

6
2j



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

"CUAUTITLAN"

" ESTIMACION DE DEFICIENCIA DE HIERRO
EN DONADORES DE SANGRE "

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO
B I O L O G O
P R E S E N T A

Marcos Othoniel Calderón Guzmán

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
HIPOTESIS Y OBJETIVOS	17
MATERIAL Y METODOS	19
RESULTADOS Y DISCUSION	34
CONCLUSIONES	52
ABREVIATURAS	54
BIBLIOGRAFIA	56

RESUMEN

Se estimó incidencia de anemia ferropriva y deficiencia de hierro sin anemia en 200 donadores aparentemente sanos, tomados al azar, que acreditaron un examen médico preliminar y no donaron sangre ocho semanas anteriores a este estudio; que acudieron a donar al Banco Central de Sangre del Centro Médico Nacional del IMSS. Se dividieron en dos grupos: A) 100 donadores profesionales, siendo 95 varones, edad de 19-56 años y 5 mujeres, edad de 30-45 años; B) 100 donadores altruistas, siendo, 73 hombres, edad de 18-56 años y 27 mujeres, edad de 20-54 años. - En sangre venosa tomada en ayunas se les determinó los valores de: 1) Hemoglobina (Hb); 2) Hematocrito (Ht); 3) Hierro Sérico (HS); 4) la Capacidad No Saturada para Fijar Hierro por la transferrina (CNSFH); 5) la observación en frotis de la morfología eritrocitaria microcítica e hipocrómica. De las evaluaciones anteriores se derivaron los parámetros: 6) la Capacidad Total para Fijar Hierro (CTFH); 7) la Concentración Global Media de Hemoglobina (CGMH) y; 8) el Índice de Saturación de la transferrina. Además se les cuestionó sobre: si recibieron recientemente transfusión de sangre; número de embarazos y productos hasta la fecha; alimentos usuales que integran su dieta; medicamentos con hierro que estan recibiendo por vía oral o parenteral y; si ingieren con frecuencia bebidas alcohólicas. Se consideró valores anormales de hierro: a) HS menor de 50 $\mu\text{g}/\text{dl}$; b) CTFH mayor de 400 $\mu\text{g}/\text{dl}$; c) IS menor de 15%. Se estableció deficiencia de hierro sin anemia cuando había anomalía en dos de los parámetros anteriores. La anemia ferropriva se consideró: d) Hb menor de 13.0 g/dl para varones, menor de 11.0 g/dl para mujeres; e) CGMH menor de 31.0%, reafirmado con con la morfología eritrocitaria microcítica e hipocrómica (35,54,55,56).

Se encontró que padecen anemia ferropriva: 7.4% de varones donadores profesionales; 2.7% de varones donadores altruistas; 11.1% de mujeres donadoras altruistas. Se detectó que presentan deficiencia de hierro sin anemia: 5.3% de hombres donadores profesionales; 4.1% de hombres donadores altruistas; 7.4% de mujeres donadoras altruistas. No se encontró anomalía en las donadoras profesionales, quizás por no suspender terapia posdonación con hierro y embarazo no reciente. Por lo que se detectó mayor carencia de hierro en mujeres que en varones, siendo mayor la incidencia en donadores profesionales que altruistas. Quizás las causas de este padecimiento sean: en hombres donadores profesionales a extracciones frecuentes de sangre, mala absorción por alcoholismo y mala nutrición; en hombres donadores altruistas a mala absorción por alcoholismo y mala nutrición; en mujeres donadoras altruistas a factores fisiológicos y nutricionales.

INTRODUCCION

La sangre es un líquido vital para el cuerpo humano, sus componentes son diversos e importantes para la salud corporal, por lo que, en el campo de la medicina, ha merecido una amplia variedad de estudios tendientes a conocer su naturaleza química, sus propiedades y funciones. Es un líquido viscoso de color rojo, de olor "suigenerie", que circula rápidamente por el sistema vascular, sus componentes están en constante recambio e intercambio con el líquido extravascular e intracelular, y mediante mecanismos fisiológicos reguladores asegura la estabilidad de las condiciones del medio interno, que permiten mantener la composición química y propiedades físicas dentro de rangos estrechos que son compatibles con la vida (1).

La composición química de la sangre depende de la edad, sexo, factores genéticos, condiciones ambientales, estado fisiológico del individuo y enfermedad. La sangre normal no coagulada está compuesta: a) - una parte sólida (42-46%), integrada por elementos celulares, siendo eritrocitos, leucocitos y plaquetas; b) una parte líquida (54-58%), -- llamada plasma hemático de color amarillento, ligeramente turbio, que está formado por agua (90%), y una compleja diversidad de sustancias orgánicas e inorgánicas. Si la sangre se deja coagular, la fracción líquida se conoce como suero, que se diferencia del plasma hemático por carecer de fibrinógeno y otros factores de la coagulación. En su obra Císcar y Ferraras, citan algunos principales componentes químicos y su respectiva concentración media en el plasma o suero (tabla 1), donde han sido aislados e identificados, siendo: minerales, proteínas, derivados de las proteínas, lípidos, hidratos de carbono, pigmentos del suero y enzimas. Pero además, la sangre contiene una diversidad de sustancias de diferente naturaleza y composición química compleja como: - vitaminas, hormonas, sustancias de desecho del metabolismo celular, - sustancias nutritivas celulares, factores de la coagulación, gases (principalmente oxígeno y dióxido de carbono), etc., y otros constituyentes cuya naturaleza química es desconocida, pero realizan funciones fisiológicas importantes (2,3,4).

La sangre, a través de la circulación realiza una serie de funciones fisiológicas como: respiratoria, nutritiva, de transporte, de correlación humoral, de equilibrio acuoso en el organismo, regulación térmica, regulación de la presión osmótica, regulación del equilibrio ácido-base del organismo, regulación del equilibrio iónico y contribu-

SUBSTANCIAS	CONCENTRACION NORMAL	SUBSTANCIAS	CONCENTRACION NORMAL
MINERALES:		GRANES LIPÓIDES:	
A) Cationes:		1) Lípidos totales (se de-terminan con la extrac-ción total o en el lí-veo crítico).	800-900 mg/100 ml.
1) Calcio	4.8-5.4 mEq./l. 9-10.5 mg/100 ml (de low cus-les 4-5 mg won iónicos)	2) Grasa neutra	365 mg/100 ml.
2) Potasio	3.1-5.5 mEq./l. 12-21 mg/100 ml.	3) Colesterina	100-200 mg/100 ml (de ellos unos- dos tercios en forma de éster).
3) Magnesio	1.9 mg/100 ml. (1.6-2.2 mg/100 ml.)	4) Fosfátidos o fosfolípi- dos (lecitina y cefali- na).	160-260 mg/100 ml
4) Hierro	Hombres: 120 µg/100 ml. Mujeres: 90 µg/100 ml. (Saturación 20-55%).	HIDRATOS DE CARBONO:	
5) Cobre	80-140 µg/100 ml. (74% en forma de ceruloplasmina)	1) Glucosa	70-110 mg/100 ml.
6) Sodio	138-145 mEq./l. 300-350 mg/100 ml.	2) Glucógeno	5.5 mg/100 ml. (1.2-16.2 mg/100 ml según Wagers)
H) Aniones:		3) Piruvato	12-20 mg/100 ml.
1) Cloro	95-105 mEq./l. 360 mg/100 ml (= 380-610 mg de ClNa/ml).	4) Lactato	1.5-1.7 mg/100 ml.
2) Ácido carbónico (CO ₂)	1.5 mEq./l. en ácido y 27 mEq/ l. en bicarbonato (150-170 mg/ 100 ml. o bien 50-60 ml de gas)	5) Citrato	1.7-2.7 mg/100 ml.
3) Concentración de hidrogeniones (pH)	pH 7.38-7.45 (base total 142-149 mEq./l.)	6) Oxalato	1.5 mg/100 ml. aproximadamente.
4) Fosfatos (PO ₄ ⁻³)	13 mg/100 ml (en total). El inorgánico, 4 mg; el lipóideo, 5 mg; el ácido soluble, 4 mg.	7) Alcohol etílico	3-4 mg/100 ml.
5) Sulfatos (SO ₄ ⁻²)	3-5 mg/100 ml.	PIGMENTOS DEL SUERO:	
6) Bromo	0.8-1.8 mg/100 ml.	1) Bilirrubina	0.4-1 mg/100 ml. (0.5 mg = 1 unid- dad H. Van den Bergh).
7) Yodo	15 µg/100 ml. en verano; 8-10 µg/ 100 ml en invierno; yodo proteico, 0.905 mg por 100.	2) Lípicromos (carotina, luteína, etc.)	0.10 mg/100 ml
8) Flúor	110 µg/100 ml.	FERMENTOS:	
PROTEÍNAS TOTALES:		1) Diastasa (α-amilasa) (3.2.1.1)	Sueros: 230-1000 mU/ml. (8-32 U. Schigenuth/ml) (80-180 U. Sogogy/100 ml.)
1) Presalbúmina	28-35 mg/100 ml.	2) Lipasa (varios tipos)	0.005 (valor de Hona)
2) Albúmina (Serinau)	4.5-5.8 g/100 ml. (62% del total); cociente serina/globulina 1.5-2.5.	a) Lipasa normal del suero	Se destruye por el etoxil y quini- na.
3) α ₁ -Lipoproteína	250-390 mg/100 ml.	b) Lipasa pancreática	Resistencia al etoxil.
4) α ₂ -Glicoproteínas aci- das, mucosucoides, seromucoides.	75-100 mg/100 ml.	3) Aldolasa, ALD (4.1.2.7)	1.6 mU/ml. (5-8 U Bruna/ml.)
5) α ₁ -Antitripelina	200-500 mg/100 ml.	4) Creatinfosfoquinasa CFC, CPK (2.7.3.2)	0.3-1.0 mU/ml (0-1.5 U Wroblewski/ ml.)
6) α ₂ -Globulina (componentes grupo- específicos del suero)	40-80 mg/100 ml.	5) Fosfatasa Ácida (3.1.3.2)	Total en suero y a 37°C, hasta 11 mU/ml (0.5-5 U. King-Armstrong) (1.5-2 U. Hodansky).
7) Haptoglobinas (grupos α ₁ y α ₂ Hp)	30-190 mg/100 ml	6) Fosfatasa alcalina (3.1.3.1)	En suero: 20-48 mU/ml. (37°C) (1.5-15 U. King-Armstrong) (1.5-5 U. Hodansky).
8) Ceruloplasmina	27-40 mg/100 ml.	7) Glutamate deshidrogena- sa (GDDH) (1.4.1.2)	Sueros: 0.39-0.9 mU/ml. (hasta 0.06 U. Bucher/ml.)
9) α ₂ - Macroglubulina	280-580 mg/100 ml.	8) Glutamate Oxalacetato Transaminasa (GOT) (transaminasa glutámico- oxalacética) (2.6.1.1)	Sueros: 4-11 mU/ml. (5-40 U. Wroble- wsky/ml.) (0.2-0.9 U Bucher/ml.).
10) β-Lipoproteína	230-440 mg/100 ml.	9) Glutamate-piruvato- transaminasa (GTP) (transaminasa glutámico- pirúvica) (2.6.1.2)	Sueros: 2-10 mU/ml (0.16-0.38 U. Bucher/ml.).
11) Transferrina o hido- rofilina	230-320 mg/100 ml.	10) Lactato Deshidrogenasa (LDH) (1.1.1.27)	Sueros: 56-144 mU/ml sin lípido a 200 (2-7 U. Bucher/ml.)
12) Hemopexina	8-100 mg/100 ml.	11) Glucosa-6-fosfato-dea- hidrogenasa (G-6 PDR, G-6 FDR) (1.1.1.49) (Zwischenfarant)	Sueros: 0-indicido mU/ml (hasta 0.6 U. Bucher/ ml) Eritrocitos: 120-240 mU/10 ⁹ hema- ties.
13) Fibrinógeno	0.1-0.4 g/100 ml.	12) Colinesterasa, acetil- colinesterasa (3.1.1.7)	Aproximado: 0.7 mg/100 ml (0.7 U. nto. Michel).
14) Pleumínógeno (Profi- brinoliasina)	50-100 mg/100 ml	Nota: se consideró que algunos ácidos orgánicos no se encuen- tran como tales el el organismo vivo, sino en forma de sales, por lo que, se modificó su nomenclatura química original dada por Cascar y Ferreras, citados como: fosfatos, sulfatos, piruvato, lactato, citrato y oxalato.	
15) Complemento	900-1,600 µg/ml (fraccionado).		
16) Inmunoglobulina-G (Ig-G o gamma-G)	900-1,800 mg/100 ml.		
17) Inmunoglobulina-A (Ig-A o gamma-A)	160-300 mg/100 ml.		
18) Inmunoglobulina-M (Ig-M o gamma-M)	70-150 mg/100 ml.		
19) Inmunoglobulina-D (Ig-D o gamma-D)	3 mg/100 ml o indicios.		
DERIVADOS DE LAS PROTEÍNAS:			
A) N residual:			
1) Urea	20-40 mg/100 ml.		
2) N de low aminoácidos	1.5-3 mg por 100 N (en sangre total)		
3) Ácido úrico	3-5 mg/100 ml.		
4) Creatina y creatinina (se determina como creatinina total)	Creatinina 1-2 mg/100 ml. Creati- nina total, 3.8 mg.		
5) Indicán	0.025-0.05 mg/100 ml.		
B) Oxididos aromáticos, feno- licos, cresólicos (u xanto- proticos).	Valor xantoprotico colorimétrico 15-25 unidades (según Hecher).		

Tabla 2.- La composición química del plasma sanguíneo (g).

ye en la presión arterial. Por medio de estas funciones, la sangre asegura la constancia de la composición del medio interno y los equilibrios físicos y químicos fundamentales para la vida de las células; establece además vinculaciones y correlaciones entre los distintos órganos secretores, y es uno de los principales medios de los que se vale el organismo para funcionar como un conjunto (1,5).

En la clínica práctica, es importante el procedimiento terapéutico de transfusión de sangre completa o alguno de sus componentes o derivados a pacientes que lo requieran por circunstancias diversas, que ponen en peligro su salud y su vida, como en la pérdida aguda de sangre por traumatismo físico, en intervenciones quirúrgicas, anemias graves, desórdenes en el proceso de la coagulación, etc. El banco de sangre de una clínica u hospital, juega un papel importante en el campo de la transfusión y la terapéutica con componentes de la sangre. Esta avocada a la recolección de sangre a partir de personas previamente seleccionadas; a aplicarle una serie de pruebas clínicas que permitan establecer su identidad, inocuidad y viabilidad; a fraccionarla en sus componentes celulares y plasmáticos como eritrocitos, leucocitos, plaquetas, plasma, crioprecipitado, etc.; a almacenarla bajo condiciones óptimas de temperatura que favorezcan su conservación y; la responsabilidad de suministrarla en condiciones adecuadas para ser utilizada en una transfusión (4,6,7,8,9,10,11,12,13,14).

Para el banco de sangre, el objetivo de la selección de donadores de sangre, es proteger al donador contra cualquier efecto de enfermedad causado por la pérdida de sangre, como shock hipovolémico, causarle una anemia severa, etc., así como la de proteger al futuro receptor contra efectos nocivos causados por la transfusión, como la transmisión de enfermedades infecciosas (hepatitis, paludismo, sífilis, síndrome de inmunodeficiencia adquirido, etc.), inmunizaciones, reacciones alérgicas postransfusionales y otras. Para que una persona sea aceptada como donadora de sangre, debe encontrarse en ciertas condiciones físicas y reunir ciertos requisitos, tabla 2, debido a que la selección se realiza en base al estado normal de salud del candidato, que se conoce mediante la aplicación de un examen médico con chequeo físico (talla, peso, etc.), el registro de signos vitales (pulso, presión arterial, temperatura, etc.); y el examen clínico de una muestra de su sangre mediante una serie de pruebas hematológicas (determinación de -

Condiciones que debe reunir una persona como donadora de sangre:

- 1.- Proporcionar la sangre gratuitamente.
- 2.- Edad entre 18 y 65 años.
- 3.- Peso corporal mayor de 50 kilogramos.
- 4.- Tratándose de mujeres, no estar embarazada ni lactando.
- 5.- Sin antecedentes de:
 - a) Hepatitis.
 - b) Sífilis.
 - c) Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA).
 - d) Dependiendo del lugar en que se trate: Enfermedad de Chagas, Brucelosis, etc.
- 6.- Sin antecedentes de paludismo en los últimos tres años.
- 7.- En los últimos seis meses, sin antecedentes de:
 - a) Cirugía mayor.
 - b) Parto.
- 8.- En el último año, sin antecedentes de:
 - a) Acupuntura.
 - b) Tatuajes.
 - c) Transfusión de sangre.
- 9.- Individuo clínicamente sano.
- 10.- Con cifras mínimas de hemoglobina y/o hematocrito de acuerdo con el parámetro siguiente:

	Hombres		Mujeres	
	Hb (g/dl)	Ht (%)	Hb (g/dl)	Ht (%)
A nivel del mar:	13.0	42.0	12.5	40.0
A 2000 metros sobre el nivel del mar:	14.5	44.0	14.0	42.0
- 11.- En ningún caso podrán ser donadores de sangre:
 - a) Homosexuales.
 - b) Bisexuales.
 - c) Prostitutas.
 - d) Farmacodependientes.
- 12.- Inmunizaciones recientes. (a)

(a) Requisito de acuerdo a Bazo (16).

Tabla 2.- Requisitos que establece la Secretaría de Salud en relación con la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos, para que una persona sea aceptada como donadora de sangre por un banco de sangre (México), (15).

la concentración de hemoglobina o estimación del valor de hematocrito), y pruebas serológicas (para la detección del Antígeno Asociado a la He patitis o Anticuerpo, para la sífilis, para detectar Anticuerpos contra el Virus de la Inmunodeficiencia Humana, etc.), que confirmen no se encuentra contaminada con agentes patógenos (virus, bacterias, protozoarios, etc.), y aseguren se encuentra en condiciones adecuadas para emplearse en transfusión; además, se aplica un cuestionario al donador, constituido por preguntas de interés clínico, que dan a conocer sus hábitos (de alimentación, ingesta de bebidas alcohólicas, consumo de tabaco, etc.), enfermedades infecciosas que padece o ha padecido en su vida, medicamentos a que es alérgico, medicamentos que este recibiendo por vía oral o parenteral, inmunizaciones recientes, etc. Todos los datos derivados de los exámenes hechos al donador, el banco de sangre -- los anota en una tarjeta que le permite tenerlo identificado, registrado y controlado (4,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25).

Cuando una persona es aceptada como donadora, le es extraída por punción venosa una unidad de sangre (un volumen de 500 ml), lo que le produce una pérdida de masa celular, sustancias orgánicas e inorgánicas. Se ha investigado sobre la repercusión que tienen las sangrías sobre el hierro corporal en donadores de sangre, encontrándose que la donación de una unidad de sangre produce la pérdida de 200 a 250 mg de hierro; por lo que, el banco de sangre, después de cada donación, le da al donador un tratamiento terapéutico a base de sales de hierro -- (sulfato ferroso, glutamato ferroso, etc.), en unadosis tal que le ayuda a recuperarse de la pérdida de hierro. Además, el donador no deberá donar sangre hasta después de 45 días, período de tiempo que requiere para recuperarse (15,17,26,27,28,29).

El hierro es un metal importante para el organismo humano, donde se encuentra formando parte de la estructura química de varias proteínas, que las células necesitan para realizar sus funciones biológicas de nutrición, de excreción de sustancias tóxicas, de síntesis de constituyentes celulares, etc. Se ha estimado, que el cuerpo de un hombre adulto normal de 70 kg de peso, tiene 50 mg de hierro por kg de peso corporal, y que el cuerpo de una mujer adulta normal posee en promedio 35 mg de hierro por kg de peso corporal; su distribución promedio corporal, en condiciones normales, es la siguiente:

a) 2000 mg de hierro (67%), se encuentra en la hemoglobina eritrocita-

ria; la molécula de hemoglobina normal del adulto (hemoglobina A), tiene un peso molecular de 64,400 daltons; esta formada por una proteína incolora, la globina y un grupo prostético, el hemo; la globina consiste de dos pares de cadenas polipeptídicas distintas, las cadenas α y β , que difieren entre sí en su composición y secuencia de aminoácidos; cada una de las cuatro cadenas fija un grupo hemo, el cual imparte el color rojo a la molécula de hemoglobina y es un complejo de hierro (Fe^{++}) y protoporfirina IX, tipo III. La función principal de la hemoglobina es transportar el oxígeno (O_2) desde los pulmones a las células de los tejidos y llevar de éstos a los pulmones, el exceso de anhídrido carbónico (CO_2).

- b) 130 mg de hierro (3.5%), se encuentra en la mioglobina, una hemoproteína que se localiza en las células musculares cardíacas y del músculo esquelético; tiene un peso molecular de 17,000 daltons; esta formada por una molécula proteínica, la globina y un grupo prostético, el hemo; fija reversiblemente oxígeno (O_2) y funciona en la célula como una reserva de oxígeno, que es utilizado durante períodos de privación de oxígeno.
- c) 1000 mg de hierro (27%), en el hombre adulto normal y de 100 a 600 mg de hierro en la mujer adulta normal, se encuentra almacenado, como reserva, principalmente en las células del hígado, bazo y médula ósea en forma de ferritina y hemosiderina; la ferritina se localiza en casi todas las células del cuerpo y en los fluidos intravascular y extravascular; las moléculas de ferritina de cada tejido difieren en su composición química y contenido de hierro; esta molécula compleja es la principal forma de depósito, esta formada por hierro en forma de oxihidróxido férrico ($FeOOH$) y una parte proteínica, la apoferritina, que en su cavidad central hueca lo almacena junto con pequeñas cantidades de fosfato; la hemosiderina, otra forma de almacenamiento de hierro, es un complejo insoluble en agua, al parecer esta formada de agregados de ferritina, intermezclados con cristales de oxihidróxido férrico.
- d) 80 mg de hierro (2.2%), se encuentra en la fuente lábil de hierro, un concepto derivado de estudios cinéticos; es el hierro que sale del plasma hacia el fluido intracelular, donde es fijado y retenido por un período de tiempo (aproximadamente 30 horas), después del cual regresa al plasma.

- e) 8 mg de hierro (0.2%), se encuentra integrado en la estructura de varias hemoproteínas y flavoproteínas con actividad enzimática como peroxidasa, catalasa, citocromos, succinato deshidrogenasa, NADH dehidrogenasa, xantina oxidasa, aconitasa, oxidasa homogentísica, acilcoenzima A deshidrogenasa, etc.
- f) 3 mg de hierro (0.1%), se encuentra unido a una glicoproteína, la -- transferrina, que emigra electroforéticamente con las β -globulinas; fija específicamente al hierro y lo transporta por los fluidos corporales a los eritrocitos inmaduros, los eritroblastos, de médula ósea y a los sitios de almacenamiento; tiene un peso molecular de 80,000 daltons; posee dos sitios específicos para fijar hierro en asociación con un ión bicarbonato; normalmente su capacidad total para transportar hierro esta saturada de 20 al 50%.

El organismo de un hombre adulto normal requiere de 20 a 25 mg de hierro por día para la síntesis de eritrocitos en médula ósea y fabricación de enzimas celulares; cerca del 97% de esta cantidad, el organismo la cubre mediante la reutilización del hierro que es liberado de la hemoglobina de los eritrocitos gastados retirados de la circulación sanguínea, por enzimas proteolíticas y la hemo oxigenasa de las células del sistema monocito-macrófago; para cubrir la cantidad faltante de hierro, el organismo lo toma del hierro contenido en la dieta diaria mediante su absorción en tracto gastrointestinal, principalmente en el duodeno, siendo la absorción del 5 al 10% del hierro de una dieta que contenga de 10 a 20 mg de hierro; el hierro orgánico e inorgánico es absorbido por las células epiteliales de la mucosa intestinal por dos mecanismos diferentes: 1) el hierro orgánico (presente en el grupo hemo), pasa directamente como hemo al interior de la célula de la mucosa, donde es degradado por la enzima microsomal, la hemo oxigenasa, a hierro libre, bilirrubina y monóxido de carbono (CO); 2) el hierro inorgánico (presente en forma de sales simple) es absorbido en la forma reducida (Fe^{2+}), por lo que el hierro férrico (Fe^{3+}) es reducido por acción de los jugos gastrointestinales, el ácido clorhídrico y ácido ascórbico, que proporcionan el pH ácido, los sistemas bioquímicos reductores y las enzimas que incinden las macromoléculas produciendo diversas sustancias orgánicas (aminoácidos, carbohidratos y otros), que forman complejos solubles con el hierro, evitando su precipitación como hidróxido férrico insoluble ($Fe(OH)_3$), u otras formas -

químicas inabsorbibles; el hierro inorgánico es absorbido por un proceso activo no bien conocido, se cree pueda ser por endocitosis. En hierro dentro de las células intestinales es oxidado (Fe^{3+}) probablemente por acción enzimática, luego lo fija la transferrina y otras proteínas no bien conocidas, que lo transportan por el espacio citosólico hasta la molécula de ferritina donde es almacenado, o hasta la membrana de la submucosa donde, probablemente por acción enzimática, es reducido (Fe^{2+}) y atraviesa la membrana celular rumbo a la circulación sanguínea; en la circulación es oxidado por acción de la proteína ceruloplasmina, posteriormente es fijado y transportado por la transferrina hasta los eritroblastos de médula ósea, allí les cede su carga de hierro por dos posibles mecanismos: 1) mediante la unión del complejo transferrina- Fe^{3+} a receptores membranales específicos; 2) por internalización del complejo mediante endocitosis. El hierro en el citoplasma eritroblastoide es fijado y transportado por la transferrina, con posible ayuda de la ferritina y la proteína que fija hierro I (PFH I), hasta la mitocondria, no se conoce el mecanismo que el hierro utiliza para llegar al interior de la mitocondria; en este organelo, el hierro se une a la protoporfirina IX por acción de la enzima hemosintetasa para formar el grupo hemo, éste difunde hacia el citoplasma y se une a la molécula de globina para formar la molécula de hemoglobina (4, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37).

El hombre adulto normal y la mujer posmenopáusica normal, excretan aproximadamente 1 mg de hierro por día; la mujer normal fértil, en promedio elimina 2 mg de hierro por día y en el embarazo, parto y lactación cerca de 900 mg; la excreción se hace por la orina, el sudor, las heces, la exfoliación celular y el sangrado menstrual; normalmente, la cantidad de hierro de la dieta absorbido compensa la cantidad de hierro excretado, de esta forma el organismo mantiene un equilibrio entre la cantidad excretada y absorbida. Este balance puede ser desequilibrado por diversas causas como pérdidas crónicas de sangre (por el tracto gastrointestinal, el tracto genito-urinario y el tracto respiratorio), dietas pobres en hierro, mala absorción por desórdenes gastrointestinales, hemólisis intravascular y hemoglobinuria, embarazo, diálisis renal y donaciones de sangre, que favorecen un balance negativo de hierro, debido a que la cantidad de hierro absorbido es insuficiente para cubrir las necesidades fisiológicas, por lo que, el organismo adquiere la cantidad de hierro faltante de sus depósitos de ferritina y hemosideria; pero, si se prolonga este balance negativo de hierro, el organismo agota sus reservas y -

entra en un estado de "Depleción de Hierro", que de no tratarse evoluciona a un estado de "Deficiencia de Hierro sin Anemia", que se caracteriza por una disminución en la concentración de hierro sérico y saturación de la molécula de transferrina, que también, de no corregirse avanza hasta un estado de "Anemia Ferropriva", que puede ser de grado de severidad variable y en la que existe disminución en los valores normales de hemoglobina o hematocrito. A causa del bajo aporte de hierro a la médula ósea y células, disminuye la función eritropoyética, se afecta la síntesis de proteínas con función enzimática que contienen hierro y disminuye la actividad de aquellas enzimas que lo requieren para realizar sus funciones bioquímicas; esto, origina cambios en el metabolismo celular que afecta la función normal de los tejidos y órganos como: a) cambios cardiovasculares, hemáticos y respiratorios; b) trastornos gastrointestinales; c) manifestaciones neurológicas, sensoriales y estado psicológico; d) aspectos nutricionales y endócrinos; e) cambios en el tejido epitelial. La mayoría de pacientes adultos que sufren deficiencia de hierro sin anemia manifiesta son asintomáticos, mientras que una pequeña proporción presentan síntomas clínicos comunes a todas las anemias crónicas como, aumento de la fatiga, disnea del ejercicio, palidez, irritabilidad, cefalalgia, debilidad, taquicardia, edema de los tobillos, etc.; cuando la anemia ferropriva se presenta, los pacientes desarrollan síntomas en proporción al grado de anemia, en anemia bien establecida los pacientes sufren algunas alteraciones como cansancio, piel seca y arrugada, atrofia papilar de la lengua, ulceraciones en la boca, coiloniquia, cardiomegalia ligera, soplo sistólico funcional, hepatoesplenomegalia, menorragia, amenorrea, depresión, disminución del trabajo físico e intelectual, perversión del apetito, glositis, disfagia, gastritis atrófica del estómago, etc. Para diagnosticar en pacientes las diferentes etapas de carencia de hierro, existen varias pruebas clínicas que se realizan en el laboratorio clínico común, y otras que sólo se realizan en laboratorios de investigación avanzada, tabla 3, como:

- 1) El examen de sangre periférica: en las etapas iniciales de deficiencia de hierro, los eritrocitos son normocíticos y normocrómicos; conforme aparece y evoluciona la anemia, los eritrocitos sufren alteraciones poiquilicíticas y anisocíticas, siendo en anemia ferropriva severa microcíticos e hipocrómicos; éstas alteraciones eritrocíticas no son específicas de la anemia ferropriva, ya que se observan en de

Prueba de Laboratorio Clínico	Valores Normales	Deficiencia de Hierro sin		Anemia Ferropríva	
		Anemia		Anemia Ferropríva	
		Etapas Inicial	Etapas Avanzada	Etapas Inicial	Etapas Avanzada
Concentración de Hierro Sérico (HS).	50-150 µg/dl	Normal	Normal o ↓	↓	↓
Capacidad Total para Fijar Hierro (CTFH), por la molécula de transferrina.	280-400 µg/dl	Normal	Normal o ↑	↑	↑
Porcentaje de Saturación (PS), de la molécula de transferrina.	20%-50%	Normal	Normal o ↓	Menor de 15%	Menor de 5%
Concentración de Ferritina Sérica.	10-200 µg/ml	Normal o ↓	↓	Menor de 20	Menor de 10
Presencia de Hierro en Médula Ósea.	(+ +)-(+ + +)	(O; +)	Ausente	Ausente	Ausente
Protoporfirina Intraeritrocitaria.	Menor de 50 µg/dl	Normal	Normal	↑	↑
Concentración de Hemoglobina:					
a) Hombres.	Mayor de 14 g/dl			Menor de 14	Menor de 12
b) Mujeres.	Mayor de 12 g/dl			Menor de 12	Menor de 10
Índices Eritrocitarios Corpusculares:					
a) Volumen Corpuscular Medio (VCM).	82-99 fl			Menor de 80	Menor de 80
b) Concentración Corpuscular Media de Hemoglobina (CMH). (t)	32%-34%			Menor de 32	Menor de 32
Morfología Eritrocitaria.	Normal	Normal	Normal	Normal	Microcítica Hipocrómica
Absorción Gastrointestinal del Hierro.	3%-10%	Incrementada	Incrementada	Incrementada	Incrementada

(↑) aumentada.

(↓) disminuida.

(t) Dato reportado por Davidson (4).

Tabla 3. - Valores hemáticos y séricos estimados por pruebas de laboratorio clínico en individuos normales, así como en individuos con deficiencia de hierro sin anemia, e individuos que sufren anemia ferropríva (29).

ficiencia de piridoxina, anemia sideroblastica, intoxicación por plomo, infección crónica, enfermedades inflamatorias crónicas y en hemoglobinopatías. Los valores de hemoglobina o hematocrito y los índices eritrocíticos VCM (Volumen Corpuscular Medio) y CCMH (Concentración Corpuscular Media de Hemoglobina), se encuentran disminuidos de sus valores normales.

- 2) Determinación de la concentración de hierro en suero: en las etapas iniciales de deficiencia de hierro, la concentración de hierro sérico se encuentra en el límite inferior del rango normal o ligeramente disminuido; cuando se manifiesta la anemia, dependiendo de su grado, la concentración de hierro disminuye de su rango normal; la disminución en la concentración de hierro sérico no es propia de la anemia ferropriva, por encontrarse en enfermedades inflamatorias agudas o crónicas, en enfermedades con crecimiento de tejido maligno, después del infarto al miocardio, durante el consumo de anticonceptivos por vía oral, durante las tardes debido al ciclo diurno del hierro y otros estados patológicos. La concentración se encuentra aumentada -- después de transfusión de sangre y terapia a base de hierro.
- 3) Evaluación de la capacidad total para fijar hierro por la transferrina: en las etapas iniciales de deficiencia de hierro se encuentra en el límite superior de su rango normal de valores; en anemia ferropriva, dependiendo de su grado, se encuentra desde ligeramente aumentada hasta marcadamente aumentada de su rango normal; éste aumento no es específico de la anemia ferropriva por encontrarse también en embarazo, durante el consumo de anticonceptivos por vía oral, en tratamientos con progesterona y otros estados patológicos. Dado que las pruebas de la capacidad total para fijar hierro por el suero y el hierro sérico, se encuentran anormal en varios estados patológicos y fisiológicos, solos no son parámetros clínicos confiables para diagnosticar la anemia ferropriva, por lo que los investigadores en este campo, crearon un parámetro teórico confiable para diagnosticarla, - el Porcentaje de Saturación de la transferrina (PS) o Índice de Saturación (IS), que se deriva de los valores de Hierro Sérico (HS) y de la Capacidad Total para Fijar Hierro (CTFH), con la siguiente relación:

$$IS (\%) = \frac{HS (\mu\text{g/dl})}{CTFH (\mu\text{g/dl})} \times 100$$

Este parámetro, en las etapas iniciales de deficiencia de hierro se encuentra en el límite inferior de su rango normal de valores; en presencia de anemia ferropriva se encuentra disminuida de su rango normal.

- 4) Determinación de la concentración de ferritina sérica; es un parámetro bastante sensible para estimar la carencia de hierro, debido a que correlaciona bien con la reserva de hierro corporal; en las etapas de deficiencia de hierro se encuentra en el límite inferior de su rango normal o ligeramente disminuida; en anemia ferropriva se encuentra disminuida de su rango normal de valores.
- 5) Evaluación de la protoporfirina intraeritrocitaria; en las etapas iniciales de deficiencia de hierro se encuentra menor que 50 $\mu\text{g}/\text{dl}$ de eritrocitos; en anemia ferropriva, se encuentra en concentraciones mayores; éste aumento no es propio de la anemia ferropriva, ya que también se encuentra en intoxicación por plomo, en enfermedades inflamatorias crónicas, anemia sideroblástica, porfiria eritropoyética y leucemia mieloide aguda.
- 6) Evaluación de la absorción gastrointestinal de hierro: la absorción de hierro, en individuos, es estimada por la administración oral de una dosis de hierro elemental (Fe^{56}) combinado con hierro radiactivo (Fe^{59}), seguida de la medición de la intensidad de radiactividad ya sea en todo el cuerpo, en una muestra de sangre o heces; la absorción de hierro se encuentra aumentada en anemia ferropriva y deficiencia de hierro sin anemia.
- 7) Examen de una muestra de tejido de médula ósea: mediante esta técnica se evalúa directamente la reserva de hierro corporal de un individuo; se toma por biopsia una muestra de tejido óseo, se tiñe con un colorante como el azul de prusia que tiñe los gránulos de hemosiderina; en condiciones normales del 20 a 50% de los eritroblastos, presentan gránulos de hemosiderina teñidos en el citoplasma; en estados de deficiencia de hierro sin anemia se encuentran disminuidos, en anemia ferropriva no se encuentran presentes.

La carencia de hierro se encuentra distribuida en todo el mundo, afecta a individuos de cualquier edad, sexo y estrato socioeconómico; su incidencia es mayor en infantes prematuros, niños en edad preescolar, adolescentes, mujeres menstruantes y embarazadas. Investigaciones revelan que en Estados Unidos de Norteamérica cerca del 20% de las mujeres adultas

el 50% de las embarazadas, el 3% de los hombres adultos y el 30% de los niños en edad preescolar padecen deficiencia de hierro. En Asia, el Medio Oriente y algunas partes de Africa y América Central y del Sur, esta anemia es prevaletente y grave, en particular donde la uncinariasis es endémica (16,29,32,33,35,36,39,40,41,42,43,44).

Dentro de los pacientes que pueden considerarse de alto riesgo se encuentran los que pueden transmitir alguna enfermedad al receptor, tabla 2, siendo una de las más comunes y peligrosas de la última década, el Síndrome de Inmuno Deficiencia Adquirido (SIDA) causado por un retro virus llamado Virus de la Inmunodeficiencia Humano (VIH), que afecta la capacidad del organismo para combatir las infecciones; su lugar de origen es probablemente Africa Central; por diversos factores, no bien conocidos, se diseminó a otros países hasta convertirse en un problema de salud mundial. Hasta el 1 de mayo de 1987, se habían reportado a la Organización Mundial de la Salud 51,535 casos de SIDA en 113 países. En México se han registrado 407 casos hasta el 31 de marzo de 1987; el 4% de éstos, esta asociado a transfusiones de sangre completa o sus derivados (particularmente crioprecipitados), infectada por el VIH. Datos epidemiológicos establecieron que el 7.24% de la sangre proveniente de donadores profesionales, el 0.12% de la sangre de donadores familiares, y el 0.09% de la sangre de donadores altruistas estaba infectada por VIH. Esto llevó a las autoridades, en el campo de la salud, a la determinación de hacer modificaciones a la Ley General de Salud, estableciendo que: "La sangre humana sólo podrá obtenerse de voluntarios que la proporcionen gratuitamente y en ningún caso podrá ser objeto de comercio"; además, se creo en enero de 1988 el Centro Nacional de Transfusión Sanguínea, que es el órgano rector a nivel nacional en todo lo referente a la sangre y sus componentes; que ha creado algunas reformas en el banco de sangre como la de utilizar material desechable en la toma de sangre, la utilización de métodos y técnicas adecuados, como el método inmunoenzimático y otros, para detectar anticuerpos Anti-VIH en el suero de sangre a transfundir, con el objeto de reducir o detener la propagación de esta peligrosa enfermedad (45,46).

HIPOTESIS Y OBJETIVOS

Debido a las constantes sangrías que sufren los donadores de sangre, es un grupo de alto riesgo de desarrollar deficiencia de hierro. Mediante este estudio se pretende estimar la incidencia de hierro, así como sus posibles causas, en donadores profesionales en comparación -- con donadores familiares, evaluando: 1) la Concentración de Hemoglobina; 2) el Valor del Hematocrito; 3) el Examen de Eritrocitos de Sangre Periférica; 4) la Concentración de Hierro en Suero; 5) los parámetros derivados de las evaluaciones anteriores, siendo la Capacidad Total para Fijar Hierro por la Transferrina, el Porcentaje de Saturación con Hierro de la molécula de Transferrina y la Concentración Corpuscular - Media de Hemoglobina. Esperando que sea útil y contribuya con otros estudios para planear y realizar programas que ayuden a la conservación de donantes activos, de tal forma que se proteja su salud y se evite - disminuya el abastecimiento de sangre a bancos de clínicas y hospitales (29).

MATERIAL Y METODOS

A.- Colección de la muestra biológica.

Se manejarán 200 individuos mexicanos residentes de la Ciudad de México y Area Metropolitana, de estrato socioeconómico medio y bajo, que acuden hacer donaciones de sangre al Banco Central de Sangre del Centro Médico Nacional del IMSS. La selección de donadores se realizó en base a lo siguiente:

- 1.- Acreditar un examen médico preliminar, que constó de revisión física con toma de signos vitales, que indicará un estado normal de salud para realizar una donación de una unidad de sangre.
- 2.- Que no hayan donado sangre ocho semanas anteriores a este estudio.
- 3.- Se les aplicó un cuestionario con las siguientes preguntas:
 - a) Si recientemente recibieron transfusión de sangre.
 - b) Si están recibiendo medicamentos por vía oral o parenteral que contengan hierro (sales orgánicas e inorgánicas).
 - c) El número de embarazos presentes en su vida hasta la fecha, con presencia de gestaciones y nacimientos.
 - d) Alimentos usuales que integran su dieta diaria.
 - e) Si ingieren bebidas alcohólicas.

Los donadores se distribuyeron en dos grupos: 1) integrado por 100 individuos que son donadores profesionales, donde 95 son varones y 5 son mujeres; 2) integrado por 100 individuos que son donadores altruistas, donde 73 son hombres y 27 son mujeres.

A cada donador en ayunas y seleccionado al azar, se le extrajo por punción venosa una muestra de 5 ml de sangre y se distribuyó: 1) 4 ml se colocaron en un tubo de ensayo sin anticoagulante y; 2) 1 ml se puso en un tubo de ensayo con anticoagulante EDTA (etilendiaminetetraacetato disódico) al 5%. En la sangre no coagulada se determinó la concentración de hemoglobina (Hb), la evaluación del hematocrito (Ht) y se realizó un frotis de sangre, donde se observó la morfología eritrocitaria, particularmente microcitosis e hipocromía. En el suero de la sangre coagulada se evaluó la concentración de hierro sérico (HS), y la capacidad no saturada para fijar hierro por la molécula de transferrina (CNSFH).

Con los valores de Hb y Ht, se obtuvo el valor de la Concen-

tración Globular Media de Hemoglobina (CGMH), utilizando la siguiente relación matemática (44):

$$\text{CGMH (\%)} = \frac{\text{Hb (g/dl)}}{\text{Ht (\%)}} \times 100$$

Con los valores de HS y la CNSFH, se evaluó la Capacidad Total para Fijar Hierro por la molécula de transferrina (CTFH), empleando la fórmula matemática (4):

$$\text{CTFH (}\mu\text{g/dl)} = \text{HS (}\mu\text{g/dl)} + \text{CNSFH (}\mu\text{g/dl)}$$

Con los valores de HS y CTFH, se determinó el Índice de Saturación de la molécula de transferrina (IS), con la relación siguiente (4):

$$\text{IS (\%)} = \frac{\text{HS (}\mu\text{g/dl)}}{\text{CTFH (}\mu\text{g/dl)}} \times 100$$

Las muestras de sangre y suero se trabajaron dentro de las primeras cinco horas siguientes a su recolección.

B.- Estimación de la concentración de hemoglobina en sangre.

1.- Material utilizado.

- 1.1.- Biológico: sangre venosa completa con anticoagulante EDTA.
- 1.2.- Químico.
 - a) Solución Diluyente de Drabkin (4).
 - b) Solución estándar de cianometahemoglobina (ampolletas de 10 ml de concentración 60.2 mg/ml; Ortho Diagnostic System Inc.).
- 1.3.- Equipo.
 - a) Material de vidriería; lo habitual en el laboratorio clínico.
 - b) Espectrofotómetro Coleman Jr.

2.- Metodología.

La determinación de la concentración de hemoglobina en sangre, generalmente se emplea para el diagnóstico de anemia (4).

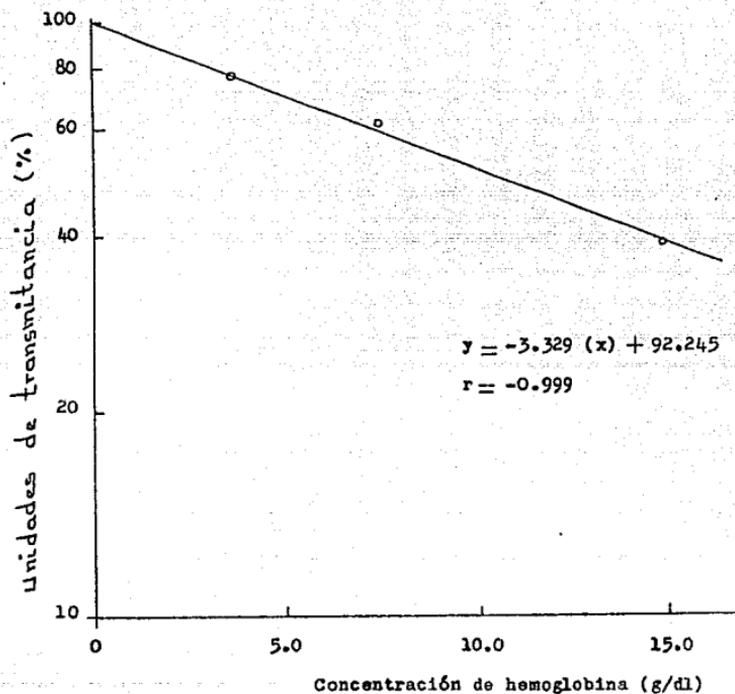
Para la estimación de la concentración de hemoglobina eritrocitaria, se empleó el Método de la Cianometahemoglobina (HiCN), que se fundamenta en la transformación de todas las hemoglobinas (excepto la sulfametahemoglobina), en cianometahemoglobina (HiCN), cuya absorbancia (A) o transmitancia (T) es leída mediante un fotocolorímetro (filtro verde-amarillo), o espectrofotométricamente a una longitud de onda de 540 nm. La transformación de las hemoglobinas en HiCN se realiza en dos etapas, en la que intervienen como reactivos fundamentales el ferricianuro de potasio ($K_3 Fe(CN)_6$) y el cianuro potásico (KCN) (4,47):

Etapas 1: $Hb + K_3 Fe(CN)_6 \longrightarrow$ Metahemoglobina (Hi)

Etapas 2: $Hi + KCN \longrightarrow$ Cianometahemoglobina (HiCN)

Se colocaron 20 μ l de sangre completa en un volumen de 5 ml de solución Diluyente de Drabkin; el volumen total se agitó hasta la obtención de una mezcla homogénea; se leyó espectrofotométricamente su transmitancia a 540 nm, empleando como solución blanco el reactivo de Drabkin. La concentración de hemoglobina en la muestra de sangre, se estimó por la extrapolación del valor de su transmitancia en una curva estándar, gráfica 1, elaborada previamente con la solución estándar de cianometahemoglobina.

La estimación de la concentración de hemoglobina en cada muestra de sangre se realizó por duplicado.



Gráfica 1.- Curva patrón de cianometahemoglobina para la determinación de hemoglobina en sangre (en papel semilogarítmico). La línea recta se obtuvo mediante el Método del Logaritmo de la Transmitancia frente a la Concentración y se ajustó por el Método matemático de Mínimos Cuadrados (52,59).

C.- Evaluación del hematocrito de la sangre.

1.- Material utilizado.

- 1.1.- Biológico: sangre venosa completa anticoagulada con EDTA.
- 1.2.- Equipo.
 - a) Centrífuga para Microhematocrito, graduada su velocidad en r.p.m.
 - b) Aparato de Lectura de Microhematocrito.
 - c) Tubos capilares sin heparina, de 1 mm de diámetro x 7 mm de largo.
 - d) Lámpara de flama.

2.- Metodología.

El hematocrito es el volumen de eritrocitos presente en una muestra de sangre completa, se expresa como un porcentaje en relación al volumen total de sangre (4).

Para la determinación del valor hematocrito, se empleó la -- técnica del Microhematocrito descrita por Villegas y Alvarez. que se fundamenta en la centrifugación de muestras de sangre completa en tubos capilares con posterior medición del paquete eritrocitario con relación al volumen total de sangre (48).

Por capilaridad, se llenó con sangre completa homogenizada - la mitad de un tubo capilar sin heparina; se selló en uno de sus extremos a la flama; se centrifugó por 10 minutos a una velocidad de 12,000 r.p.m.; se leyó el porcentaje de células eritrocíticas en relación al volumen total de sangre, en un aparato de lectura para hematocrito.

La evaluación del hematocrito para cada muestra de sangre se realizó por duplicado.

D.- Examen de la extensión de sangre teñida.

1.- Material utilizado.

1.1.- Biológico: sangre venosa completa anticoagulada con EDTA.

1.2.- Químico.

- a) Colorante de Wright.
- b) Solución amortiguadora de fosfatos, pH 6.7.
- c) Aceite de inmersión.
- d) Resina. (4,44)

1.3.- Equipo.

- a) Microscopio.

2.- Metodología.

Los colorantes usados en el examen de sangre, son sales con propiedades químicas básicas o ácidas que en contacto con las células se combinan químicamente con sus componentes citoplasmáticos y nucleares, confiriéndoles colores característicos que los diferencia unos de otros al observarse al microscopio (4,49).

La importancia del examen de extensión de sangre teñida, reside en que permite el estudio de la morfología normal y anormal de las células sanguíneas, su conteo diferencial, sus parásitos, etc. que ayudan a establecer un diagnóstico clínico en una diversidad de estados patológicos de la sangre (4,44).

Para la preparación de la extensión de sangre se utilizó el Método del Cubreobjetos, usándose para la tinción colorante de Wright y solución tampón de fosfatos de pH 6.7; siendo el tiempo de fijación y tinción de 4 minutos de contacto del colorante con el frotis y de 8 minutos para la combinación del colorante con la solución de fosfatos. El frotis teñido se montó con resina sobre un portaobjetos; se colocó al microscopio bajo el objetivo de inmersión con aceite, evaluándose las características morfológicas eritrocíticas como microcitosis e hipocromía (4,44).

E.- Evaluación de hierro en suero sanguíneo.

1.- Material utilizado.

1.1.- Biológico: suero.

1.2.- Químico.

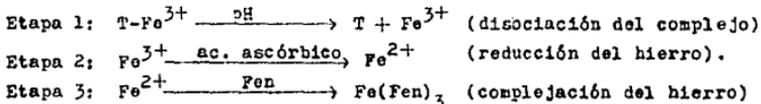
- a) Solución tampón de glicina de pH 1.9.
 b) Reactivo de sulfato de batofenantrolina al 0.4%, pH 6.7.
 c) Solución patrón de hierro de concentración de 100 $\mu\text{g/ml}$. (50).

1.3.- Equipo.

- a) Se empleó el material de vidriería habitual en el laboratorio clínico, libre de hierro.
 b) Se utilizó el mismo equipo que se usó en la estimación de la concentración de hemoglobina (pag. 22).

2.- Metodología.

Para la estimación de la concentración de hierro sérico se empleó el método colorimétrico de Beale y colaboradores que se fundamenta: 1) la disociación del complejo transferrina-hierro (T-Fe^{3+}); 2) la reducción del ión ferrico (Fe^{3+}) a su forma ferrosa (Fe^{2+}) y; 3) la reacción del ión ferroso (Fe^{2+}) con la batofenantrolina sulfonada para dar un complejo colorido, cuya absorbancia (A) o transmitancia (T), es medida espectrofotométricamente a una longitud de onda de 534 nm. La formación del complejo ferroatrolina-hierro (Fe(Fen)_3), se realiza en tres etapas en la que intervienen como reactivos fundamentales la concentración de hidrogeniones (pH de la solución), el ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) y la batofenantrolina sulfonada (50,51):



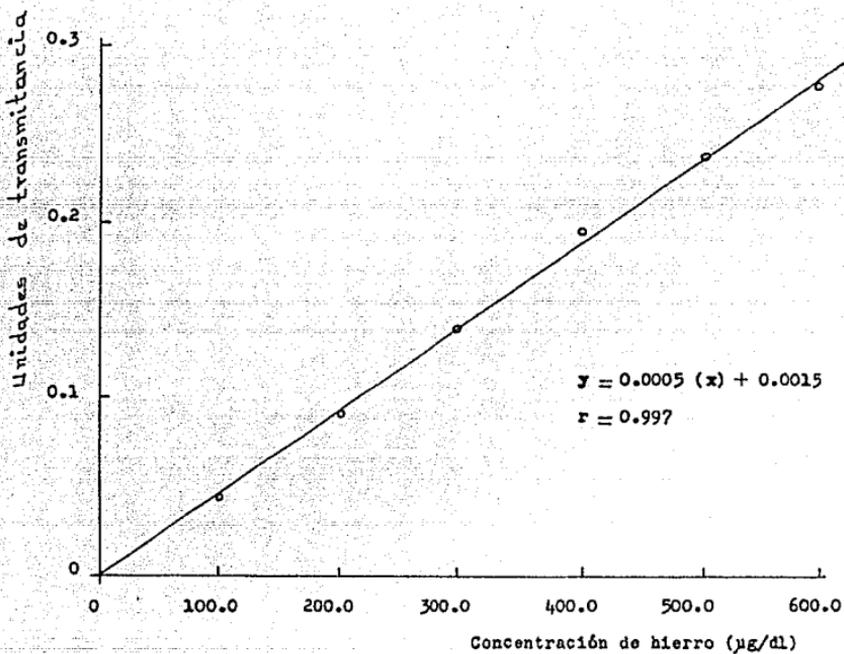
En un tubo de ensaye se colocó un volumen de 0.5 ml de suero problema, se le adicionó un volumen de 2 ml de solución buferada de glicina de pH 1.9, se agitó hasta la mezcla completa y se dejó reposar 2 minutos; en seguida se leyó en el espectrofotómetro su absorbancia (A_1) a 534 nm; posteriormente, se le añadió un volumen de 0.05 ml del reactivo de batofenantrolina sulfonada al 0.4% de pH 6.7, se agitó hasta la mezcla completa, se dejó reposar 2 minu

tos y nuevamente se leyó su absorbancia (A_2) a 534 nm. La absorbancia real del complejo (A_R) se determinó con la relación siguiente:

$$A_R = A_2 - A_1$$

La evaluación de hierro en suero se realizó por extrapolación de los valores de absorbancia real (A_R) en una curva estándar de hierro, gráfica 2, empleando como solución blanco un ensayo con un volumen de agua libre de hierro que sustituye a la muestra de suero. La curva se realizó espectrofotométricamente a 534 nm, usando soluciones estándar de hierro de diferentes concentraciones, como solución blanco se empleó agua libre de hierro.

Las determinaciones de hierro en suero se hicieron por dupli-
cado.



Gráfica 2.- Curva patrón de hierro para la determinación de hierro en suero. La recta de regresión fue ajustada por el Método matemático de Mínimos Cuadrados (52).

F.- Evaluación de la capacidad no saturada para fijar hierro por el suero.

1.- Material utilizado.

1.1- Biológico: suero.

1.2.- Químico.

- a) Solución anortiguadora hidroximetilamino-metano-maleato (TRIS-Maleato), pH 6.9.
- b) Reactivo de sulfato de batofenantrolina al 0.4%, pH 6.7.
- c) Solución patrón de hierro de concentración de 100 µg/ml. (50).

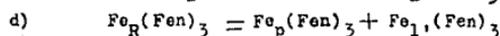
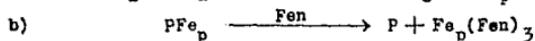
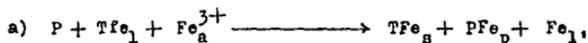
1.3.- Equipo.

- a) Se empleó el mismo material y equipo utilizado en la evaluación de hierro sérico (pag. 25).

2.- Metodología.

En condiciones normales, los sitios de fijación de hierro de la molécula de transferrina se encuentran ocupados en una tercera parte de su capacidad total, a los sitios de fijación no ocupados que pueden enlazar hierro adicional se le conoce como la Capacidad No Saturada para Fijar Hierro (CNSFH) (4,32).

Para evaluar la CNSFH se utilizó el método colorimétrico de Beale y colaboradores que se fundamenta: 1) la saturación total de los sitios de fijación de hierro en la molécula de transferrina - por adición de un exceso de hierro férrico (Fe^{3+}) y; 2) la complejación del hierro libre no fijado por la transferrina (hierro en exceso), por la batofenantrolina sulfonada para dar un complejo colorido, cuya absorbancia (A), se mide espectrofotométricamente a una longitud de onda de 534 nm. En esta determinación ocurren las siguientes reacciones químicas (50,51):



Donde: P = Proteínas séricas inespecíficas que fijan hierro.

- TFe_a = Transferrina libre o parcialmente saturada con hierro
 Fe_a^{3+} = Hierro adicionado en exceso.
 TFe_s = Transferrina totalmente saturada con hierro.
 PFe_p = Complejo de hierro con proteínas séricas inespecíficas
 Fe_l = Hierro libre no fijado a la transferrina.
 $Fe_p(Fen)_3$ = Complejo batofenantrolina-hierro, formado con hierro proveniente de las proteínas séricas inespecíficas.
 $Fe_l(Fen)_3$ = Complejo batofenantrolina-hierro, formado por el hierro libre en exceso.
 $Fe_R(Fen)_3$ = Complejo total de fenantrolina-hierro.

En un tubo de ensaye se colocó un volumen de 0.5 ml de suero problema, se le adicionaron los siguientes reactivos: un volumen de 2 ml de solución bufer TRIS-Maleato de pH 6.9 y un volumen de 0.08 ml de solución estándar de hierro de concentración 25 $\mu\text{g/ml}$; se agitó hasta la mezcla completa y se dejó reposar 2 minutos; después se leyó la absorbancia (A_1) en un espectrofotómetro a 534 nm; posteriormente, se le adicionó un volumen de 0.08 ml del reactivo de batofenantrolina sulfonatada al 0.4% de pH 6.7 y se agitó hasta la mezcla total, se dejó reposar 10 minutos; luego, se realizó una segunda lectura de absorbancia (A_2) a 534 nm; por último, se le adicionó un volumen de 0.4 ml de solución estándar de hierro de concentración 25 $\mu\text{g/ml}$, se homogenizó la mezcla y se realizó una tercera lectura de absorbancia (A_3) a 534 nm. Se trabajó junto con cada muestra problema, como blanco, un ensayo con un volumen de 0.58 ml de agua libre de hierro que sustituye a la muestra de suero y al volumen de la solución estándar de hierro primeramente añadido. Para la determinación de la CNSFH se utilizó la siguiente relación matemática (50):

$$\text{CNSFH } (\mu\text{g/dl}) = \frac{2(A_3 - A_2) - (A_2 - A_1)}{(A_3 - A_2)} \times 200 \mu\text{g}$$

Las evaluaciones de la CNSFH, para cada muestra de suero, se hicieron por duplicado.

G.- Estadística utilizada.

Los datos reportados en esta investigación son el promedio de dos determinaciones realizadas. Antes de analizarlos, primero se dividieron las muestras de donadores de sangre en cuatro grupos, en base al sexo y al motivo de su donación, siendo:

Grupo 1: Hombres donadores profesionales.

Grupo 2: Mujeres donadoras profesionales.

Grupo 3: Hombres donadores altruistas.

Grupo 4: Mujeres donadoras altruistas.

Posteriormente, en cada grupo, los datos derivados en cada parámetro en particular, fueron ordenados y agrupados en intervalos de clase que permitieron la estimación de la frecuencia relativa y frecuencia relativa acumulada; la amplitud de clase en cada parámetro, fué la siguiente:

- En la concentración de hemoglobina de 0.5 g/100 ml.
- En el valor de hematocrito de 1.0%.
- En la concentración globular media de hemoglobina de 0.5%.
- En la concentración de hierro sérico de 10.0 µg/dl.
- En la capacidad total para fijar hierro de 15.0 µg/dl.
- En el índice de saturación de la transferrina de 2.0%.

Además, en cada grupo se calculó el valor promedio (\bar{X}), la desviación estándar (D.E.) y la varianza (S^2) de cada parámetro estudiado con las relaciones siguientes (52):

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad ; \quad D.E. = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n\bar{X}^2}{n-1}} \quad ; \quad S^2 = \frac{\sum x^2 - n\bar{X}^2}{n-1}$$

Donde: \bar{X} = Valor promedio de la muestra.

$\sum x$ = Sumatoria de todos los datos de la muestra.

D.E. = Desviación Estándar de los datos de la muestra.

n = Número total de datos de la muestra.

$\sum x^2$ = Suma de los cuadrados de cada uno de los datos de la muestra.

S^2 = Varianza de los datos de la muestra.

Para establecer la existencia o inexistencia de diferencias estadísticamente significativas entre ambas muestras de donadores, se utilizaron métodos de inferencia estadística como: Prueba F para

la comparación de dos varianzas poblacionales con base a dos muestras independientes, tabla 4; b) Prueba t para la comparación de dos promedios con varianzas heterogéneas, tabla 5, y; c) Prueba t para la comparación de dos promedios con varianzas homogéneas, tabla 6, (53).

Paso I. Calcular las varianzas S_A^2 , S_B^2 de las muestras de donadores.

Donde: S_A^2 = varianza de la muestra de donadores profesionales

S_B^2 = varianza de la muestra de donadores altruistas

Paso II. Establecer la Hipótesis Nula o Estadística (H_0).

H_0 : $S_A^2 = S_B^2$ (varianzas homogéneas)

Paso III. Seleccionar el nivel de significancia y determinar los grados de libertad (gl).

a) Nivel de significancia = 5% ($\alpha = 0.05$)

b) Se determinan los grados de libertad con relación:

($n_A - 1$, $n_B - 1$)

Donde: n_A = número de elementos de la muestra de donadores profesionales.

n_B = número de elementos de la muestra de donadores altruistas.

Paso IV. Calcular el valor de F (F_{cal}), con la ecuación:

$$F_{cal} = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Donde: S_1^2 = varianza muestral mayor, ya sea S_A^2 ó S_B^2 se pondrá en el numerador.

S_2^2 = varianza muestral menor, se pondrá en el denominador.

Paso V. Calcular el valor de F en tablas (F_{tab}), con el nivel de significancia elegido y los grados de libertad correspondientes.

Paso VI. Comparar el valor de F_{cal} con el valor de F_{tab} . Estableciendo que:

1) Si $F_{cal} \geq F_{tab}$ se concluye que H_0 puede ser falsa y las varianzas heterogéneas, por lo que se realiza la prueba de t para la comparación de dos promedios con varianzas heterogéneas.

2) Si $F_{cal} < F_{tab}$ se concluye que H_0 puede ser verdadera y las varianzas homogéneas, por lo que se realiza la prueba t para comparación de dos promedios con varianzas homogéneas.

Tabla 4.- Prueba F para comparación de dos varianzas de poblaciones con base a dos muestras independientes (53).

Paso I. Calcular los valores promedio \bar{X}_A , \bar{X}_B y las varianzas S_A^2 , S_B^2 de dos muestras de donadores.

donde: S_A^2 y \bar{X}_A = varianza y valor promedio de la muestra de donadores profesionales.

S_B^2 y \bar{X}_B = varianza y valor promedio de la muestra de donadores altruistas.

Paso II. Establecer la Hipótesis Nula ó Estadística (H_0).

H_0 : $\bar{X}_A = \bar{X}_B$ (Valores Promedio homogéneos)

Paso III. Escoger el nivel de significancia y determinar los grados de libertad (gl).

a) Nivel de significancia = 5% ($\alpha = 0.05$).

b) Se determinan los grados de libertad con la relación:

$$(n_A - 1, n_B - 1)$$

Donde: n_A = número de elementos de la muestra de donadores profesionales.

n_B = número de elementos de la muestra de donadores altruistas.

Paso IV. Calcular el valor de t (t_{cal}), con la ecuación:

$$t_{cal} = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{\frac{S_A^2}{n_A} + \frac{S_B^2}{n_B}}}$$

Paso V. Calcular el valor de t de Cochran (t_{coch}), con la fórmula:

$$t_{coch} = \frac{\frac{S_A^2}{n_A} t_A + \frac{S_B^2}{n_B} t_B}{\frac{S_A^2}{n_A} + \frac{S_B^2}{n_B}}$$

Los valores de t_A y t_B , se obtienen de las tablas t con el nivel de significancia elegido y los grados de libertad correspondientes.

Paso VI. Comparar el valor de t_{cal} con el valor de t_{coch} . Estableciendo que:

- 1) Si $t_{cal} \geq t_{coch}$ se considera que: hay diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las muestras en el nivel de significancia escogido y se rechaza H_0 , lo que se representa con $p \leq 0.05$. Esto se ignifica que se considera que los promedios poblacionales son diferentes.
- 2) Si $t_{cal} < t_{coch}$ se considera que: no hay diferencias estadísticamente significativas y no se rechaza H_0 , lo que se representa con $p > 0.05$. Esto se interpreta como que los promedios poblacionales pueden ser iguales.

Paso I. Calcular los valores promedio \bar{X}_A , \bar{X}_B y las varianzas S_A^2 , S_B^2 de las dos muestras de donadores.

Donde: S_A^2 y \bar{X}_A = varianza y valor promedio de la muestra de donadores profesionales.

S_B^2 y \bar{X}_B = varianza y valor promedio de la muestra de donadores altruistas.

Paso II. Establecer la Hipótesis Nula ó Estadística (H_0).

H_0 : $\bar{X}_A = \bar{X}_B$ (Valores promedio homogéneos)

Paso III. Seleccionar el nivel de significancia y determinar los grados de libertad (gl).

a) Nivel de significancia = 5% ($\alpha = 0.05$).

b) Se determinan los grados de libertad con la relación:

$$(n_A + n_B - 2)$$

Donde: n_A = número de elementos de la muestra de donadores profesionales.

n_B = número de elementos de la muestra de donadores altruistas.

Paso IV. Calcular el valor de t (t_{cal}), con la fórmula:

$$t_{cal} = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{Sp^2 \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}}$$

Para obtener t_{cal} , es necesario obtener la varianza ponderada Sp^2 con la relación:

$$Sp^2 = \frac{(n_A - 1) S_A^2 + (n_B - 1) S_B^2}{n_A + n_B - 2}$$

Paso V. Calcular el valor de t en tablas (t_{tab}), con el nivel de significancia escogido y los grados de libertad correspondientes.

Paso VI. Comparar el valor de t_{cal} con el valor de t_{tab} . Estableciendo que:

- 1) Si t_{cal} (ignorando el signo) es mayor o igual a t_{tab} ($t_{cal} \geq t_{tab}$) se considera que sí hay diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las muestras en el nivel de significación escogido y se rechaza la H_0 , lo que se representa con $P \leq 0.05$. Esto se ignifica que se considera que los promedios poblacionales son diferentes.
- 2) Si $t_{cal} < t_{tab}$ se considera que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las muestras y no se rechaza H_0 , lo que se representa con $P > 0.05$. Esto se interpreta como que los promedios poblacionales pueden ser iguales.

RESULTADOS Y DISCUSION

En base a los resultados que arrojó la encuesta, se estableció que ningún donador estudiado: a) donó sangre ocho semanas anteriores a esta investigación; b) recibió, recientemente, transfusión de sangre o; c) estaba recibiendo medicamentos que contengan hierro como sulfato ferroso, glutamato ferroso, fumarato ferroso, dextran-hierro, etc., por vía oral o parenteral.

Debido a que la dieta de los donadores, de ambas muestras, difiere en la frecuencia con que consumen leche y carne (roja o blanca) por semana, se clasificarán las dietas en tres grupos:

Grupo I de alimentos.

- 1.- Productos vegetales: a) harinas de maíz y trigo, b) verduras en general, c) fruta de estación y, d) cereales (frijol, arroz, etc.).
- 2.- Productos animales: a) huevos de aves (gallina), b) consumo de leche y carne (roja o blanca), una vez por semana.

Grupo II de alimentos.

- 1.- Productos vegetales: (los mismos que el grupo I).
- 2.- Productos animales: a) los mismos que el grupo I, b) consumo de leche y carne (roja o blanca), dos veces por semana.

Grupo III de alimentos.

- 1.- Productos vegetales: (los mismos que el grupo I).
- 2.- Productos animales: a) los mismos que el grupo I, b) consumo de leche y carne (roja o blanca), tres o más veces por semana.

En la tabla 7, se presentan los valores de los parámetros de la serie roja y de hierro obtenidos experimentalmente, así como, los datos recolectados mediante encuesta de la muestra de 100 donadores profesionales, integrada por 95 varones con edades que oscilan de 19 a 56 años y 5 mujeres con edades que oscilan de 30 a 45 años; los datos están ordenados de la menor a la mayor concentración de hemoglobina. En el grupo de varones se observa que 19 de ellos (20.0%), consumen alimentos del grupo I, 60 (63.2%) consumen alimentos del grupo II y 16 (16.8%), consumen alimentos del grupo III; 66 hombres (69.4%) ingieren con frecuencia bebidas alcohólicas; en el grupo de mujeres se ve que 2 de ellas tuvieron de 6 a 8 embarazos con la presencia de 4 a 6 productos; 4 mujeres (80%) consumen alimentos del grupo II y una mujer (20%), consume alimentos del grupo I; ninguna mujer consume bebidas alcohólicas.

El análisis de los valores de los parámetros de la serie roja y de hierro del grupo de donadores profesionales se da más adelante.

En la tabla 8, se dan los valores de los parámetros de la serie roja y de hierro, recavados experimentalmente y por encuesta en la muestra de 100 donadores altruistas, formada por 73 varones con edades de 18 a 56 años y 27 mujeres con edades de 20 a 54 años; los donadores se ordenarán de la menor a la mayor concentración de hemoglobina; en el grupo de hombres se ve que 5 de ellos (6.8%), consumen alimentos del grupo I, 54 (74%) consumen alimentos del grupo II y, 41 (19.2%) consumen alimentos del grupo III; 42 varones (57.5%) ingieren con frecuencia bebidas alcohólicas. En el grupo de mujeres se ve que 12 de ellas (44.4%) tuvieron de 2 a 11 embarazos con la presencia de 2 a 5 productos; una mujer (3.7%) consume alimentos del grupo I, 22 mujeres (81.5%) consumen alimentos del grupo II y 4 mujeres (14.8%) consumen alimentos del grupo III; ninguna mujer consume bebidas alcohólicas. El análisis de los parámetros de la serie roja y de hierro del grupo de donadores altruistas se da más adelante.

El criterio seguido en este estudio para establecer la deficiencia de hierro sin anemia y anemia ferropriva en hombres y mujeres donadores de sangre es:

Las medidas individuales de las pruebas de hierro son consideradas anormales en los siguientes valores: 1) un índice de saturación de la molécula de transferrina menor de 15.0%; 2) una concentración de hierro sérico menor de 50.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$; 3) una capacidad total para fijar hierro por la transferrina mayor de 400.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$. La deficiencia de hierro sin anemia se consideró estar presente cuando había una concentración menor en dos de los parámetros anteriores. La anemia ferropriva se consideró: 4) en una concentración de hemoglobina menor de 13.0 g/dl en varones y menor de 11.0 g/dl en mujeres; 5) la concentración globular media de hemoglobina menor de 31.0%, para ambos sexos, reafirmado con una observación microscópica de la morfología eritrocitaria que puede presentar microcitosis e hipocromía (35,54,55,56).

En las tablas 9 a la 14, se presentan los valores estimados en cada uno de los parámetros de la serie roja y de hierro como distribución de frecuencias, además se da el valor promedio (\bar{X}), la desviación estándar (D.E.) y la varianza (S^2) de cada parámetro para cada grupo de donadores en ambas muestras estudiadas.

En el grupo de 95 varones donadores profesionales se ve que 7 de ellos (7.37%), tienen valores individuales anormales en la concentración de hemoglobina, que es menor de 13.0 g/dl (tablas 7 y 9), un valor de hematocrito menor de 43.0 (tablas 7 y 10), una concentración globular - media de hemoglobina menor de 31.0% (tablas 7 y 11), una concentración de hierro sérico menor de 50.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (tablas 7 y 12), una capacidad total para fijar hierro mayor de 400.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (excepto el donador No. 1 que tiene un valor de 333 $\mu\text{g}/\text{dl}$; tablas 7 y 13), un índice de saturación menor de 15.0% (tablas 7 y 14) y, se observó en el frotis de su sangre periférica cierta proporción de eritrocitos microcíticos y ligeramente hipocrómicos. Por lo que de acuerdo al criterio establecido, presentan anemia ferropriva. Mientras, que 5 varones donadores profesionales (5.26%) tienen valores anormales en la concentración de hierro sérico, que es menor de 50.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y, un índice de saturación menor de 15.0% (tabla 7); - por lo que padecen deficiencia de hierro sin anemia.

En el grupo de 5 mujeres donadoras profesionales no se observan valores individuales anormales en los parámetros de la serie roja y de hierro (tabla 7).

En el grupo de 73 hombres donadores altruistas se ve que 2 de ellos (2.7%), presentan valores individuales anormales en la concentración de hemoglobina, que es menor de 13.0 g/dl (tablas 8 y 9), un valor de hematocrito menor de 43.0% (tablas 8 y 10), una concentración de hemoglobina globular media menor de 31.0%, una concentración de hierro sérico menor de 50 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (tablas 8 y 12), una capacidad total para fijar hierro mayor de 400 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (tablas 8 y 13), un índice de saturación menor de 15.0% (tablas 8 y 14) y, se observó en el frotis de su sangre periférica cierta proporción de eritrocitos microcíticos y ligeramente hipocrómicos. Por lo que en base al criterio establecido, presentan anemia ferropriva. Mientras que 3 varones donadores altruistas (4.1%), tienen valores anormales en la concentración de hierro sérico menores o iguales a 50 $\mu\text{g}/\text{dl}$, una capacidad total para fijar hierro mayor de 400 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y, un índice de saturación menor de 15.0% (tablas 8, 12, 13 y 14); por lo que sufren deficiencia de hierro sin anemia.

En el grupo de 27 mujeres donadoras altruistas, se ve que 3 de ellas (11.1%), presentan anomalía en los valores individuales de la hemoglobina, que es menor de 11.0 g/dl (tablas 8 y 9), un valor de hematocrito menor de 35.0% (tablas 8 y 10), una concentración globular media de

hemoglobina menor de 31.0% (tablas 8 y 11), una concentración de hierro sérico menor de 50.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (tablas 8 y 12), una capacidad total para fijar hierro mayor de 400.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (tablas 8 y 13), un índice de saturación menor de 15.0% (tablas 8 y 14) y, se observó en el frotis de su sangre periférica cierta proporción de eritrocitos microcíticos y ligeramente hipocrómicos. Por lo que se establece que padecen anemia ferropriva. -- Mientras que 2 donadoras (7.4%), presentan valores individuales anormales en la concentración de hierro sérico, que es menor de 50.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (tablas 8 y 12), un índice de saturación menor de 15.0% (tablas 8 y 14), una donadora presenta un capacidad total para fijar hierro mayor de 400.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (tablas 8 y 13); por lo que padecen deficiencia de hierro sin anemia.

Para establecer la existencia o inexistencia de diferencias, no de bidas al azar, entre los valores promedio obtenidos en cada uno de los parámetros de serie roja y de hierro de los grupos de hombres donadores profesionales y altruistas, se emplearán métodos de inferencia estadística como la prueba F (tabla 4), y la pruebas t (tablas 5 y 6), encontrándose que entre los valores promedio de ambos grupos de donadores sí hay diferencias estadísticamente significativas en el nivel de significancia del 5.0% ($P \leq 0.05$). No se realizó la comparación de los valores promedio de cada uno de los parámetros de la serie roja y de hierro entre los grupos de mujeres donadoras profesionales y altruistas por la diferencia existente en el tamaño de las muestras, además de que, las donadoras profesionales no presentarán valores anormales.

De acuerdo a los datos de este estudio, se encontró que el 7.4% de los hombres donadores profesionales, el 2.7% de los varones donadores altruistas y el 11.1% de las mujeres donadoras altruistas padecen anemia ferropriva. Mientras que el 4.1% de los varones donadores altruistas, el 5.3% de los hombres donadores profesionales y el 7.4% de las mujeres donadoras altruistas, se encontrarán deficientes en hierro sin presentar un grado de anemia. En las mujeres donadoras profesionales no se detectó carencia de hierro. Además, las determinaciones de los valores de los parámetros de hierro se pueden considerar confiables, debido a que ninguno de los donadores recibió, recientemente, transfusión de sangre, así como, no estaban recibiendo medicamentos por vía oral o parenteral, que como se sabe, aumentan la concentración de hierro sérico después de su administración (14,35).

En este estudio se encontró que existe una proporción de varones donadores profesionales anémicos (57%), que consumen alimentos del grupo II y III e ingieren con frecuencia bebidas alcohólicas, por lo que, más que a un aporte pobre de hierro, se deba su anemia a una mala absorción de nutrientes, pues el consumo frecuente de bebidas alcohólicas ocasiona alteraciones en la función normal del tracto gastrointestinal y del páncreas, dificultando y disminuyendo la absorción de ciertos nutrientes necesarios para la eritropoyesis como la vitamina B₁₂, ácido fólico, hierro orgánico e inorgánico y otros. Mientras que el resto de estos donadores anémicos (43%), consumen alimentos del grupo I y en menor proporción del grupo II, además no ingieren bebidas alcohólicas, - siendo quizá una causa de su carencia de hierro la ingesta insuficiente de nutrientes para la eritropoyesis. Además, como son donadores profesionales, las frecuentes extracciones de sangre que se les realizan sea otra probable causa que permite desarrollen anemia ferropriva, debido a que pierden de 200 a 250 mg de hierro y otros componentes orgánicos por cada donación, que posteriormente no recuperan en su totalidad por no seguir la terapia prescrita por el banco de sangre, quizá - por la irritación gástrica que ocasionan las sales de hierro (27,28,57, 58).

El 50% de los hombres donadores altruistas anémicos, ingieren con frecuencia bebidas alcohólicas y consumen alimentos del grupo II, siendo la posible causa de su déficit de hierro, una absorción disminuida de nutrientes por el grado de alcoholismo que presentan. El otro 50% - de estos donadores, consumen alimentos del grupo II y no ingieren bebidas alcohólicas, por lo que, la causa de su carencia sea quizá un aporte insuficiente de nutrientes esenciales para la eritropoyesis.

Un 40% de los varones donadores profesionales deficientes en hierro sin presencia de anemia, consumen alimentos del grupo I e ingieren bebidas alcohólicas, en base a esto, probablemente su deficiencia se deba a causas como mala nutrición y mala absorción por alcoholismo. Otro 40% de este grupo, ingieren con frecuencia bebidas alcohólicas y alimentos del grupo II, por lo que, quizás la causa de su estado sea una mala absorción de nutrientes por el grado de alcoholismo que padecen. El 20% restante de este grupo afectado, consume alimentos del grupo II y no ingiere bebidas alcohólicas, siendo la posible causa de su carencia un aporte insuficiente de nutrientes.

El 67% de los hombres donadores altruistas deficientes en hierro pero sin anemia manifiesta, ingieren con frecuencia bebidas alcohólicas y consumen alimentos del grupo II, por lo que, más que un inadecuado a porte de hierro, sea una de las causas de su padecimiento la mala absoro ción de nutrientes por alcoholismo. Mientras que el 33% de este grupo, consumen alimentos del grupo I y no ingieren bebidas alcohólicas, en base a ésto, quizás su carencia se deba a mala nutrición.

Un 67% de las mujeres donadoras altruistas anémicas, consumen alio mentos del grupo II, tuvieron de 3 a 5 embarazos con la presencia de 2 a 5 productos y no ingieren bebidas alcohólicas, siendo probablemente las causas de su anemia una ingesta insuficiente de hierro y una deficiencia crónica del mismo por sus embarazos, pues se conoce, que en un embarazo, parto y período de lactancia, la mujer pierde hasta 900 mg de hierro, que es una cantidad considerable y que en muchas ocasiones no recupera en su totalidad por diversos factores. El 33% restante de este grupo, no tuvieron embarazos, no ingieren bebidas alcohólicas y consumen alimentos del grupo II, por lo que, posiblemente una causa de su padecimiento sea un aporte insuficiente de hierro y otros nutrientes necesarios para la eritropoyesis. Además, aunque no se investigó aquí, se conoce que existen otros factores que favorecen la deficiencia de hierro en mujeres en edad reproductiva como la pérdida normal de sangre en el ciclo menstrual, la cual se ve aumentada por el uso del dispositio vo intrauterino y diversas anomalías del tracto genito-urinario coo mo el crecimiento de tejido fibroide, neoplasmas malignos, inflamación de la vejiga y vías urinarias. En condiciones normales, la mujer adulta elimina en promedio 40 ml de sangre por período, que contienen alreoedor de 17 mg de hierro (35,57).

Las mujeres donadoras altruistas detectadas deficientes en hierro, consumen alimentos del grupo II, no ingieren bebidas alcohólicas y no tuvieron embarazos, por lo que probablemente su carencia se deba a un aporte insuficiente de hierro y otros nutrientes esenciales para la eritropoyesis, así como, la pérdida normal o anormal de sangre por el ciclo menstrual. Además, aunque no se investigó en los donadores estudiados, se conoce que las pérdidas crónicas e intermitentes de sangre por el tracto gastrointestinal debido a gastritis, úlceras, hernia hiotal, hemorroides y neoplasma, es una causa frecuentemente común que produce deficiencia de hierro en hombres adultos y mujeres posmenopausicas (35).

En el grupo de mujeres donadoras profesionales no se detectó anemia ferropriva y deficiencia de hierro sin anemia. El 80% de ellas consume alimentos del grupo II y el 20% del grupo I; el 40% de las donadoras tuvieron de 6 a 8 embarazos con la presencia de 4 a 6 productos, - el 60% restante no tuvo embarazos; no ingieren bebidas alcohólicas. Por lo que en base a lo anterior, probablemente no presentaron carencia de hierro porque, más que a una buena alimentación, no suspendieron la terapia a base de sales de hierro prescrita por el banco después de cada extracción de sangre, además, como las donadoras que tuvieron embarazos tienen una edad de 36 a 38 años, quizás su último embarazo no fue reciente, lo que les permitió recuperar el hierro perdido.

GRUPO DE DONADORES PROFESIONALES DE SANUMA										Datos obtenidos en la encuesta aplicada		
No. de donador	Edad (años)	Sexo	Valores determinados en las pruebas hemáticas y séricas realizadas.			Hb (g/dl)	CTH (g/dl)	IS (%)	Total de padecidos en su vida	Grupo de Alimentos ingeridos en su dieta.	Ingerió bebidas alcohólicas.	
			Hb (g/dl)	Ht (%)	GMH (%)							
1	40	M	11.85	32.4	30.7	50	117	9.0	---	Grupo II	No	
2	32	M	11.85	38.4	30.1	44	438	10.0	---	Grupo II	SI	
3	40	M	11.7	35.5	30.4	45	440	10.2	---	Grupo I	No	
4	40	M	12.5	40.0	30.6	45	443	10.2	---	Grupo I	No	
5	26	M	12.4	41.0	30.2	45	443	10.4	---	Grupo II	SI	
6	26	M	12.5	41.0	30.2	46	446	10.6	---	Grupo III	SI	
7	20	M	12.9	42.0	30.7	47	452	10.9	---	Grupo I	No	
8	23	F	14.0	41.0	34.1	53	508	15.2	---	Grupo I	No	
9	37	M	14.0	45.0	32.6	48	351	15.2	---	Grupo II	SI	
10	32	M	14.0	45.0	32.6	54	355	15.2	---	Grupo I	No	
11	23	M	14.0	45.0	32.6	49	365	15.4	---	Grupo II	SI	
12	50	M	14.0	45.0	32.6	47	343	15.7	---	Grupo I	SI	
13	49	M	14.0	45.0	32.6	52	355	14.7	---	Grupo II	SI	
14	26	M	14.0	45.0	31.8	57	368	16.4	---	Grupo II	SI	
15	25	F	14.0	45.0	32.6	48	310	15.0	---	Grupo I	SI	
16	26	M	14.0	45.0	31.1	49	330	14.8	---	Grupo II	SI	
17	25	M	14.0	45.0	31.1	55	356	15.8	---	Grupo II	SI	
18	47	F	14.1	41.0	34.4	64	361	17.7	---	Grupo I	SI	
19	45	M	14.1	41.5	34.0	61	299	20.4	---	Grupo I	SI	
20	40	M	14.1	41.5	34.0	59	172.1	17.3	---	Grupo I	SI	
21	29	M	14.2	42.0	33.8	60	355	16.9	---	Grupo II	SI	
22	19	M	14.2	42.0	33.8	62	325	19.1	---	Grupo I	SI	
23	44	M	14.2	43.5	32.6	69	340	20.3	---	Grupo II	No	
24	33	M	14.3	43.5	31.4	69	352	20.8	---	Grupo II	No	
25	49	M	14.4	42.0	34.5	68	298	22.2	---	Grupo II	No	
26	29	M	14.4	41.5	34.7	67	287	23.3	---	Grupo II	No	
27	45	M	14.4	41.5	32.4	71	323	22.0	---	Grupo II	SI	
28	26	M	14.5	43.0	33.7	81	294	27.5	---	Grupo II	SI	
29	39	M	14.5	43.5	33.3	89	302	29.5	---	Grupo II	SI	
30	19	M	14.5	44.5	32.6	87	282	30.8	---	Grupo III	SI	
31	55	M	14.5	44.5	32.6	75	263	28.5	---	Grupo III	SI	
32	41	M	14.5	45.0	32.2	74	306	24.2	---	Grupo I	SI	
33	51	M	14.5	45.0	31.9	85	308	27.6	---	Grupo II	SI	
34	41	M	14.6	42.0	34.2	50	263	34.4	---	Grupo I	SI	
35	42	M	14.7	43.0	34.2	73	358	20.8	---	Grupo II	No	
36	45	M	14.7	43.0	34.2	69	300	23.0	---	Grupo II	SI	
37	26	M	14.7	43.5	33.8	64	356	18.0	---	Grupo II	SI	
38	42	M	14.7	43.5	33.8	65	276	23.6	---	Grupo II	SI	
39	26	M	14.7	44.0	34.0	152	40.0	152.0	---	Grupo II	SI	
40	56	M	14.8	44.0	33.6	53	350	15.1	---	Grupo II	SI	
41	34	M	14.9	43.0	34.7	60	293	20.5	---	Grupo III	SI	
42	51	M	14.9	43.0	34.7	58	315	16.4	---	Grupo II	SI	
43	45	M	14.9	43.0	32.4	60	361	16.6	---	Grupo II	No	
44	45	M	14.9	43.5	31.4	61	250	24.4	---	Grupo I	No	
45	54	M	15.0	46.0	32.6	106	292	36.3	---	Grupo II	SI	
46	29	M	15.0	46.2	32.5	85	279	30.5	---	Grupo II	SI	
47	28	F	15.0	46.5	32.2	67	284	23.6	---	Grupo III	SI	
48	57	M	15.0	46.5	33.7	67	268	25.0	---	Grupo II	SI	
49	49	M	15.1	46.0	33.4	85	325	22.1	---	Grupo I	No	
50	51	M	15.2	45.5	33.4	72	386	18.7	---	Grupo II	SI	
51	31	M	15.2	45.5	33.4	66	305	20.5	---	Grupo II	No	
52	35	M	15.2	46.5	32.7	89	395	22.5	---	Grupo III	SI	
53	29	M	15.2	46.0	34.0	70	365	19.2	---	Grupo II	SI	
54	29	M	15.3	46.0	33.0	73	340	23.4	---	Grupo III	SI	
55	31	M	15.3	47.0	32.6	98	378	25.9	---	Grupo I	SI	
56	32	M	15.4	45.0	34.2	68	294	23.1	---	Grupo II	No	
57	45	M	15.4	45.5	33.8	106	308	34.4	---	Grupo II	SI	
58	27	M	15.4	45.5	33.8	74	309	23.9	---	Grupo II	SI	
59	44	M	15.4	46.5	33.1	70	283	24.3	---	Grupo II	SI	
60	44	M	15.4	46.0	33.4	87	303	24.7	---	Grupo I	No	
61	45	M	15.4	46.5	33.1	70	299	25.1	---	Grupo III	No	
62	26	M	15.4	47.0	32.8	72	34.1	21.1	---	Grupo II	SI	
63	44	M	15.5	47.0	33.2	74	33.5	23.5	---	Grupo III	SI	
64	50	M	15.5	46.5	33.5	63	326	19.2	---	Grupo II	No	
65	37	M	15.5	46.0	32.5	64	250	25.6	---	Grupo II	SI	
66	43	M	15.5	49.5	31.3	77	270	28.5	---	Grupo II	SI	
67	39	M	15.5	49.5	31.2	92	359	25.6	---	Grupo III	SI	
68	38	M	15.7	44.5	35.3	78	285	27.4	---	Grupo II	SI	
69	38	M	15.7	46.5	33.4	94	314	29.7	---	Grupo II	SI	
70	27	M	15.7	47.5	33.0	83	315	26.3	---	Grupo II	No	
71	45	M	15.7	47.0	32.0	78	286	27.3	---	Grupo II	SI	
72	35	F	15.9	46.0	34.6	104	315	27.0	---	Grupo I	SI	
73	42	M	15.9	46.5	32.8	70	357	19.6	---	Grupo II	SI	
74	48	M	16.0	47.0	34.3	75	313	19.8	---	Grupo II	SI	
75	39	M	16.1	45.0	35.8	71	285	24.9	---	Grupo III	SI	
76	30	M	16.1	45.0	35.8	88	321	27.4	---	Grupo III	SI	
77	25	M	16.1	48.5	33.2	66	324	20.4	---	Grupo II	SI	
78	35	M	16.2	46.5	34.8	91	253	25.8	---	Grupo II	SI	
79	51	M	16.2	46.5	34.7	92	322	28.6	---	Grupo II	SI	
80	29	M	16.4	47.0	34.9	78	391	19.9	---	Grupo II	SI	
81	40	M	16.4	47.0	34.9	98	330	29.7	---	Grupo I	No	
82	35	M	16.4	49.5	33.1	58	366	15.6	---	Grupo II	No	
83	24	M	16.4	49.5	33.1	61	260	17.4	---	Grupo II	SI	
84	44	M	16.5	47.0	35.4	92	281	32.7	---	Grupo II	SI	
85	43	M	16.5	47.5	34.7	89	302	29.5	---	Grupo II	No	
86	49	M	16.6	47.5	34.9	73	320	22.8	---	Grupo II	SI	
87	37	M	16.6	48.0	34.6	70	263	26.6	---	Grupo II	SI	
88	51	M	16.6	50.0	33.6	76	276	27.5	---	Grupo II	SI	
89	34	M	16.9	47.5	35.6	69	290	23.8	---	Grupo III	SI	
90	25	M	16.9	49.5	34.1	71	333	18.5	---	Grupo II	No	
91	39	M	17.1	50.5	33.9	102	337	30.3	---	Grupo II	No	
92	29	M	17.2	50.5	34.1	77	304	25.3	---	Grupo III	No	
93	25	M	17.3	50.0	34.5	66	229	19.4	---	Grupo III	SI	
94	43	M	17.6	50.0	32.8	88	293	30.0	---	Grupo II	SI	
95	41	M	18.2	53.0	34.3	119	329	36.2	---	Grupo II	SI	
96	30	F	12.8	39.9	32.4	63	352	17.9	---	Grupo II	No	
97	37	F	13.5	42.5	31.8	34	353	15.4	---	Grupo II	No	
98	36	F	14.0	45.0	33.6	62	262	23.7	6	No		
99	36	F	14.7	42.0	35.0	69	309	22.3	8	No		
100	45	F	14.9	42.0	35.5	61	322	18.9	---	Grupo II	No	

Grupo I de alimentos.

- 1.- Productos vegetales:
 - a) Harinas de maíz y trigo.
 - b) Verduras en general.
- 2.- Frutas de estación.
- 3.- Cereales (fríjol y arroz)
- 4.- Productos animales:
 - a) Huevos de aves (gallina).
 - b) Consumo de leche y carne (roja o blanca), una vez por semana.

Grupo II de alimentos.

- 1.- Productos vegetales: (los mismos que el grupo I)
- 2.- Productos animales:
 - a) Huevos de aves (gallina), dos veces por semana.
 - b) Consumo de leche y carne (roja o blanca), dos veces por semana.

Grupo III de alimentos.

- 1.- Productos vegetales: (los mismos que el grupo I)
- 2.- Productos animales:
 - a) Huevos de aves (gallina).
 - b) Consumo de leche y carne (roja o blanca), tres o más veces por semana.

M = masculino. F = femenino. Hb = hemoglobina. Ht = hematocrito. GMH = concentración globular media de hemoglobina. Ht = hierro sérico. CTH = capacidad total para fijar hierro por la transferrina. IS = índice de sat.

Tabla 7.- Datos obtenidos mediante pruebas de laboratorio clínicas hemáticas séricas, y por encuesta de 100 donadores profesionales de sangre.

GRUPO DE DONADORES ALTRUISTAS DE SANGRE							DETAÑ OBTENIDOS EN LA ENCUESTA APLICADA				
No. de donador	Edad (años)	Sexo	Valores determinados en las pruebas hemáticas y séricas realizadas.					Total de Gestación	Grupos de Alimentos pre-gestación en su vida de lactantes	Grupos de Alimentos pre-gestación en su dieta	Ingesta bebidas alcohólicas
			Hb (g/dl)	Ht (%)	GMH (%)	HS (µg/dl)	CTPH (µg/dl)				
1	32	M	11.9	39.0	30.5	40	410	9.8	---	Grupo II	No
2	32	M	12.4	41.0	30.2	44	402	10.9	---	Grupo II	SI
3	40	M	13.0	42.5	30.6	46	411	11.2	---	Grupo I	No
4	32	M	13.1	43.5	30.1	47	423	11.1	---	Grupo II	No
5	31	M	14.0	44.0	34.1	64	344	18.0	---	Grupo II	SI
6	45	M	14.0	45.0	31.1	51	353	14.4	---	Grupo II	SI
7	36	M	14.0	45.0	31.1	52	351	13.6	---	Grupo III	No
8	32	M	14.0	45.0	31.1	50	353	12.4	---	Grupo II	SI
9	20	M	14.1	41.5	34.0	56	382	14.7	---	Grupo III	SI
10	26	M	14.2	44.5	33.4	52	355	14.6	---	Grupo III	SI
11	30	M	14.3	45.5	31.4	125	342	36.5	---	Grupo I	No
12	37	M	14.7	44.5	33.0	154	363	42.4	---	Grupo II	No
13	37	M	14.7	45.0	32.7	75	352	22.6	---	Grupo II	No
14	39	M	14.7	45.5	32.3	108	304	35.5	---	Grupo II	SI
15	50	M	14.8	44.5	34.8	70	293	17.8	---	Grupo II	SI
16	37	M	14.9	44.0	33.9	88	295	29.8	---	Grupo III	SI
17	27	M	14.9	47.0	31.7	71	274	25.9	---	Grupo II	No
18	25	M	15.0	44.0	34.1	96	350	27.4	---	Grupo II	No
19	24	M	15.0	46.5	34.3	67	304	22.0	---	Grupo II	No
20	45	M	15.1	46.5	32.5	68	275	24.7	---	Grupo II	No
21	32	M	15.3	45.0	34.0	67	250	26.6	---	Grupo II	No
22	39	M	15.3	45.5	33.6	113	287	39.4	---	Grupo II	No
23	40	M	15.3	46.0	33.3	76	270	28.1	---	Grupo II	SI
24	29	M	15.4	43.5	35.4	87	291	29.9	---	Grupo II	No
25	26	M	15.5	46.0	33.7	90	297	23.9	---	Grupo II	No
26	33	M	15.5	46.0	33.7	90	291	24.9	---	Grupo II	SI
27	44	M	15.5	46.0	33.7	115	297	38.7	---	Grupo II	No
28	25	M	15.6	47.0	33.2	70	261	26.8	---	Grupo II	SI
29	23	M	15.7	44.5	33.3	73	293	24.9	---	Grupo II	SI
30	32	M	15.7	46.5	33.6	99	258	38.4	---	Grupo II	No
31	37	M	15.7	47.5	33.1	87	281	31.0	---	Grupo III	SI
32	33	M	15.8	45.5	34.7	129	392	32.9	---	Grupo II	SI
33	33	M	15.8	47.0	33.6	112	330	33.9	---	Grupo III	SI
34	23	M	15.8	45.5	34.7	98	261	28.7	---	Grupo II	SI
35	33	M	15.9	45.5	34.9	115	341	36.4	---	Grupo II	No
36	24	M	15.9	46.0	34.6	114	300	36.9	---	Grupo I	No
37	23	M	15.9	46.5	34.2	110	298	36.9	---	Grupo II	SI
38	36	M	15.9	47.5	33.5	140	364	38.5	---	Grupo III	No
39	34	M	16.0	46.0	34.6	75	335	22.4	---	Grupo II	SI
40	21	M	16.0	44.0	33.3	69	312	22.1	---	Grupo II	SI
41	36	M	16.1	47.0	34.3	88	289	20.9	---	Grupo II	SI
42	45	M	16.1	47.0	34.3	79	253	31.2	---	Grupo I	SI
43	18	M	16.1	47.5	33.9	89	300	29.7	---	Grupo III	SI
44	32	M	16.2	46.0	33.2	85	290	29.3	---	Grupo II	SI
45	27	M	16.2	46.5	34.8	96	336	24.2	---	Grupo II	SI
46	31	M	16.2	47.5	34.5	135	311	40.1	---	Grupo II	SI
47	25	M	16.3	47.0	34.7	95	282	33.7	---	Grupo II	SI
48	30	M	16.3	47.0	34.7	85	281	30.2	---	Grupo II	No
49	35	M	16.4	47.0	34.9	77	297	27.8	---	Grupo II	No
50	43	M	16.4	48.0	34.2	96	339	28.3	---	Grupo III	SI
51	27	M	16.4	49.5	33.1	81	255	31.8	---	Grupo II	SI
52	36	M	16.4	49.5	35.1	73	340	21.5	---	Grupo II	SI
53	31	M	16.5	47.0	33.1	127	370	34.3	---	Grupo II	SI
54	32	F	16.6	47.0	33.3	109	380	28.7	---	Grupo II	SI
55	35	F	16.6	49.0	33.9	110	380	28.9	---	Grupo III	SI
56	21	M	16.8	49.5	33.9	85	275	30.9	---	Grupo II	No
57	34	M	16.8	51.5	32.6	78	337	23.1	---	Grupo II	SI
58	28	M	16.8	49.0	34.3	119	361	34.9	---	Grupo II	SI
59	24	M	17.0	49.0	34.7	109	323	33.7	---	Grupo II	SI
60	36	M	17.0	49.0	34.7	107	309	34.6	---	Grupo II	SI
61	37	M	17.2	49.0	33.1	123	293	42.0	---	Grupo III	SI
62	31	M	17.2	49.5	34.7	105	306	34.3	---	Grupo II	SI
63	34	M	17.2	50.0	34.4	77	297	31.7	---	Grupo II	SI
64	32	M	17.2	50.0	34.4	92	290	31.7	---	Grupo II	SI
65	47	M	17.2	50.5	34.1	136	291	47.4	---	Grupo III	SI
66	31	M	17.2	50.0	34.4	74	342	19.2	---	Grupo II	SI
67	24	M	17.3	50.0	34.6	68	313	21.7	---	Grupo II	SI
68	24	M	17.3	52.0	34.9	121	360	36.6	---	Grupo II	SI
69	32	M	17.3	53.5	32.3	101	308	32.8	---	Grupo III	No
70	38	M	17.5	51.5	34.0	70	350	20.0	---	Grupo II	No
71	40	M	18.2	52.5	34.7	(A)	(A)	(A)	---	Grupo II	No
72	31	M	18.5	52.5	33.2	136	356	38.2	---	Grupo II	No
73	31	M	18.5	53.0	34.9	121	360	33.6	---	Grupo II	SI
74	29	F	10.2	33.5	30.4	38	395	9.6	---	Grupo II	SI
75	38	F	10.5	34.5	30.4	43	399	10.8	---	Grupo II	No
76	35	F	10.8	35.0	30.0	44	407	10.8	---	Grupo II	No
77	29	F	11.7	37.5	31.2	46	409	11.2	---	Grupo II	No
78	37	F	12.2	39.0	31.3	49	367	13.4	---	Grupo II	No
79	32	F	12.4	38.0	32.6	52	395	13.2	---	Grupo I	No
80	20	F	12.4	38.5	32.2	76	295	25.8	---	Grupo II	No
81	30	F	12.9	39.5	32.7	62	293	21.2	---	Grupo II	SI
82	36	F	13.3	42.0	31.7	65	336	19.3	---	Grupo II	SI
83	37	F	13.4	40.0	33.3	104	323	32.4	2	Grupo II	No
84	31	F	13.5	41.0	34.7	68	270	25.2	---	Grupo II	No
85	32	F	13.8	40.6	34.5	61	339	17.9	4	Grupo II	No
86	20	F	13.9	40.0	34.5	65	366	17.8	---	Grupo II	No
87	37	F	14.0	45.0	31.1	55	352	15.6	---	Grupo II	No
88	39	F	14.1	45.0	31.3	125	385	32.4	6	Grupo II	No
89	35	F	14.5	45.0	31.4	68	338	19.6	2	Grupo II	No
90	35	F	15.4	44.5	34.6	74	363	21.8	11	Grupo II	No
91	25	F	14.4	45.0	32.0	72	271	26.6	---	Grupo III	No
92	29	F	14.5	43.5	33.3	136	372	37.1	3	Grupo II	No
93	49	F	14.5	42.5	34.1	114	328	35.4	---	Grupo II	No
94	40	F	14.7	42.0	35.1	83	337	24.6	---	Grupo III	No
95	29	F	14.8	43.5	34.0	84	262	32.1	3	Grupo II	No
96	44	F	15.3	43.0	33.6	64	264	24.2	6	Grupo II	No
97	25	F	15.9	47.0	33.8	85	300	28.3	---	Grupo III	No
98	24	F	16.0	47.0	34.0	90	340	26.5	3	Grupo II	No
99	21	F	16.1	47.0	34.2	83	254	32.4	---	Grupo III	No
100	49	F	16.1	48.5	33.2	81	332	24.4	---	Grupo II	No

(A) - Al donador No. 71, no se le determinó el HS, CTPH e IS, por suero lipéxico.

F - Femenino.

M - masculino.

Hb - hemoglobina.

Ht - hematocrito.

GMH - conc. globular media de hemoglobina.

HS - hierro sérico.

CTPH - capacidad de saturación por hierro por la transferrina.

IS - índice de saturación de la transferrina.

Grupo I de Alimentos }
 Grupo II de Alimentos } (ver al final de la tabla 5)
 Grupo III de Alimentos }

Tabla 8.- Datos obtenidos mediante pruebas de laboratorio clínico hemáticas-sér. Ica, y por encuesta de 100 donadores altruistas de sangre.

DETERMINACIONES DE LA CONCENTRACION DE HEMOGLOBINA EN DONADORES DE SANGRE

Hemoglobina (g/dl)	Profesionales						Altruistas					
	Hombres			Mujeres			Hombres			Mujeres		
	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relati- va Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acu- mulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Re- lativa Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acu- mulada
9.5-9.99	1	1.0	1.0	-	---	---	-	---	---	-	---	---
10.0-10.49	-	---	1.0	-	---	---	-	---	---	1	3.7	3.7
10.5-10.99	-	---	1.0	-	---	---	-	---	---	2	7.4	11.1
11.0-11.49	-	---	1.0	-	---	---	-	---	---	-	---	11.1
11.5-11.99	2	2.1	3.1	-	---	---	1	1.3	1.3	1	3.7	14.8
12.0-12.49	2	2.1	5.2	-	---	---	1	1.3	2.6	3	11.1	25.9
12.5-12.99	2	2.1	7.3	1	20.0	20.0	-	---	2.6	1	3.7	29.6
13.0-13.49	-	---	7.3	-	---	20.0	2	2.8	5.4	3	11.1	40.7
13.5-13.99	-	---	7.3	1	20.0	40.0	-	---	5.4	2	7.4	48.1
14.0-14.49	20	21.1	28.4	1	20.0	60.0	7	9.5	14.9	3	11.1	59.2
14.5-14.99	17	17.9	46.3	2	40.0	100.0	6	8.3	23.2	5	18.5	77.7
15.0-15.49	18	18.9	65.2	-	---	---	7	9.5	32.7	2	7.4	85.1
15.5-15.99	11	11.6	76.8	-	---	---	14	19.1	51.8	1	3.7	88.8
16.0-16.49	11	11.6	88.4	-	---	---	14	19.1	70.9	3	11.1	100.0
16.5-16.99	6	6.3	94.7	-	---	---	6	8.3	79.2	-	---	---
17.0-17.49	3	3.2	97.9	-	---	---	11	15.3	94.5	-	---	---
17.5-17.99	1	1.0	98.9	-	---	---	1	1.3	95.8	-	---	---
18.0-18.49	1	1.0	100.0	-	---	---	1	1.3	97.1	-	---	---
18.5-18.99	-	---	---	-	---	---	2	2.8	100.0	-	---	---
Valor Promedio (\bar{x}): (g/dl)	15.033			14.000			15.800			15.730		
Desviación Estándar (D.E.):	1.325			0.866			1.312			1.675		
Varianza (s^2):	1.750			0.750			1.721			2.806		

Tabla 9.- Distribución de la concentración de hemoglobina en sangre, el valor promedio (\bar{x}), la desviación estándar (D.E.), y la varianza (s^2), de dos grupos de donadores: 1) 100 donadores profesionales, siendo 95 hombres y 5 mujeres; y 2) 100 donadores altruistas, siendo 75 varones y 27 mujeres.

DETERMINACIONES DEL VALOR HEMATOCITO EN LOS DONADORES DE SANGRE												
Hematocrito (%)	Profesionales						Altruistas					
	Hombres			Mujeres			Hombres			Mujeres		
	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
32.0-32.9	1	1.0	1.0	-	---	---	-	---	---	-	---	---
33.0-33.9	-	---	1.0	-	---	---	-	---	---	1	3.7	3.7
34.0-34.9	-	---	1.0	-	---	---	-	---	---	1	3.7	7.4
35.0-35.9	-	---	1.0	-	---	---	-	---	---	1	3.7	11.1
36.0-36.9	-	---	1.0	-	---	---	-	---	---	-	---	11.1
37.0-37.9	-	---	1.0	-	---	---	-	---	---	1	3.7	14.8
38.0-38.9	2	2.1	3.1	-	---	---	-	---	---	2	7.4	22.2
39.0-39.9	-	---	3.1	1	20.0	20.0	1	1.4	1.4	2	7.4	29.6
40.0-40.9	1	1.0	4.1	-	---	---	-	---	1.4	3	11.1	40.7
41.0-41.9	6	6.3	10.4	-	---	---	3	4.1	5.5	1	3.7	44.4
42.0-42.9	7	7.4	17.8	4	80.0	100.0	3	4.1	9.6	3	11.1	55.5
43.0-43.9	15	15.8	33.8	-	---	---	2	2.7	12.3	3	11.1	66.6
44.0-44.9	7	7.4	41.2	-	---	---	5	6.9	19.2	1	3.7	70.3
45.0-45.9	14	14.7	55.9	-	---	---	11	15.1	34.3	4	14.9	85.2
46.0-46.9	14	14.7	70.6	-	---	---	11	15.1	49.4	-	---	85.2
47.0-47.9	12	12.6	83.2	-	---	---	14	19.2	68.6	3	11.1	96.3
48.0-48.9	4	4.2	87.4	-	---	---	2	2.7	71.3	1	3.7	100.0
49.0-49.9	6	6.3	93.7	-	---	---	9	12.3	83.6	-	---	---
50.0-50.9	5	5.3	99.0	-	---	---	5	6.9	90.5	-	---	---
51.0-51.9	-	---	99.0	-	---	---	2	2.7	93.2	-	---	---
52.0-52.9	-	---	99.0	-	---	---	3	4.1	97.3	-	---	---
53.0-53.9	1	1.0	100.0	-	---	---	2	2.7	100.0	-	---	---
Valor Promedio (\bar{X}):	45.158			41.6			46.842			41.774		
(%)												
Desviación Estándar (D.E.):	3.109			1.194			2.960			4.040		
Varianza (S^2):	9.666			1.425			8.763			16.320		

Tabla 10.- Distribución del valor de hematocrito, el valor promedio (\bar{X}), la desviación estándar (D.E.), y la varianza (S^2), de dos grupos de donadores: 1) 100 donadores profesionales, siendo 95 varones y 5 mujeres; y 2) 100 donadores altruistas, siendo 73 varones y 27 mujeres.

DETERMINACIONES DE LA CONCENTRACION GLOBULAR MEDIA DE HEMOGLOBINA EN DONADORES DE SANGRE

Concentración Globular Media de Hemoglobina (%)	Profesionales						Altruistas					
	Hombres			Mujeres			Hombres			Mujeres		
	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
30.0-30.49	4	4.2	4.2	-	---	---	2	2.7	2.7	4	7.5	7.5
30.5-30.99	3	3.1	7.3	-	---	---	2	2.7	5.4	1	3.7	11.2
31.0-30.49	6	6.3	13.6	-	---	---	4	5.5	10.9	5	13.5	24.7
31.5-31.99	2	2.1	15.7	-	---	---	1	1.3	12.2	1	3.7	28.4
32.0-32.49	9	9.5	25.2	2	40.0	40.0	2	2.7	14.9	2	7.5	40.0
32.5-32.99	15	15.8	41.0	-	---	40.0	3	4.1	19.0	3	11.1	51.7
33.0-33.49	11	11.6	52.6	-	---	40.0	9	12.3	31.3	2	7.5	59.2
33.5-33.99	11	11.6	64.2	1	20.0	60.0	11	15.1	46.4	2	7.5	66.7
34.0-34.49	13	13.7	77.9	-	---	60.0	15	20.6	67.0	4	14.0	81.5
34.5-34.99	13	13.7	91.6	-	---	60.0	17	23.4	90.4	3	11.1	92.6
35.0-35.49	4	4.2	95.8	1	20.0	80.0	7	9.6	100.0	1	3.7	96.3
35.5-35.99	4	4.2	100.0	1	20.0	100.0	-	---	---	1	3.7	100.0
Valor Promedio (\bar{X}):	33.265			33.660			33.703			32.930		
(%)												
Desviación Estándar (D.E.):	1.290			1.599			1.310			1.211		
Varianza (S^2):	1.651			2.558			1.717			1.426		

Tabla 11.- Distribución de la concentración globular media de hemoglobina, el valor promedio (\bar{X}), la desviación estándar (D.E.), y la varianza (S^2) en dos grupos de donadores: 1) 100 donadores profesionales, siendo 95 hombres y 5 mujeres; y 2) 100 donadores altruistas, siendo 75 varones y 27 mujeres.

DETERMINACIONES DE LA CONCENTRACION DE HIERRO SÉRICO EN DONADORES DE SANGRE												
Hierro sérico ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	Profesionales						Altruistas					
	Hombres			Mujeres			Hombres			Mujeres		
	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
70.0-79.9	1	1.0	1.0	-	---	---	-	---	---	1	3.7	3.7
80.0-89.9	11	11.6	12.6	-	---	---	4	5.6	5.6	4	14.8	18.5
90.0-99.9	9	9.5	22.1	1	20.0	20.0	5	6.9	12.5	2	7.4	25.9
100.0-109.9	23	24.2	46.3	4	80.0	100.0	6	8.3	20.8	7	25.9	51.8
110.0-119.9	25	26.3	72.6	-	---	---	15	20.8	41.6	3	11.1	62.9
120.0-129.9	13	13.7	86.3	-	---	---	9	12.5	54.1	5	18.5	81.4
130.0-139.9	7	7.4	93.7	-	---	---	9	12.5	66.6	1	3.7	85.1
140.0-149.9	4	4.3	98.0	-	---	---	7	9.7	76.5	1	3.7	88.8
150.0-159.9	1	1.0	99.0	-	---	---	6	8.3	84.6	1	3.7	92.6
160.0-169.9	-	---	99.0	-	---	---	5	6.9	91.5	1	3.7	96.3
170.0-179.9	-	---	99.0	-	---	---	3	4.2	95.7	1	3.7	100.0
180.0-189.9	-	---	99.0	-	---	---	2	2.9	98.6	-	---	---
190.0-199.9	1	1.0	100.0	-	---	---	1	1.4	100.0	-	---	---
Valor Promedio (\bar{X}): (μ : μ/dl)	71.553			61.8			89.611			72.370		
Desviación Estándar (D.E.):	18.460			5.357			25.985			27.669		
Varianza (S^2):	340.765			28.700			675.199			765.550		

Tabla 12.- Distribución de la concentración de hierro sérico, el valor promedio, la desviación estándar y varianza de dos grupos de donadores: 1) 100 donadores profesionales, siendo 95 hombres y 5 mujeres; y 2) 100 donadores altruistas, siendo 73 varones y 27 mujeres.

DETERMINACIONES DE LA CAPACIDAD TOTAL PARA FIJAR

HIERRO POR EL SUERO EN DONADORES DE SANGRE

Capacidad Total para Fijar Hierro por el suero ($\mu\text{g/dl}$)	Profesionales						Altruistas					
	Hombres			Mujeres			Hombres			Mujeres		
	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada									
250.0-264.9	6	6.3	6.3	1	20.0	20.0	6	8.3	8.3	3	11.1	11.1
265.0-279.9	6	6.3	12.6	-	---	20.0	5	6.9	15.2	2	7.4	18.5
280.0-294.9	14	14.7	27.3	-	---	20.0	13	18.1	33.3	1	3.7	22.2
295.0-309.9	12	12.6	39.9	1	20.0	40.0	10	13.9	47.2	2	7.4	29.6
310.0-324.9	9	9.5	49.4	1	20.0	60.0	3	4.2	51.4	2	7.4	37.0
325.0-339.9	10	10.5	59.9	-	---	60.0	6	8.3	59.7	5	18.6	55.6
340.0-354.9	12	12.6	72.6	2	40.0	100.0	8	11.1	70.8	2	7.4	62.8
355.0-369.9	11	11.7	84.2	-	---	---	6	8.3	79.1	3	11.1	74.0
370.0-384.9	4	4.2	88.4	-	---	---	6	8.3	87.4	1	3.7	77.7
385.0-399.9	5	5.3	93.7	-	---	---	4	5.6	93.0	4	14.9	92.6
400.0-414.9	-	---	93.7	-	---	---	4	5.6	98.6	2	7.4	100.0
415.0-429.9	-	---	93.7	-	---	---	1	1.4	100.0	-	---	---
430.0-444.9	6	6.3	100.0	-	---	---	-	---	---	-	---	---
Valor Promedio (\bar{X}): ($\mu\text{g/dl}$)	329.042			319.200			325.542			336.259		
Desviación Estándar (D.E.):	45.556			36.982			45.575			47.589		
Varianza (S^2):	2097.147			1367.700			2077.040			2264.738		

Tabla 13.- Distribución de la capacidad total para fijar hierro por el suero, el valor promedio (\bar{X}), la desviación estándar (D.E) y la varianza (S^2) de dos grupos de donadores: 1) 100 donadores profesionales, siendo 95 varones y 5 mujeres; y 2) 100 donadores altruistas, siendo 75 hombres y 27 mujeres.

DETERMINACIONES DEL INDICE DE SATURACION EN DONADORES DE SANGRE													
Indice de Saturación (%)	Profesionales						Altruistas						
	Hombres			Mujeres			Hombres			Mujeres			
	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	No. de casos	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	
9.0-10.9	7	7.4	7.4	-	---	---	2	2.8	2.8	3	11.1	11.1	
11.0-12.9	-	---	7.4	-	---	---	3	4.2	7.0	1	3.7	14.8	
13.0-14.9	6	6.3	13.7	-	---	---	4	5.6	12.6	2	7.4	22.2	
15.0-16.9	8	8.4	22.1	-	---	---	-	---	12.6	1	3.7	25.9	
17.0-18.9	7	7.4	29.5	3	60.0	60.0	2	2.8	15.4	2	7.4	33.3	
19.0-20.9	12	12.6	42.1	-	---	60.0	2	2.8	18.2	2	7.4	40.7	
21.0-22.9	9	9.5	51.6	1	20.0	80.0	6	8.3	26.5	2	7.4	48.1	
23.0-24.9	12	12.6	64.3	1	20.0	100.0	5	6.9	33.4	3	11.1	59.2	
25.0-26.9	8	8.4	72.7	-	---	---	5	6.9	40.3	4	14.8	74.0	
27.0-28.9	11	11.6	84.3	-	---	---	7	9.7	50.0	1	3.7	77.7	
29.0-30.9	9	9.5	93.8	-	---	---	7	9.7	59.7	-	---	77.7	
31.0-32.9	1	1.0	94.8	-	---	---	6	8.3	68.0	4	14.8	92.5	
33.0-34.9	1	1.0	95.8	-	---	---	8	11.1	79.1	-	---	92.5	
35.0-36.9	3	3.2	99.0	-	---	---	6	8.3	87.4	1	3.7	96.3	
37.0-38.9	-	---	99.0	-	---	---	4	5.6	93.0	1	3.7	100.0	
39.0-40.9	1	1.0	100.0	-	---	---	2	2.8	95.8	-	---	---	
41.0-42.9	-	---	---	-	---	---	2	2.8	98.6	-	---	---	
43.0-44.9	-	---	---	-	---	---	-	---	98.6	-	---	---	
45.0-46.9	-	---	---	-	---	---	-	---	98.6	-	---	---	
47.0-48.9	-	---	---	-	---	---	1	1.4	100.0	-	---	---	
Valor promedio (\bar{X}):	22.389			19.640			28.200			22.615			
(%)													
Desviación Estándar (D.E):	6.627			3.358			8.520			8.098			
Varianza (S^2):	43.913			11.278			72.583			65.577			

Tabla 14.- Distribución del índice de saturación de la transferrina sérica, al valor promedio (\bar{X}), desviación estándar (D.E) y varianza (S^2) de dos grupos de donadores: 1) 100 donadores profesionales, siendo 95 varones y 5 mujeres; y 2) 100 donadores altruistas, siendo 73 hombres y 27 mujeres.

CONCLUSIONES

- 1.- Existe mayor incidencia de anemia ferropriva en donadores profesionales que en donadores altruistas.
- 2.- Las mujeres sufren mayor incidencia de anemia y deficiencia de hierro sin anemia que los hombres, que se pueden relacionar con factores fisiológicos y nutricionales.
- 3.- Se detectó que el 7.4% de los varones donadores profesionales, el 2.7% de los hombres donadores altruistas y el 11.1% de las mujeres donadoras altruistas, presentan problemas de anemia ferropriva, que nos da una relación en el sentido de que los hombres donadores profesionales sufren mayor incidencia de anemia que los hombres donadores altruistas, además, que las mujeres donadoras altruistas padecen mayor incidencia de anemia que los varones donadores. Siendo quizás las causas de esta anemia: en donadores profesionales a extracciones frecuentes de sangre, mala absorción intestinal por alcoholismo y mala nutrición; en donadores altruistas a mala absorción intestinal por alcoholismo y mala nutrición y; en donadoras altruistas a factores fisiológicos y nutricionales.
- 4.- El 5.3% de los hombres donadores profesionales, el 4.1% de los varones donadores altruistas y el 7.4% de las mujeres donadoras altruistas, presentaron deficiencia de hierro sin problemas de anemia, por las características de sus índices hemáticos, que establece mayor incidencia de deficiencia de hierro sin presencia de anemia en varones donadores profesionales que en hombres donadores altruistas, además, que las mujeres donadoras altruistas sufren mayor incidencia de deficiencia de hierro sin anemia que los varones donadores.
- 5.- Las mujeres donadoras profesionales no presentaron anemia ferropriva ni deficiencia de hierro sin problemas de anemia, quizás por no suspender la terapia posdonación a base de sales de hierro ni haber tenido un embarazo recientemente.

ABREVIATURAS

Abreviaturas empleadas:

- 1.- Concentración de Hemoglobina (g/dl) =Hb
- 2.- Valor del Hematocrito (%) =Ht
- 3.- Concentración de Hierro Sérico ($\mu\text{g}/\text{dl}$) =HS
- 4.- Capacidad No Saturada para Fijar Hierro
por la molécula de transferrina ($\mu\text{g}/\text{dl}$) =CNSFH
- 5.- Capacidad Total para Fijar Hierro por
la molécula de transferrina ($\mu\text{g}/\text{dl}$) =CTFH
- 6.- Concentración Globular Media de Hemoglobina (%) =CGMH
- 7.- Índice de Saturación de la molécula de
transferrina (%) =IS

BIBLIGRAFIA

- 1.- HOUSSAY, B, A. Fisiología Humana. 5 ed, El Ateneo, Argentina, pp 10-19, 1980.
- 2.- CISCAR, R, F., FERRARAS, V, P. Diagnóstico Hematológico. Laboratorio y Clínica. Vol I, 3 ed, JIMS, España, pp 1-17, 1972.
- 3.- MOUNCASTLE, T, A. Medical Physiology. Vol II, 14 ed, The C. V. Mosby Co, U.S.A., pp 1126-1127, 1980.
- 4.- DAVIDSOHN, I. Diagnóstico Clínico por el Laboratorio. 6 ed, Salvat S. A., España, 1979.
- 5.- TAYLOR'S, B, E. Physiological Basis of Medical Practice. 9 ed, The Williams & Wilkins Co, U.S.A., pp (4-1)-(4-5), 1973.
- 6.- BORAL, L, T. "A guideline for anticipated blood usage during elective surgical procedures". Am. J. Clin. Pathol., 71: No. 6 680-684 (1979).
- 7.- MOLISON, P, L. Transfusión Sanguínea. La Prensa Médica Mexicana, - México, pp 71-77, 1955.
- 8.- GRINDON, A, J. "The hospital transfusion committee: Guidelines for improving practice". J.A.M.A., 254: No. 4 540-543 (1985).
- 9.- WOLF, C, F, W. "Blood bankin automation". J.A.M.A., 240: No. 9 853-854 (1978).
- 10.- FERRARI, J, R. "The use of incentives to increase blood donations". Journal of Social Psychology., 125: No. 6 791-793 (1985).
- 11.- RICHMOND, R, S. "Donating blood". J.A.M.A., 232: No. 7 753-754 (1975).
- 12.- LINARES, G, J. Inmunohematología Básica Aplicada en el Banco de Sangre. Litotec C. A., Venezuela, pp 73-81, 1976.
- 13.- BALLINGER, C, M. Transfusión Sanguínea. El Ateneo, Argentina, pp 1-16, 1974.

- 14.- VELA, A, M, A., PEREZ, O, E. El Servicio de Transfusión, Diseño, Organización y Manejo. Instituto Mexicano del Seguro Social, Delegación No. 1 Valle de México, Hospital de Traumatología Lomas Verdes, México, pp 1-15, 1985.
- 15.- ORGANO DEL GOBIERNO CONSTITUCIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. Diario Oficial de la Federación. Tomo CDXII No. 20, 1988.
- 16.- BAEZ, V, J. Hematología Clínica. 7 ed, Méndez O. F., México, 1981.
- 17.- HOFFBRAND, A, V., LEWIS, S, M. Haematology. William Heinmann Medical Books L.T.D., London, pp 391-395, 1975.
- 18.- CARLSON, R, E. "Screening of blood donors". J.A.M.A., 246: No. 11 1196 (1981).
- 19.- GOCKE, D. "A prospective study of posttransfusion hepatitis: The pole of Australia Antigen". J.A.M.A., 219: No. 9 1165-1170 (1972).
- 20.- PRINCE, A, M. "A serology study of cytomegalovirus infections associated with blood transfusions". N Engl J Med, 284: No. 20 1125-1131 (1971).
- 21.- CURREN, J, W. "Acquired immunodeficiency syndrome (AIDS) associated with transfusions". N Engl J Med, 310: No. 2 70-75 (1984).
- 22.- DAVIS, G, L. "Carboxyhemoglobin in volunteer blood donors". J.A.M.A., 230: No. 7 996-997 (1974).
- 23.- GREENWALT, T, J. "Safety of transfusions with blood from donors taking medication". J.A.M.A., 221: No. 8 923 (1972).
- 24.- OKUNO, T. "Anti-penicillin antibodies in transfused blood". J.A.M.A., 218: No. 1 95 (1971).
- 25.- BRANCH, D, R. "Allergic reaction to transfused cephalothin antibody". J.A.M.A., 241: No. 5 495-496 (1979).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 26.- RAFTOS, J. "Iron stores assessed in blood donors by hematofluorometry". Transfusión, 23: No. 3 226-228 (1983).
- 27.- MONSEN, E, R. "Iron balance in superdonors". Transfusión, 23: No. 3 221-225 (1983).
- 28.- SIMON, T, L. "Iron stores in blood donors". J.A.M.A., 245: No. 20 2038-2043 (1981).
- 29.- FIGUEROA, W, G. Hematology. Hohn Waley & Sons, U.S.A., pp 82-96, 1981.
- 30.- WHITE, A. Principios de Bioquímica. 4 ed, McGraw-Hill, México, 1979.
- 31.- BHAGAVAN, N, V. Biochemistry: A Comprehensive Review. J. B. Lippincott Company, U.S.A., 1974.
- 32.- HARRISON. Medicina Interna. Vol I, II, 5 ed, La Prensa Médica Mexicana S. A., México, 1985.
- 33.- SODEMAN, JR, W., SODEMA, T, M. Patología Clínica: Mecanismos de Producción de los Síntomas. 6 ed, Nueva Editorial Interamericana S. A. de C. V., México, pp 699-703, 1984.
- 34.- FAIRBANKS, V, F. Current Hematology. Vol I, John Wiley & Sons, U.S.A, pp 123-144, 1981.
- 35.- WILLIAMS, W, J. Hematology. 3 ed, McGraw-Hill Book Co., U.S.A., 1983
- 36.- EARL, F. Biochemistry of the elements. Florida State University, U.S.A., pp 278-299, 1980.
- 37.- PLATT, W, R. Color Atlas and Textbook of Haematology. J. B. Lippincott Co., U.S.A., pp 186-196, 1979.
- 38.- KAPFF, C, T., JAMES, H, J. Bloods: Atlas and Sourcebook of Hematology. Little Brown and Company, Boston, pp 30-31, 1981.

- 39.- COOK, J, D. Iron. Churchill Livinstone, U.S.A., pp 15-27, 1980.
- 40.- HERSHKO, D, C. "Diagnosis of iron deficiency anemia in a rural population of children. Relative usefulness of serum ferritin, red cell protoporphyrin, red cell indices, and transferrin saturation determinations". Am J. Clin. Nutr. 34: 1600-1610 (1981).
- 41.- TON, S, H. "Serum ferritin concentrations in male malaysian blood donors". Suteast Asian J. Trop. Med. Pub Hlth. 11: No. 1 87-89 (1980).
- 42.- PIOMELLI, S. "Rapid diagnosis of iron deficiency by measurremen of free erythrocyte porphyrins and hemoglobins: The FEP/Hemoglobin ra tio". Pediatrica. 57: No. 1 136-141 (1976).
- 43.- MAUREEN, B, P. "Laboratory testing in the porphyrias". International Journal of Dermatology. 18: No. 6 453-460 (1979).
- 44.- CARTWRIGHT, G, E. El Laboratorio en el Diagnóstico Hematológico. 4 ed, Científico Médica, España, 1973.
- 45.- ROMERO, G, M., MORALES, V, C. "Diagnóstico Serológico del SIDA". Información Científica y Tecnológica. 2: No. 132 32-32 (1987).
- 46.- ORGANO DEL GOBIERNO CONSTITUCIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. Diario Oficial de la Federación. Tomo CDXII No. 14, 1988.
- 47.- VIVES, J, L. "Método recomendado por el I.C.S.H. para la determinación de la concentración de hemoglobina en sangre". Comite Nacional de Estandarización en Hematología. 26:No. 6 1172-1178 (1981).
- 48.- VILLEGAS, A., ALVAREZ, S. "Método recomendado para la determinación del valor hematocrito". Comite Nacional de Estandarización en Hematología. 27: 99-104 (1982).
- 49.- JAWETZ, E. Manual de Microbiología Médica. 6 ed, El Manual Moderno S.A., México, pp 27, 1979.

- 50.- BEALE, R, N. "Improved rapid methods for the determination of iron content and binding capacity of serum". J. Clin. Path. 15: 156-160 (1962).
- 51.- BEALE, R, N. "Rapid incremental methods for the determination of serum iron and iron-binding capacity". J. Clin. Path. 14: 488-495 (1961).
- 52.- KREYSZING, E. Introducción a la Estadística Matemática: Principios y Métodos. Limusa S.A., México, 1978.
- 53.- MENDES, R, I., NAMIHIRA, G, D., MORENO, A, L., SOSA, M, C. El Protocolo de Investigación: Lineamientos para su Elaboración. Trillas, México, pp 139-149, 1984.
- 54.- COOK, J, D. "Evaluation of the iron status of a population". Blood, 48: 449-455 (1976).
- 55.- LISKER, R. "Frecuencia y características de la anemia en el medio rural mexicano". Rev. Invest. Clin. XV No. 1 29-42 (1963).
- 56.- ENGLAND, J, M. "Microcytosis, anisocytosis and the red cell indices in iron deficiency". Britis Journal of Haematology, 34: 589-597 (1976).
- 57.- BERKOW, R., TALBOTT, J, H. El Manual Merck de Diagnóstico y Terapéutica. 6 ed, Merck & Co. Inc., E.U.A., 1978.
- 58.- FINCH, C, A. "Iron nutrition and the fortification of food with iron". J.A.M.A., 219: No. 11 1462-1465 (1972).
- 60.- AYRES, G, H. Análisis Químico Cuantitativo. HARLA, S.A. DE C.V., México, pp 478-484, 1979.