraquídeo	$10^6/L$
Polimorfonucleares	0,67
Linfocitos	0,30
Monocitos	0,03

**Tabla 4.7**  
**Sustitución de los porcentajes por la fracción de número en los recuentos celulares diferenciales**

Células	%	Fracción de número
Neutrófilos	68	0,68
Linfocitos	25	0,25
Monocitos	4	0,04
Eosinófilos	3	0,03
Total	100	1

**Tabla 4.8**  
**Algunos componentes cuyos nombres han cambiado al introducirse el SI**

Nombre convencional	Nombre recomendable	Unidades
Bilirrubina total	Bilirrubinas	$\mu\text{mol}/L$
Colesterol total	Colesteroles	$\text{mmol}/L$
Fósforo inorgánico	Fosfato	$\text{mmol}/L$
Ácido úrico	Uratos	$\text{mmol}/L$
Calcio	Calcio (II)	$\text{mmol}/L$
Ácido ascórbico	Ascorbato	$\text{mmol}/L$
Ácido salicílico	Salicilato	$\text{mmol}/L$
Proteínas totales	Proteínas	$\text{g}/L$
Hierro en suero	Hierro III	$\mu\text{mol}/L$
Eritrocitos	Eritrocitos	$10^{12}/L$
Plaquetas	Trombocitos	$10^9/L$
Eritrosedimentación	Velocidad de eritrosedimentación eritrocitaria (VSE)	$\text{mmol}/L$
TGP	ALAT	$\text{U}/L$
TGO	ASAT	$\text{U}/L$

**Tabla 4.9****Intervalo de referencia para las determinaciones de uso más frecuente en el laboratorio clínico**

Componentes	Especimen	Rango normal	
		Unidades convencionales	Unidades SI
Ácido úrico	Suero	Hombre: 4,0-8,5 mg/dL Mujer: 2,5-7,5 mg/dL	238-506 μmol/L 149-446 μmol/L
	Orina	200-750 mg/día	1,2-4,5 mmol/L
Alanina aminotransferasa (ALAT)	Suero	< 48 U/L	0,80 μkat/L
Albúmina	Suero	3,5-5,0 g/dL	35-50 g/L
Aldolasas	Suero	≤ 8,1 U/L	≤ 135 nkat/L
Aluminio	Suero	3-10 μg/L	111-371 nmol/L
Amilasa	Suero	30-170 U/L	0,50-2,83 μkat/L
Amonio	Plasma	0,17-0,80 μg/mL	10-47 μmol/L
Aspartato aminotransferasa (ASAT)	Suero	< 42 U/L	0,70 μkat/L
Basófilos			
concentración	Sangre	0-200 cel/μL	0-0,2 x 10 <sup>9</sup> /L
Bilirrubina total	Suero	≤ 1,3 mg/dL	≤ 22 μmol/L
Bilirrubina directa	Suero	≤ 0,4 mg/dL	< 7 μmol/L
Bilirrubina indirecta	Suero	≤ 1,3 mg/dL	< 22 μmol/L
Calcio	Suero	8,5-10,3 mg/dL	2,12-2,57 mmol/L
	Orina	Hombre: < 300 mg/día Mujer: < 350 mg/día	< 7,5 mmol/día < 6,2 mmol/día
Colesterol total	Suero	Deseable: < 200 mg/dL	< 5,17 mmol/L
		Límite superior: 200-239 mg/dL	5,17-6,18 mmol/L
		Alto: ≥ 240 mg/dL	≥ 6,21 mmol/L
Colesterol HDL	Suero	≥ 35 mg/dL	≥ 0,90 mol/L
		Factor de riesgo: ≥ 60 mg/dL	≥ 1,5 mmol/L
Colesterol LDL	Suero	Deseable: < 130 mg/dL	< 3,36 mmol/L
		Límite superior: 130-159 mg/dL	3,36-4,11 mmol/L
		Alto: ≥ 160 mg/dL	≥ 4,14 mmol/L
Conteo absoluto neutrófilos	Sangre	1 500-780 cel/μL	1,5-7,8 x 10 <sup>9</sup> /L
Conteo absoluto eosinófilos	Sangre	50-550 cel/μL	0,05-0,55 x 10 <sup>9</sup> /L
Conteo absoluto basófilos	Sangre	0-200 cel/μL	0-0,2 x 10 <sup>9</sup> /L
Conteo absoluto linfocitos	Sangre	850-4 100 cel/μL	0,85-4,10 x 10 <sup>9</sup> /L
Conteo absoluto monocitos	Sangre	200-1 100 cel/μL	0,2-1,1 x 10 <sup>9</sup> /L
Cortisol libre	Orina	20-40 μg/día	55-248 nmol/día
Cortisol	Suero	4-22 μg/dL (mañana)	110-607 nmol/L
		3-17 μg/dL (tarde)	83-469 nmol/L
Creatinina	Suero	≤ 1,2 mg/dL	≤ 106 μmol/L
	Orina	Hombre: 0,80-2,40 g/día Mujer: 0,60-1,80 g/día	7,1-21,2 mmol/día 5,3-15,9 mmol/día
Creatinina, aclaramiento	Suero/orina	Hombre: 82-125 mL/min Mujer: 75-115 mL/min	1,37-2,08 mL/seg 1,25-1,92 mL/seg

**Tabla 4.9 (Continuación)**

Componentes	Especímen	Rango normal	
		Unidades convencionales	Unidades SI
CD <sub>3</sub>	Sangre	Absoluto: 840-3 060 cel/μL Porcentaje: 57-85 %	0,84-3,06 x 10 <sup>9</sup> cel/L 0,57-0,85
CD <sub>4</sub>	Sangre	Absoluto: 490-1 740 cel/μL Porcentaje: 30-61 %	0,49-1,74 x 10 <sup>9</sup> cel/L 0,30-0,61
CD <sub>8</sub>	Sangre	Absoluto: 180-1 170 cel/μL Porcentaje: 12-42 %	0,18-1,17 x 10 <sup>9</sup> cel/L 0,12-0,42
Eosinófilos concentración	Sangre	50-550 cel/μL	0,05-0,55 x 10 <sup>9</sup> /L
Eritrocitos concentración	Sangre	Hombre: 4,4-5,8 x 10 <sup>6</sup> /μL Mujer: 3,9-5,2 x 10 <sup>6</sup> /μL	4,4-5,8 x 10 <sup>12</sup> /L 3,9-5,2 x 10 <sup>12</sup> /L
Eritropoyetina	Suero	< 25 U/L	< 25 IU/L
Eritrosedimen- tación	Sangre	Hombre: 82-125 mL/min Mujer: 75-115 mL/min	1,37-2,08 mL/seg 1,25-1,92 mL/seg
Fibrinógeno	Plasma	200-400 mg/dL	2-4 g/L
Fosfatasa ácida prostática	Suero	≤ 2,5 ng/mL	≤ 2,5 μg/L
Fosfatasa ácida total	Suero	< 5,8 U/L	< 97 nkat/L
Fosfatasa alcalina isoenzimas	Suero	Intestinal: < 18 % Hueso: 23-62 % Hígado: 38-72 %	< 0,18 0,23-0,62 0,38-0,72
Fosfatasa alcalina total	Suero	20-125 U/L	0,33-2,08 μkat/L
Gammaglutamila- miltransferasa (GGT)	Suero	Hombre: ≤ 65 U/L Mujer: ≤ 45 U/L	≤ 1,08 μkat/L ≤ 0,75 μkat/L
Glucosa en ayunas (fasting)	Plasma	< 110 mg/dL	< 6,1 mmol/L
Glucosa al azar (random)	Suero	70-125 mg/dL	3,9-6,9 mmol/L
Glucosa, prueba de tolerancia (PTG)	Plasma	2 h posterior a ingestión de 75 g de glucosa: < 140 mg/dL	< 7,8 mmol/L
Glucosa, prueba de tolerancia (PTG). Embarazo	Plasma	Investigación (screening)	Diagnóstico
		(50 g de glucosa)	(100 g de glucosa)
		50 g de glucosa	100 g de glucosa
		Ayunas (fasting): -	< 5,8 mmol/L
		1 h: < 140 mg/dL	< 10,5 mmol/L
		2 h: -	< 9,2 mmol/L
		3 h: -	< 8,0 mmol/L
Hematocrito (Hct)	Sangre	Hombre: 41-50 % Mujer: 35-46 %	0,41-0,50 0,35-0,46
Hemoglobina (Hb)	Sangre	Hombre: 13,8-17,2 g/dL Mujer: 12,0-15,6 g/dL	138-172 g/L 120-156 g/L
Hierro sérico	Suero	25-170 μg/dL	4-30 μmol/L
IgA	Suero	81-463 mg/dL	0,81-4,63 g/L
IgD	Suero	≤ 14 mg/dL	≤ 0,14 g/L
IgE	Suero	< 180 U/mL	< 430 μg/L
IgG total	Suero	723-1 685 mg/dL	7,23-16,85 g/L
IgM	Suero	48-271 mg/dL	0,48-2,71 g/L
Insulina	Suero	5-25 μU/mL	36-179 pmol/L

Componentes	Especimen	Rango normal	
		Unidades convencionales	Unidades SI
Leucocitos			
concentración	Sangre	3,8-10,8 x 10 <sup>3</sup> /μL	3,8-10,8 x 10 <sup>9</sup> /L
Lipasas	Suero	7-60 U/L	0,12-1 μkat/L
Linfocitos			
concentración	Sangre	850-4 100 cel/μL	0,85-4,10 x 10 <sup>9</sup> /L
Magnesio (Mg)	Suero	0,6-1,0 mmol/L	0,6-1,0 mmol/L
Monocitos			
concentración	Sangre	200-1 100 cel/μL	0,2-1,1 x 10 <sup>9</sup> /L
Neutrófilos			
concentración	Sangre	1 500-7 800	1,5-7,8 x 10 <sup>9</sup> /L
Orina, análisis completo	Orina	Apariencia: clara, amarilla Gravedad específica: 1,001-1,035 pH: 4,5-8,0 Proteína: negativo Glucosa: negativo Bilirrubina: negativo Sangre oculta: negativo Nitrito: negativo Glóbulos blancos: ≤ 5 x campo Glóbulos rojos: ≤ 3 x campo Células epiteliales: ≤ 3 x campo Células escamosas: ningunas o pocas x campo Bacterias: negativo	
Péptido C	Suero	0,8-4,0 ng/mL	0,26-1,30 nmol/L
Plaquetas	Sangre	130-400 x 10 <sup>3</sup> /μL	130-400 x 10 <sup>9</sup> /L
Potasio (K)	Suero	35-5,3 mmol/L	3,5-5,3 mmol/mL
Proteínas totales	Suero	6,0-8,5 g/dL	60-85 g/L
	Orina	< 150 mg/día	< 150 mg/día
Proteína C activa	Plasma	70-140 %	0,7-1,4
Proteínas, electroforesis	Suero	Albúmina: 3,5-5,5 g/dL <sub>1</sub> -globulinas: 0,1-0,3 g/dL <sub>2</sub> -globulinas: 0,2-1,1 g/dL <sub>3</sub> -globulinas: 0,5-1,2 g/dL <sub>4</sub> -globulinas: 0,5-1,5 g/dL	Albúmina: 35-55 g/L <sub>1</sub> -globulinas: 1-3 g/L <sub>2</sub> -globulinas: 2-11 g/L <sub>3</sub> -globulinas: 5-12 g/L <sub>4</sub> -globulinas: 5-15 g/L
Protrombina, tiempo	Plasma	10,0-12,5 seg	10,0-12,5 seg
PSA	Suero	≤ 4 ng/mL	≤ 4 μg/L
Sodio (Na)	Suero	135-146 mmol/L	135-146 mmol/L
Testosterona total	Suero	Hombre: 194-833 ng/dL Mujer: < 62 ng/dL	6,7-28,9 mmol/L < 2,1 mmol/L
T3 total	Suero	60-181 ng/dL	0,9-2,8 nmol/L
T4 total	Suero	4,5-12,5 μ/dL	28-161 nmol/L
T4 libre	Suero	0,8-1,8 ng/dL	10-23 pmol/L
Transferrina	Suero	188-341 mg/dL	1,88-3,41 g/L
Triglicéridos	Suero	< 200 mg/dL	< 2,26 mmol/L
Trombina, tiempo	Plasma	10,0-13,5 seg	10,0-13,5 seg
TSH	Suero	0,50-4,70 μUI/mL	0,50-4,70 mUI/L
Urea BUN	Suero	7-30 mg/dL	2,5-10,7 mmol urea/L
Vit A	Suero	30-95 μg/dL	1,05-3,30 μmol/L
Vit B <sub>6</sub>	Plasma	5-24 ng/mL	30-144 nmol/L
Vit B <sub>12</sub>	Suero	200-800 pg/mL	>150-590 pmol/L
Vit C	Plasma	0,2-2,0 mg/dL	11-114 μmol/L

Componentes	Especimen	Rango normal	
		Unidades convencionales	Unidades SI
1,25-Dihidroxi-Vit D	Suero	24-65 pg/mL	58-156 pmol/L
25-HidroxiVit D	Suero	10-55 ng/mL	25-137 nmol/L
Vit E	Suero	5-20 µg/mL	12-46 µmol/L
Zinc	Plasma	60-130 µg/dL	9,2-19,9 µmol/L

Nota: estos valores de referencia fueron tomados del *Manual Merck*, tabla 296-2, capítulo 296, *Valores normales de laboratorio*. Disponible en: <http://www.merck.com/mrkshared/mmanual/mmanualtables/296tb2b.jsp>

## Bibliografía

- Laposata, M. (1993): *SI Unit Conversion Guide*. Robquest Print Ltd. England.
- Organización Mundial de la Salud (1980): *Las unidades SI para las profesiones de salud*. Ginebra: OMS.
- Nelson, R.A. (2008): *El sistema internacional de unidades: Historia y uso en la Ciencia y la Industria* [monografía en Internet] [citado 22 Ene 2008]. Disponible en: <http://www.terra.es/personal6/gcasado/si.htm>
- Sistema Internacional de Unidades [monografía en Internet]. México DF: Centro Nacional de Metrología (CENAM). [citado 22 Ene 2008]. Disponible en: <http://www.cenam.mx/siu.asp>
- Sistema Internacional de Unidades [monografía en Internet]. [citado 22 Ene 2008]. Disponible en: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/unidades/unidades/unidades.htm>
- Sistema Internacional de Unidades; fundamentos y aplicación* (1983). Universidad Autónoma de Santo Domingo; Santo Domingo.
- Sistema Internacional de Unidades; metrología* (2000): Centro Español de Metrología (CEM); BIPM; 7ma. Ed.; Madrid [citado 22 Ene 2008]. Disponible en: [http://www.cem.es/cem/es\\_ES/metrologia/sistemaunidadesbasicas.jsp?op=sistemaunidades\\_basicas](http://www.cem.es/cem/es_ES/metrologia/sistemaunidadesbasicas.jsp?op=sistemaunidades_basicas)
- Sistema Internacional de Unidades. Símbolos y Unidades. EDISON aprendizaje basado en Internet [monografía en Internet] [citado 22 Ene 2008]. Disponible en: <http://edison.upc.edu/units/SIcas.html>
- Sistema Internacional de Unidades (2007) [monografía en Internet]. Wikipedia [citado 22 Ene 2008]. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades)
- Suardfáz, J. (2004): Sistema internacional de unidades. En *Laboratorio clínico* (J. Suardfáz, C. Cruz, A. Colina, A. Alerm, M. E. Alfonso, Y. Alfonso, eds.) Editorial Ciencias Médicas, La Habana, pp. 67-75.
- Unidad de Actividad enzimática (2007) [monografía en Internet]. Wikipedia [citado 22 Ene 2008]. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Unidad\\_de\\_actividad\\_enzim%C3%A1tica](http://es.wikipedia.org/wiki/Unidad_de_actividad_enzim%C3%A1tica)
- Young, D. S. (1987): "Implementation of SI units for Clinical Laboratory Data". *Annals. Int. Med.*; 106: 114-29.
- (1996): Why SI? *JIFCC* ; 8-1.

## Parte I. Preguntas de comprobación

Seleccione la respuesta correcta:

- I. En el procesamiento de los especímenes de sangre:
- A. Es necesario recibir los especímenes una a dos horas después de la extracción como máximo.
  - B. Se pueden procesar dentro de las 24 h siguientes a la extracción, siempre que se mantengan a temperatura ambiente.
  - C. Necesitan centrifugación siempre.
  - D. Se necesita anticoagulante siempre.
  - E. Todas las muestras deben venir refrigeradas.
- II. ¿Qué constituyente de la sangre se degrada en presencia de la luz durante el transporte de las muestras?
- A. Glucosa.
  - B. Creatinina.
  - C. Bilirrubina.
  - D. Todos los parámetros bioquímicos, en mayor ó menor grado.
  - E. Ninguno de ellos.
- III. La conservación de las muestras de laboratorio tiene que cumplir los requisitos siguientes:
- A. Se pueden mantener durante cuatro a ocho horas a temperatura ambiente.
  - B. Se pueden mantener hasta siete días en nevera.
  - C. Se pueden conservar dos a tres meses en congelador a  $-20^{\circ}\text{C}$ .
  - D. Todas son falsas.
  - E. Todas son correctas.
- IV. Para la obtención del suero es necesario que se complete la formación del coágulo:
- A. Porque así no será necesario centrifugar la muestra.
  - B. Para evitar la formación de fibrina durante el análisis de la muestra.
  - C. En las muestras de suero no es necesario que se forme el coágulo.
  - D. Es necesario para realizar medidas de coagulación.
  - E. Ninguna es correcta.
- V. El suero hemolítico puede influir en la determinación de alguno de los parámetros sanguíneos siguientes:
- A. LDH.
  - B. Colesterol.
  - C. Urea.
  - D. Sodio.
  - E. Glucosa.

- VI. Si un paciente no se realiza la extracción de sangre en ayunas, puede ocurrir alguna de las afirmaciones siguientes:
- A. Variaciones en la concentración de triglicéridos.
  - B. Variaciones en la concentración de glucosa.
  - C. Variaciones en la concentración de colesterol.
  - D. Todas son correctas.
  - E. Todas son falsas.
- VII. ¿Qué anticoagulante utilizaría para realizar el conteo hematológico?
- A. Citrato.
  - B. Heparina.
  - C. EDTA.
  - D. Sin anticoagulante.
  - E. Fluoruro.
- VIII. La ingesta de alcohol puede provocar un aumento de los parámetros siguientes:
- A. Glucosa.
  - B. CK.
  - C. Bilirrubina.
  - D. Sodio.
  - E. Todas son correctas.
- IX. Los valores de referencia se obtienen bajo condiciones claramente descritas y estandarizadas y deben incluir uno de los parámetros siguientes:
- A. Características de los individuos de referencia y del grupo muestra.
  - B. Aseguramiento de la calidad de todo el proceso analítico.
  - C. Procedimiento para la obtención y conservación de las muestras.
  - D. Características del método analítico que se utilizará.
  - E. Todas son correctas.
- X. El control de calidad externo:
- A. Tiene como principal objetivo la detección de errores en el trabajo diario del laboratorio.
  - B. Abarca la óptima preparación del paciente.
  - C. Tiene como principal objetivo la reducción de la variación de los resultados entre laboratorios de un área geográfica.
  - D. Ninguna es correcta.
  - E. Todas son correctas.