

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**DEMOSTRACION DE LA DIFERENCIA DE LA VELOCIDAD DE  
ERITROSEDIMENTACION EN EXTRACCION BILATERAL,  
DEPENDIENDO EL ESTADO DE SALUD DEL INDIVIDUO**

Informe de Tesis

Presentado por:

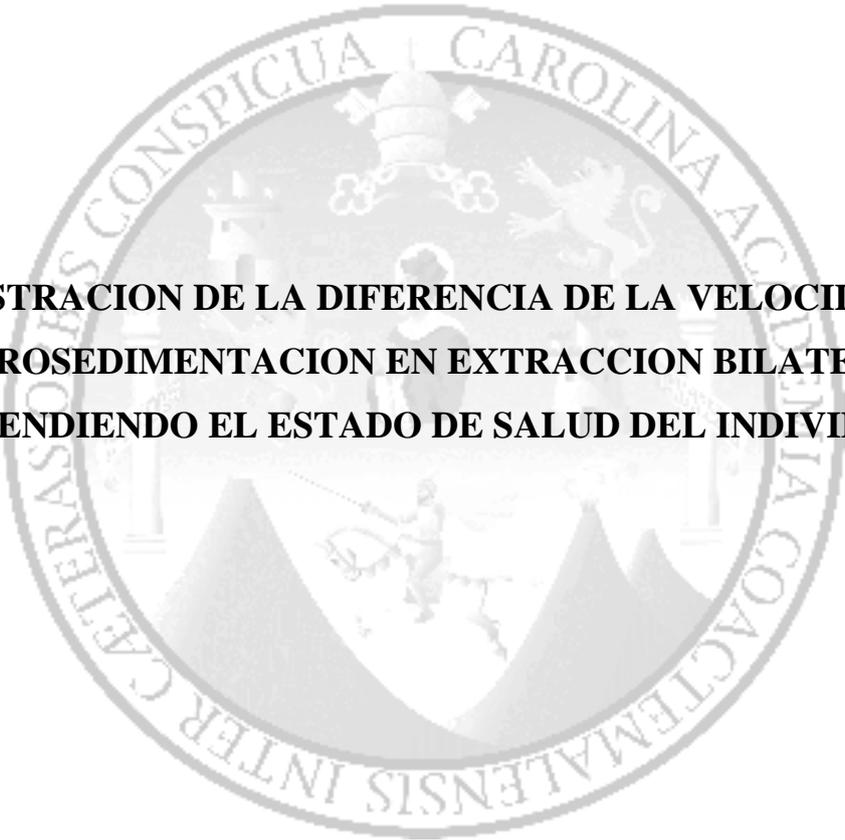
**Rina María Juárez Ponce**

Para optar el título de:

**QUÍMICA BIÓLOGA**

**Guatemala, mayo de 2006**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure holding a staff, surrounded by various symbols including a crown, a cross, and a lion. The Latin motto "CETERAS OMNES CONSPICUA CAROLINA ACUTISSIMA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**DEMOSTRACION DE LA DIFERENCIA DE LA VELOCIDAD DE  
ERITROSEDIMENTACION EN EXTRACCION BILATERAL,  
DEPENDIENDO EL ESTADO DE SALUD DEL INDIVIDUO**

**Rina María Juárez Ponce**

**QUÍMICA BIÓLOGA**

**Guatemala, mayo de 2006**

# INDICE

	Página
<b>I. RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>III. ANTECEDENTES</b>	<b>7</b>
<b>A. Definiciones</b>	<b>7</b>
1. Salud	7
2. La sangre	7
3. Electromagnetismo	9
4. Velocidad de eritrosedimentación	11
a. Principio	11
b. Método de Westergren	13
c. Factores que afectan la VES	14
<b>B. Estudios Realizados</b>	<b>17</b>
<b>IV. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>19</b>
<b>V. OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
<b>VI. HIPOTESIS</b>	<b>21</b>
<b>VII. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>22</b>
<b>A. Universo de Trabajo</b>	<b>22</b>
1. Muestra	22
<b>B. Recursos</b>	<b>22</b>
1. Humanos	22
2. Institucionales	22
3. Físicos	22
4. Metodología	23

<b>C. Diseño de la investigación</b>	<b>25</b>
<b>1. Muestra</b>	<b>25</b>
<b>2. Análisis de resultados</b>	<b>25</b>
<b>VIII. RESULTADOS</b>	<b>26</b>
<b>IX. DISCUSIÓN</b>	<b>32</b>
<b>X. CONCLUSIONES</b>	<b>35</b>
<b>XI. RECOMENDACIONES</b>	<b>36</b>
<b>XII. REFERENCIAS</b>	<b>37</b>
<b>X. ANEXOS</b>	<b>40</b>

# INDICE

	Página
<b>I. RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>III. ANTECEDENTES</b>	<b>7</b>
<b>A. Definiciones</b>	<b>7</b>
1. Salud	7
2. La sangre	7
3. Electromagnetismo	9
4. Velocidad de eritrosedimentación	11
a. Principio	11
b. Método de Westergren	13
c. Factores que afectan la VES	14
<b>B. Estudios Realizados</b>	<b>17</b>
<b>IV. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>19</b>
<b>V. OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
<b>VI. HIPOTESIS</b>	<b>21</b>
<b>VII. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>22</b>
<b>A. Universo de Trabajo</b>	<b>22</b>
1. Muestra	22
<b>B. Recursos</b>	<b>22</b>
1. Humanos	22
2. Institucionales	22

3. Físicos	22
4. Metodología	23
C. Diseño de la investigación	24
1. Muestra	24
2. Análisis de resultados	25
VIII. RESULTADOS	26
IX. DISCUSIÓN	32
X. CONCLUSIONES	35
XI. RECOMENDACIONES	36
XII. REFERENCIAS	37
X. ANEXOS	40

## I. RESUMEN

La salud es un proceso de completo bienestar físico, mental, emocional y social. El movimiento activo es la aparente manifestación de la vida, en donde la sangre tiene una composición uniforme en todo el cuerpo y establece un circuito en continuo movimiento, por medio de éste se crean fuerzas magnéticas por el hierro presente en la sangre, por lo que en un individuo clínicamente normal presenta datos homogéneos y similares en dos diferentes áreas de punción (1,2).

El método más común para el estudio de las propiedades físicas de la sangre es la Velocidad de Eritrosedimentación (VES). La simplicidad técnica de la medida de la VES ha hecho de ésta una de las pruebas de laboratorio más empleadas en la práctica clínica, ya que, a pesar de su carácter empírico e inespecífico, su variación es, casi siempre un signo de alteración orgánica o de enfermedad (6).

El propósito de esta investigación fue determinar la diferencia de la VES en extracción bilateral, dependiendo del estado de salud del paciente; y así introducir una nueva forma de diagnóstico. Si el paciente posee un estado de salud desequilibrado existirá una diferencia ente ambos brazos, aunque los valores se encuentren en el rango de referencia.

En el presente estudio se efectuó la determinación de la diferencia de la Velocidad de Eritrosedimentación (VES), en extracción bilateral de los pacientes, que acudieron al laboratorio clínico LABESA en el período comprendido de enero 2000 a diciembre 2005.

Se analizaron 800 pacientes de ambos géneros, de diferentes edades, entre 9 y 85 años. A dichos pacientes se les extrajo dos muestras de sangre, una de cada brazo; y se determinó la VES por el método estandarizado de Westergren, tomando en cuenta el adecuado control de calidad de las muestras.

Una vez obtenidos los resultados de la VES de ambos brazos, se procedió a efectuar el análisis estadístico para establecer la frecuencia de pacientes que tuvieron la VES alterada en ambos brazos, o en alguno de ellos, así como los que se encuentran con un valor equilibrado.

Se efectuó la prueba de hipótesis para demostrar que no existe diferencia significativa entre la media de presiones de ambos brazos. Lo que señala si se eleva más un brazo o el otro, o si ambos se elevan de igual manera. Lo cual indico que en las muestras obtenidas, se eleva tanto el brazo izquierdo como el derecho, discriminando así cualquier factor externo que pudiera influir en los resultados obtenidos.

Los valores de VES de los pacientes estudiados se clasificaron en normal (62%) o alterada (32%) de acuerdo a los valores de referencia del método de Westergren. Se analizaron los resultados por medio de frecuencias de los pacientes con diferencia entre ambos brazos de la VES, tanto con presencia (56%) como ausencia (18.5%) de algún padecimiento. Así como la VES equilibrada entre ambos brazos, indicando si presentaban (15.3%) o no alguna enfermedad (10.4%). Determinando así que el 56% de los pacientes estudiados presentó diferencia entre los valores de la VES de ambos brazos, al presentar alguna patología. Las enfermedades que se presentaron con mayor frecuencia fueron las siguientes: hipoglucemia (11%), obesidad (11%), inflamaciones (9%), estreñimiento (7%), alergias (6%), colón irritable (5%), migrañas (5%), diabetes (4%), gastritis (4%), cáncer (3%), hipertensión (3%), infecciones (2%), artritis (1%), depresión (1%) y otras (29%).

## II. INTRODUCCIÓN

La definición de salud dada por la OMS es: "El estado y/o proceso de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de enfermedades". La salud no debe considerarse sólo un estado sino un proceso para verla en su significado de movimiento y cambio (1).

El movimiento activo es la aparente manifestación de la vida. La sangre, líquido vital por excelencia, establece un circuito en continuo movimiento, por la rítmica impulsión del corazón. Ésta tiene una composición uniforme en todo el cuerpo, por lo que si en un individuo clínicamente normal obtenemos muestras de sangre en cualquier sitio de la superficie de la piel, las cantidades de los diferentes tipos celulares, van a ser sensiblemente homogéneas y similares con los datos obtenidos en la sangre venosa (2).

Las fuerzas magnéticas son producidas por el movimiento de partículas cargadas. En el ser humano el hierro contenido en la sangre es el principal conductor magnético del cuerpo. Ha sido demostrado que el campo magnético aunque fuese débil puede llevar a un estado excitado a los constituyentes celulares. Estas fuerzas pueden regular la estructura molecular de los genes, las hormonas, factores tróficos y enzimas, e influir en su orientación y disposición fisiológica (3,4,5).

El método más común para el estudio de las propiedades físicas de la sangre es la velocidad de eritrosedimentación (VES). Este proceso puede variar en diversas situaciones patológicas. La simplicidad técnica de la medida de la VES ha hecho de ésta una de las pruebas de laboratorio más empleadas en la práctica clínica, ya que, a pesar de su carácter empírico e inespecífico, su variación es, casi siempre un signo de alteración orgánica o de enfermedad (6).

El propósito del estudio fue determinar la diferencia de la velocidad de eritrosedimentación, en extracción bilateral dependiendo del estado de salud del paciente. Para tal propósito se analizarán las VES de pacientes que asistieron al laboratorio clínico LABESA durante el período del 2000 al 2005, utilizando el método de referencia de Westergren.

### **III. ANTECEDENTES**

#### **A. Definiciones**

##### **1. Salud**

La definición de salud dada por la OMS es: "El estado y/o proceso de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de enfermedades". La salud no debe considerarse sólo un estado sino un proceso, ya que si se define como un estado, se mira como algo estático, y pierde toda la visión dinámica y cambiante, que requiere el ser humano para permanecer vivo en el flujo de la vida misma. Mientras que un proceso ayuda a verla en su significado de movimiento y cambio (1).

En el ser humano existen billones de células, cada una con miles de millones de moléculas enzimáticas, que llevan a cabo miles de reacciones por segundo, en un sistema termodinámicamente abierto, esto es que intercambia materia, energía e información con su medio ambiente, con memoria genética e historia social, cultural y humana. Así que no puede ser la visión estática de estado, sino la dinámica de un proceso alejado del equilibrio, complejo y caótico determinista, con procesos adaptativos de autoecoorganización (1).

##### **2. La sangre**

El movimiento activo es la aparente manifestación de la vida. En los organismos unicelulares hay movimientos en la masa protoplasmática, lo que permite que se efectúen procesos vitales como: funcionamiento celular, absorción de los productos de alimentación, eliminación del material de deshecho y reproducción de la especie. En los seres multicelulares y con sistemas

especializados, a medida que se elevan en la escala zoológica, aparece el sistema circulatorio, que alcanza su mayor perfección en los vertebrados (2).

La sangre es el líquido vital por excelencia, el mejor medio de intercomunicación de tejidos y órganos, distribuye el oxígeno por medio de los glóbulos rojos, acarrea las sustancias necesarias para la nutrición, distribuye los productos de la secreción interna, permite la interrelación de los órganos entre sí, conduce a los sitios de excreción las sustancias catabólicas para ser arrojadas al exterior (2).

En su constante vaivén por un sistema de bombeo, por la complicada red de arriba a los tejidos y por los canales venosos de salida, se establece un circuito en continuo movimiento, por la rítmica impulsión del corazón (2).

Flujo sanguíneo significa simplemente el volumen de sangre que pasa por un punto determinado de la circulación en un período de tiempo dado. El flujo sanguíneo global en la circulación de una persona adulta en reposo es de 5 000 ml por minuto. Este es el llamado gasto cardiaco, porque constituye la cantidad de sangre impulsada por el corazón en la unidad de tiempo (7).

La sangre tiene una composición uniforme en todo el cuerpo, porque la circulación la mantiene en constante movimiento y agitación. Si en un individuo clínicamente normal obtenemos muestras de sangre en cualquier sitio de la superficie de la piel, las cantidades de los diferentes tipos celulares, van a ser sensiblemente homogéneas y similares con los datos obtenidos en la sangre venosa (2).

En las diversas enfermedades, los leucocitos circulan en un sistema de canales, que son los vasos sanguíneos, los que tienen su propia inervación por lo que sufren disminución o aumento de su calibre bajo el influjo nervioso. Dependiendo de las condiciones fisicoquímicas locales, se atraerán

específicamente a los lugares enfermos a determinada clase de leucocitos. Como los capilares están provistos de esfínteres que pueden retardar la circulación regional, estas variables determinan desigual distribución de los elementos figurados, los que aún en el supuesto de que fuesen inertes, presentarían, como constituyentes de una suspensión, variaciones locales ocasionadas por el diferente débito de tránsito, y su muestreo va a manifestar diferencias regionales de esas partículas inertes (2).

### **3. Electromagnetismo**

De manera general se plantea que el cuerpo humano es un verdadero universo de interacciones electromagnéticas de los organismos en conjunción con los aspectos biológicos a ellas asociados (3).

Las fuerzas magnéticas son producidas por el movimiento de partículas cargadas, como por ejemplo electrones, lo que indica la estrecha relación entre la electricidad y el magnetismo. El marco que une ambas fuerzas se denomina teoría electromagnética. La manifestación más conocida del magnetismo es la fuerza de atracción o repulsión que actúa entre los materiales magnéticos como el hierro. Sin embargo, en toda la materia se pueden observar efectos más sutiles del magnetismo (4, 8).

Las células sanguíneas más numerosas son los eritrocitos, ya que por cada  $\mu\text{L}$  de sangre hay aproximadamente 5 millones de eritrocitos. Para transportar oxígeno y dióxido de carbono de la circulación, cada eritrocito contiene aproximadamente 280 millones de moléculas de hemoglobina. Cada molécula de hemoglobina contiene 4 átomos de hierro. Este hierro contenido en la sangre es el principal conductor magnético del cuerpo (5,9).

El hierro en sistemas biológicos presenta diversos estados de oxidación, potenciales de reducción, propiedades magnéticas, grados de agregación, solubilidades, movibilidades, propiedades cinéticas y termodinámicas (10).

La importancia fisiológica de este débil campo magnético en la regulación de la estructura y función de los tejidos y células del cuerpo humano ha sido verificada en numerosas ocasiones por trabajos de investigación desarrollados con este fin. Se ha reportado que las fuerzas electromagnéticas, son esenciales para el mantenimiento de la integridad estructural y funcional del tejido humano, las células y los genes. También ha sido demostrado que el campo magnético aunque fuese débil puede llevar a un estado excitado a los constituyentes celulares. Estas fuerzas pueden regular la estructura molecular de genes, hormonas, factores tróficos y enzimas, e influir en su orientación y disposición fisiológica (3).

El equilibrio del campo electromagnético estimula la acción general de la normalización sobre los impulsos nerviosos, la circulación sanguínea y la dinámica muscular y de coordinación, así como mantiene la actividad inmunológica e intensifica la microcirculación (3).

Estudios previos acerca de la susceptibilidad magnética de la hemoglobina han ayudado a elucidar la estructura molecular y electrónica de los enlaces químicos en el grupo hemo dependiendo del estado oxidativo y de la unión del oxígeno al átomo de hierro (6).

Las uniones químicas del átomo de hierro entre el grupo hemo y la cadena de globina resultan de la unión con el oxígeno. En la hemoglobina desoxigenada las uniones son puramente iónicas, mientras que en el hierro oxigenado son más covalentes. También hay uniones iónicas entre el  $\text{Fe}^{3+}$  presente en la metahemoglobina, la protoporfirina, y la cadena de globina. Cada vez que el hierro se une por enlaces iónicos a la protoporfirina e histidina que lo rodea, se

nota la presencia de electrones libres. Como consecuencia, la hemoglobina desoxigenada y metahemoglobina contienen 4 y 5 electrones libres, respectivamente, por grupo hemo, haciendo a las moléculas de hemoglobina paramagnéticas (6).

#### **4. Velocidad de eritrosedimentación**

El método más común para el estudio de las propiedades físicas de la sangre es la velocidad de eritrosedimentación (VES), también conocida como la velocidad de sedimentación globular (11).

##### **a. Principio**

Si se deja reposar verticalmente un tubo de sangre con anticoagulante se observa que, después de algún tiempo, los eritrocitos sedimentan en su fondo, formándose dos fases que corresponden al plasma (parte superior) y a las células sanguíneas constituidas fundamentalmente por eritrocitos (parte inferior). Este proceso se denomina eritrosedimentación y la velocidad con que se realiza (VES) puede variar en diversas situaciones patológicas. La simplicidad técnica de la medida de la VES ha hecho de ésta una de las pruebas de laboratorio más empleadas en la práctica clínica, ya que, a pesar de su carácter empírico e inespecífico, su variación es, casi siempre, un signo de alteración orgánica o de enfermedad. Asimismo, debido a la frecuente correlación entre la VES y el grado de actividad de la enfermedad, su determinación resulta útil para seguir el curso evolutivo de ciertas afecciones, ya que a mayor VES mayor intensidad de la enfermedad (11,12).

El mecanismo por el cual se produce la eritrosedimentación no es aún bien conocido, aunque parece obedecer a interacciones electrostáticas entre la superficie de los eritrocitos y diversas proteínas del plasma que favorecen (fibrinógeno y globulinas) o disminuyen (albúmina) la agregabilidad de estas

células. Desde el punto de vista físico, este fenómeno depende de los factores siguientes:

1. Tamaño de los eritrocitos (Volumen Corpuscular Medio –VCM)
2. Diferencia de densidad entre los eritrocitos y el plasma
3. Viscosidad del plasma
4. Temperatura (11,13).

En la práctica clínica los aumentos importantes de la eritrosedimentación se producen cuando existen disminuciones marcadas del VCM (intensa microcitosis), de la concentración de hemoglobina (anemia intensa), o cuando aumenta la concentración plasmática de ciertas proteínas (11,13).

La VES se realiza en tres etapas:

1. Aglutinación de los eritrocitos con formación de agregados en forma de pilas e monedas (Rouleaux).
2. Sedimentación de los agregados a velocidad constante.
3. Acumulación de los eritrocitos en el fondo del recipiente (11,13).

De estas etapas, la más importante es la primera o de aglutinación, ya que de ella dependerá la velocidad del proceso de eritrosedimentación. Así, cuanto más pequeños sean los agregados, más lentamente se producirá la sedimentación y viceversa (11,13).

El mecanismo por el cual el fibrinógeno y las globulinas facilitan la aglutinación eritrocitaria no es aún bien conocido, aunque se cree que actúan disminuyendo la fuerza de repulsión que normalmente existe entre los eritrocitos debido a su energía superficial o potencial zeta. El potencial zeta es producido por una intensa carga negativa a nivel de la superficie de los eritrocitos, lo que explica que estas células se mantengan separadas. La intensidad del potencial zeta depende en gran medida de la composición proteica del plasma y especialmente de la relación entre las concentraciones de albúmina, globulinas y fibrinógeno. Así, mientras la albúmina tiende a aumentar el potencial zeta, las globulinas y sobre todo el fibrinógeno, tienden a disminuirlo. Ello obedece a que tanto el

fibrinógeno como las globulinas tienen un mayor peso molecular y una conformación menos esférica que la albúmina, lo que aumenta la constante dieléctrica del plasma y reduce el potencial zeta eritrocitario. La disminución del potencial zeta de los eritrocitos tiene como consecuencia una mayor tendencia de éstos a agregarse y formar las llamadas pilas de monedas. De acuerdo con este mecanismo, el valor normal de la VES resulta del equilibrio entre las principales proteínas plasmáticas (11, 14, 15).

Estas fuerzas repulsivas se neutralizan en forma parcial o total si hay aumento de la cantidad de proteínas plasmáticas con carga positiva; los eritrocitos sedimentan con mayor rapidez debido a la formación de agregados de eritrocitos o rouleaux. Las macromoléculas que pueden producir esta reacción son fibrinógeno, betaglobulinas e inmunoglobulinas patológicas (16).

#### **b. Método de Westergren**

El método de referencia para medir la VES es el de Westergren. En hematología se procura cada vez más el empleo de un único anticoagulante para todos los usos relacionados con la determinación de las llamadas magnitudes hematológicas generales. Por ello, dos organizaciones, el ICSH (Internacional Council for Standardization in Haematology) y el NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards) de Estados Unidos, proponen la utilización del método de Westergren estandarizado para el que se requiere sangre total tratada con EDTA (1.5mg/mL) (11).

#### **1. Procedimiento**

Utiliza una pipeta graduada de 0 a 200 mm; requiere sangre venosa con EDTA. La pipeta se llena hasta la señal de 200 mm y se coloca en un bastidor especial con unos sujetadores de muelle que mantienen el extremo inferior de la pipeta fuertemente sujeto contra la base de goma en posición vertical. La pipeta se deja en reposo por espacio de una hora (17).

## 2. Interpretación de la Velocidad de Eritrosedimentación

Los valores de referencia de la VES se expresan exclusivamente en mm/hora y varían fundamentalmente con el sexo y en cierto grado también con la edad. La VES constituye un reactante de fase aguda y existen numerosas situaciones patológicas con alteraciones proteicas del plasma que cursan con modificaciones de su valor (11, 18).

Tabla 1: Valores de referencia para VES

Edad	VES (mm/hr)
Niños	0 a 10
Hombres < 50 años	0 a 15
> 50 años	0 a 20
Mujeres < 50 años	0 a 20
> 50 años	0 a 30

Tomado de: Rodak, B. Hematología. Fundamentos y Aplicaciones Clínicas. 2da. Ed. Argentina: Editorial Panamericana S.A., 2005 XI+838p. (p. 169).

### c. Factores que afectan la Velocidad de eritrosedimentación

Estudios realizados demuestran que el factor determinante que acelera la sedimentación en presencia de enfermedad se encuentra en el plasma y no en el suero (19).

En consecuencia las proteínas que aumentan la VES son generalmente el fibrinógeno, la albúmina, las fracciones alfa y beta globulinas y todas las moléculas altamente asimétricas de gran tamaño y de alto peso molecular que se ligan a la membrana celular o que reducen el potencial Z, facilitando la formación de rouleaux. La fracción gamma globulina acelera la sedimentación en menor grado (19, 22).

En un individuo normal, la VES se mantiene constante gracias al equilibrio existente entre el efecto de la albúmina y el de las restantes proteínas plasmáticas, principalmente, fibrinógeno y globulinas (19).

La VES es una de las propiedades físicas de la sangre y, desde el punto de vista físico, constituye una medida de agregabilidad de los eritrocitos dependiendo fundamentalmente de los siguientes factores:

- Tamaño de los eritrocitos (volumen corpuscular medio)
- Diferencia de densidad entre los hematíes y el plasma
- Viscosidad plasmática (concentración de fibrinógeno y/o globulinas)
- Temperatura ambiente (19).

Estos factores se relacionan entre sí, considerando los eritrocitos como esferas suspendidas en un medio infinito a través de la ley de Stokes. Cuando ocurre un desequilibrio en la relación de estos factores incrementan los valores de la VES (19).

El oxígeno transferido de los glóbulos rojos al tejido en la microcirculación está afectado esencialmente por la interacción de la temperatura entre la hemoglobina y varios metabolitos, como es el hidrógeno,  $\text{CO}_2$ , y 2,3-difosfoglicéridos en la célula. En el proceso de oxigenación y desoxidación de la hemoglobina, el índice de la formación de rouleaux aumenta con el aumento del pH en una suspensión de eritrocitos y disminuye con la presencia de  $\text{CO}_2$ . Al elevar el pH aumenta el diámetro celular y el grosor disminuye (21).

El pH normal de la sangre es de 7.35 a 7.45. Sin embargo, un pH compatible con la vida oscila entre 6.8 y 7.7. La agregabilidad eritrocitaria está influenciada por el cambio de pH y cambios en el volumen corpuscular medio, ya que se cambian las propiedades elásticas de la membrana (21,22).

La inflamación se caracteriza por la síntesis de proteínas adhesivas incluyendo el fibrinógeno, gama globulinas, y otras macromoléculas que influyen en la agregabilidad eritrocitaria, lo que reduce la difusión vascular (20,23).

Los valores normales de la VES pueden estar afectados temporalmente por condiciones fisiológicas tales como:

- Sexo: En sujetos saludables, la VES es más alta en mujeres que en hombres.
- Edad: En ambos sexos ocurre un incremento de la VES con la edad, cuyo valor es significativo en cada década de vida del adulto. La VES está significativamente aumentada en hombres y mujeres de más de 60 años, aparentemente normales.
- Embarazo: La VES se ve acelerada a partir del segundo y tercer mes y en el puerperio.
- Ciclo menstrual: La menstruación normal no la modifica, excepto en los casos donde es irregular.
- Tratamiento con medicamentos: Anticonceptivos orales, penicilina, etc., la aumentan.
- Nivel de hemoglobina y hematocrito: La concentración baja de eritrocitos acelera la VES como ocurre en la anemia y una concentración elevada de éstas células la retarda (policitemia).
- Fumadores: En estos individuos se observan valores aumentados.
- Raza: Se describen valores ligeramente mayores para individuos de raza negra (19).

Otros factores que pueden influir:

- Factores geográficos: Estudios efectuados en una población de individuos jóvenes demostraron, que la altitud sobre el nivel del mar, es el factor

geográfico más importante que influye sobre la VES, disminuyendo su valor.

- Tiempo de almacenamiento de la sangre: El examen no debe retrasarse más de dos horas después de la extracción de la sangre, porque los eritrocitos tienden a ser esféricos con el reposo, produciendo un retraso en la VES.
- Temperatura: Debe ser controlada, porque un incremento de temperatura puede aumentar el valor de la VES, las crioaglutininas pueden retardarla (15,19).

Tabla 2 Factores técnicos capaces de modificar la VES (11)

Causas de aumento

Desviación de la verticalidad de la pipeta

Incremento de la longitud y diámetro de la pipeta

Elevación de la temperatura ambiente

Dilución de la sangre

Causas de disminución

Reducción del diámetro de la pipeta

Utilización tardía de la sangre (espécimen envejecido)

Cambio del anticoagulante

---

Tomado de: Vives, J y Aguilar, J. Manual de Técnicas de Laboratorio en Hematología. 2da. Ed. España: Editorial Masson, S.A, 2001. XXIV + 653p. (p.186).

## **B. Estudios realizados**

En Guatemala no se han realizado estudios similares. En México, el Dr. Luis Sánchez ha realizado un estudio relacionado con la Hematología Topográfica, en donde los valores hematológicos, en especial los glóbulos blancos, tienen valores alterados si se toman en las áreas afectadas de los pacientes. Los valores leucocitarios son diferentes dependiendo del lugar de la toma de muestra.

En la zona de la piel cercana al padecimiento se ven intensos cambios que pueden afectar a todas las variedades leucocitarias, en cuyo caso los estudios de hematología topográfica adquieren particular importancia (24).

## IV. Justificación

El conocimiento acertado de lo que sufre cada individuo, es la base fundamental para la conducta curativa, ya que no se repite para una enfermedad el mismo panorama patológico, si se hizo como es debido, un examen integral de cada paciente.

Los profesionales de la salud deben enfrentarse al reto de las crecientes expectativas del público. Por las mismas razones hay mayores exigencias de que los laboratorios clínicos utilicen sus recursos efectivamente y se desempeñen con calidad ejemplar. Nuestra actividad debe ser de excelencia de tal manera que cumpla con la evolución de los estándares científicos nacionales e internacionales.

En el presente estudio se realizara la determinación de la Velocidad de Eritrosedimentación en ambos brazos del paciente. Ésta es una prueba fácil, reproducible, sensible y de un costo bajo, que cualquier laboratorio puede ejecutar, para evaluar alguna alteración en el estado de salud que presente el paciente. Al poder demostrar la diferencia bilateral, se podrá introducir una nueva forma de diagnóstico, para determinar el estado de salud del paciente. Si el paciente posee un estado de salud desequilibrado existirá una diferencia entre ambos brazos, aunque los valores se encuentren en el rango de referencia. La metodología que se utilizará será la prueba estandarizada de Westergren.

## **V. Objetivos**

### **A. General**

Determinar la diferencia de la Velocidad de Eritrosedimentación (VES), en extracción bilateral dependiendo del estado de salud del paciente.

### **B. Específicos**

1. Relacionar la diferencia bilateral de la VES con alguna alteración en el estado de salud del paciente.

## **VI. Hipótesis**

El estudio no presenta hipótesis.

## VII. Materiales y Métodos

### A. Universo de Trabajo

El universo de trabajo está constituido por los pacientes que acudieron al laboratorio clínico y de referencia LABESA durante el período de enero 2000 a diciembre 2005.

#### 1. Muestra

Constituída por 800 pacientes que acudieron al laboratorio clínico y de referencia LABESA durante el período del 2000 al 2005.

### B. Recursos

#### 1. Humanos

- a. **Autor:** Br. Rina María Juárez Ponce
- b. **Asesoras:** Rina Claudet Ponce Cajas, Q.B.  
Alba Marina Valdés de García, Q.B.

#### 2. Institucionales

- a. Laboratorio Clínico LABESA.
- b. Departamento de Análisis Estadístico e Informática del Instituto de Investigaciones Químicas y Biológica –IIQB- Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

#### 3. Físicos:

##### a. Equipo:

- Agitador
- Pipetas de vidrio para Westergren
- Soporte para las pipetas

**b. Materiales:**

- Jeringas de 5 cc
- Alcohol al 70 %
- Algodón
- Tubos de vidrio con EDTA
- Contenedor para residuos contaminados
- Gradilla

**c. Otros**

- Agua destilada
- Cloro
- Detergente
- Guantes
- Bata de manga larga
- Papelería y útiles de oficina

**4. Metodología****1. Recolección de la muestra:**

- a. Las muestras fueron sangre completa con EDTA, como anticoagulante, de 800 pacientes con diferentes estados de salud que acudieron al laboratorio clínico y de referencia LABESA en el período de enero 2000 a diciembre 2005.
- b. Se extrajo sangre venosa (1-2 mL) y se mezcló bien con el anticoagulante en proporción exacta (variación +/- 5%) de 4 volúmenes de sangre por volumen de solución filtrada de anticoagulante. Una vez realizada la mezcla, la VES se determinó dentro de las 2 horas (si la mezcla se conserva a temperatura ambiente) o dentro de las 6 horas (si la mezcla se conserva a 4°C), posterior a su extracción.

## **2. Velocidad de eritrosedimentación por el método de Westergren**

- a. A partir de la muestra bien homogeneizada, se llena la pipeta de Westergren mediante un sistema de succión mecánico hasta que la sangre alcance el enrase o marca de 0 mm.
- b. Colocar la pipeta en el soporte procurando que quede estrictamente vertical. Debe vigilarse de modo especial la temperatura ambiente (entre 20 y 25 °C) o la presencia de vibraciones, la incidencia directa de la luz solar y otros factores capaces de modificar la VES. La pipeta debe permanecer en dicha posición durante un tiempo exacto de 60 min.
- c. Una vez transcurrido este tiempo, se lee la distancia entre la superficie del menisco de la columna eritrocitaria y la parte superior de la columna de sangre situada a nivel de la marca cero de la escala graduada. El valor de esta distancia, expresado en milímetros, corresponde al de la VES durante la primera hora (mm/hora). (11)

### **Interpretación de resultados**

La VES constituye un reactante de fase aguda y existen numerosas situaciones patológicas con alteraciones proteicas del plasma que cursan con modificaciones de su valor.

- Los valores que se encuentre dentro de los intervalos de referencia no indicarán alguna condición patológica.
- Los valores que se encuentren fuera de los intervalos de referencia indicaran alguna condición patológica.
- Los valores diferentes entre ambos brazos indicaran alguna condición patológica, encontrándose tanto dentro como fuera de los valores de referencia.

## **C. Diseño de la investigación**

### **1. Muestra:**

Constituída por 800 pacientes que acudieron al laboratorio clínico y de referencia LABESA durante el período de enero 2000 a diciembre 2005, que se realizaron una VES.

### **2. Análisis de resultados:**

- La investigación fue un estudio retrospectivo descriptivo.
- Se llenó una ficha clínica del paciente, que incluyó: edad, sexo, estado físico y estado emocional, así como el consentimiento por escrito del paciente, para participar en este estudio. (Anexo)
- Se determinó la frecuencia de pacientes que tienen la VES alterada en ambos brazos, o en alguno de ellos, así como los que se encuentran en equilibrio.
- Se analizó la Velocidad de Eritrosedimentación con el método de Westergreen, con las enfermedades más comunes que presenten los pacientes.
- Se estableció un rango de error de lectura de  $\pm 1$ .
- Se llevaron a cabo pruebas de hipótesis para demostrar la  $H_0$ : existe diferencia significativa entre la media de presiones de ambos brazos.

## VIII. Resultados

En el presente estudio se analizaron muestras de 800 pacientes, recolectadas en el Laboratorio Clínico LABESA, durante el período comprendido del 2000 al 2005. A cada paciente se le determinó la velocidad de eritrosedimentación, tanto del brazo derecho como del izquierdo, registrándose su edad, sexo, si presentaba alguna patología y los resultados de la VES de ambos brazos.

Tabla 1 *Pacientes estudiados para la determinación de la diferencia de la VES entre el brazo izquierdo y el derecho.*

Edad	Genero		Total
	Femenino	Masculino	
0-20	58 (7.25%)	21 (2.63%)	79 (9.88%)
21-30	113 (14.13%)	25 (3.13%)	138 (17.25%)
31-40	145 (18.13%)	48 (6.0%)	193 (24.13%)
41-50	129 (16.13%)	56 (7.0%)	185 (23.13%)
>50	149 (18.63%)	56 (7.0%)	205 (25.63%)
<b>Total</b>	<b>536 (74.25%)</b>	<b>264 (25.75%)</b>	<b>800 (100%)</b>

Fuente: Datos Experimentales

Se analizaron 536 pacientes mujeres, que corresponden al 74.25% y 264 pacientes hombres, que proporcionan el 25.75% del total de los casos estudiados. Con relación a la edad se presentaron pacientes entre los rangos de 9 a 85 años, en donde predominaron los pacientes entre 31 y 40 años (24.13%) y pacientes mayores de 50 años (25.63%).

Las muestras con una diferencia de +/- 1 de lectura en la velocidad de eritrosedimentación, se tomaron como muestras en equilibrio, tomando en cuenta un rango de error de lectura.

Tabla 2 *Frecuencia de la diferencia y el equilibrio de la VES entre el brazo izquierdo y derecho.*

Sexo	Aumento de la VES		VES
	Izquierdo	Derecho	equilibrada
Femenino	146 (18.25%)	260 (32.5%)	130 (16.25%)
Masculino	61 (7.63%)	129 (16.13%)	74 (9.25%)
Total	207 (25.88%)	389 (48.63%)	204 (25.5%)

Fuente: Datos Experimentales

En la tabla 2 se observa que 204 pacientes presentaron una VES equilibrada, mientras que el resto la tiene alterada, teniendo mayor alteración en el brazo derecho. Se realizaron pruebas de hipótesis para demostrar si existía diferencia significativa entre la media de presiones de ambos brazos, utilizando la prueba de t para dos muestras suponiendo varianzas iguales. El estadístico calculado para la diferencia entre el brazo izquierdo y derecho fue  $t = 0.78$ , lo que indica que no existe diferencia significativa entre ambos, ya que el dato es mayor que el valor  $p 0.05$ . Este dato sirvió para demostrar que se eleva tanto el brazo izquierdo como el derecho.

Tabla 3 *Frecuencia de la VES con valores alterados y normales dependiendo el sexo.*

Sexo	VES		Total
	Alterada	Normal	
Femenino	263 (32.88%)	273 (34.13%)	536 (67%)
Masculino	41 (5.13%)	223 (27.88%)	264 (33%)
Total	304 (38%)	496 (62%)	800 (100%)

Fuente: Datos Experimentales

En la tabla 3 se clasificaron los casos de VES según los valores de referencia correspondientes en normal o alterada. Se observa que el 62% de los casos se encuentran entre los valores de referencia tanto en hombres como en mujeres, mientras que el 38% se encuentran alterados, ya sea por la elevación del brazo izquierdo, del derecho o de ambos.

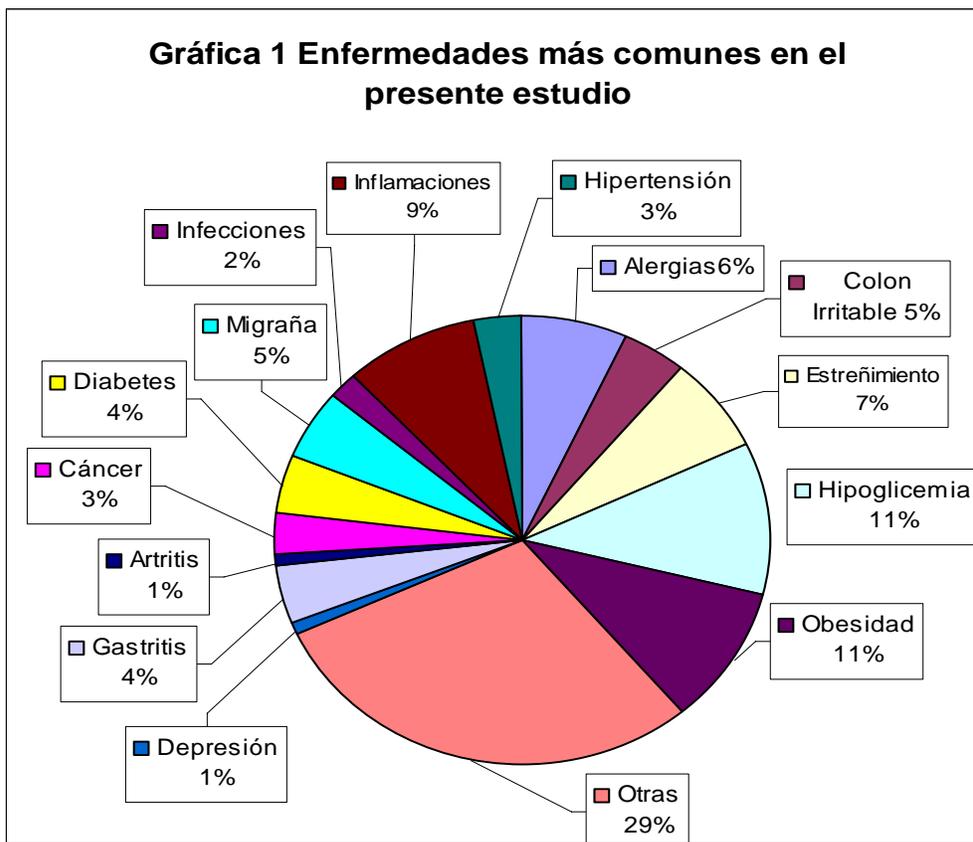
Tabla 4 *Frecuencia en la diferencia y el equilibrio de la VES respecto a la población estudiada dependiendo presencia o ausencia de enfermedad*

Edad	Sexo	Diferencia en la VES		VES en equilibrio	
		Con Patología n(%)	Sin Patología n(%)	Con Patología n(%)	Sin Patología n(%)
0-20	Femenino	36 (4.5%)	8 (1.0%)	4 (0.5%)	10 (1.25%)
	Masculino	7 (0.87%)	5 (0.63%)	2 (0.25%)	7 (0.88%)
21-30	Femenino	61 (7.63%)	24 (3.0%)	17 (2.13%)	11 (1.37%)
	Masculino	6 (0.75%)	7 (0.88%)	5 (0.63%)	7 (0.88%)
31-40	Femenino	92 (11.5%)	24 (3.0%)	19 (2.37%)	10 (1.25%)
	Masculino	19 (2.37%)	10 (1.25%)	12 (1.5%)	7 (0.88%)
41-50	Femenino	84 (10.5%)	26 (3.25%)	11 (1.37%)	8 (1.0%)
	Masculino	29 (3.63%)	10 (1.25%)	11 (1.37%)	6 (0.75%)
>50	Femenino	83 (10.37%)	26 (3.25%)	31 (3.87%)	9 (1.13%)
	Masculino	31 (3.88%)	8 (1.0%)	9 (1.13%)	8 (1.0%)
Total		448 (56%)	148 (18.5%)	121 (15.13%)	83 (10.37%)

Fuente: Datos Experimentales

En la tabla 4 se observa que de los 800 pacientes estudiados, se obtuvieron 448 muestras de VES alteradas con presencia de alguna patología, tanto de sexo femenino como masculino. Así como 148 muestras con una VES desequilibrada entre ambos brazos que no manifestaron alguna patología. Los pacientes que

presentaron una VES en equilibrio fueron menos, teniendo 121 muestras con presencia de alguna patología y 83 sanos.



Fuente: Datos Experimentales

De todas las enfermedades presentadas por los pacientes en este estudio, se destacan las siguientes: hipoglucemia (11%), obesidad (11%), inflamaciones (9%), estreñimiento (7%), alergias (6%), colón irritable (5%), migrañas (5%), diabetes (4%), gastritis (4%), cáncer (3%), hipertensión (3%), infecciones (2%), artritis (1%), depresión (1%) y otras (29%). Las enfermedades presentadas en el estudio que se relacionan a un estado emocional fueron la depresión (1%), el nerviosismo (0.9%) y el estrés (0.7%). (Gráfica 1)

En la tabla 5 se observa que de los 800 pacientes analizados, 569 presentaron alguna enfermedad, de los cuales el 59 % presentó una VES dentro de los valores de referencia y un 41 % con una VES patológica. El 79% de los pacientes presentó un desequilibrio en la VES.

Tabla 5 *VES en equilibrio y alterada, dependiendo el valor de referencia en pacientes que presentan patología*

		<u>Valores de Referencia</u>		
		Normales	Patológicos	Total
	Equilibrio	109 (19%)	12 (2%)	121(21%)
VES	Alterada	226 (40%)	222 (39%)	448 (79%)
	Total	335 (59%)	234 (41%)	569 (100%)

Fuente: Datos Experimentales

Tabla 6 *VES en equilibrio y alterada, dependiendo el valor de referencia en pacientes con ausencia de patología*

		<u>Valores de Referencia</u>		
		Normales	Patológicos	Total
	Equilibrio	77 (33%)	6 (2%)	83 (36%)
VES	Alterada	103 (45%)	45 (20%)	148 (64%)
	Total	180 (78%)	51 (22%)	231 (100%)

Fuente: Datos Experimentales

La tabla 6 señala que 231 pacientes no indicaron presentar alguna enfermedad. El 78% presenta valores normales de VES y el 22% valores anormales. Se observa que el 64% presento alterada la VES.

Se analizaron los valores de la VES con las patologías específicas que se presentaron con mayor frecuencia en el estudio. La tabla 7 señala que la mayoría de enfermedades se presentan con menor frecuencia cuando la VES se encuentra patológica y en equilibrio, no así cuando se encuentra patológica y en desequilibrio. La mayoría de las patologías estudiadas presentan una VES alterada, ya sea dentro o fuera de los valores de referencia (40% y 39% respectivamente), siendo la obesidad la enfermedad más afectada.

Tabla 7 Estado de la VES asociada a patologías específicas

	VES normal		VES patológica	
	Equilibrio n(%)	Alterada n(%)	Equilibrio n(%)	Alterada n(%)
Hipoglicemia	14 (2.5%)	28 (4.9%)	1 (0.2%)	17 (3%)
Obesidad	8 (1.4%)	25 (4.4%)	1 (0.2%)	25 (4.4%)
Inflamación	6 (1.1%)	21 (3.7%)	1 (0.2%)	25 (4.4%)
Alergias	11 (1.9%)	19 (3.3%)	0 (0%)	10 (1.8%)
Estreñimiento	7 (1.2%)	20 (3.5%)	1 (0.2%)	5 (0.9%)
Migrañas	7 (1.2%)	8 (1.4%)	0 (0%)	11 (1.9%)
Colon Irritable	4 (0.7%)	7 (1.2%)	1 (0.2%)	13 (2.3%)
Diabetes	1 (0.2%)	7 (1.2%)	1 (0.2%)	14 (2.5%)
Gastritis	4 (0.7%)	14 (2.5%)	0 (0%)	5 (0.9%)
Cáncer	2 (0.4%)	4 (0.7%)	2 (0.4%)	8 (1.4%)
Hipertensión	4 (0.7%)	6 (1.1%)	0 (0%)	5 (0.9%)
Infecciones	2 (0.4%)	4 (0.7%)	0 (0%)	4 (0.7%)
Artritis	0 (0%)	4 (0.7%)	0 (0%)	3 (0.5%)
Depresión	0 (0%)	3 (0.5%)	0 (0%)	3 (0.5%)
Otros	39 (6.9%)	60 (11.0%)	4 (0.7%)	71 (12.0%)
<b>Total</b>	<b>109 (19%)</b>	<b>226 (40%)</b>	<b>12 (2%)</b>	<b>222 (39%)</b>

Fuente: Datos Experimentales

## IX. Discusión

La velocidad de eritrosedimentación es el método más común para el estudio de las propiedades físicas de la sangre. A pesar de ser un parámetro no específico, puede ayudar al médico para el diagnóstico y seguimiento de muchas enfermedades.

Con respecto al género de los pacientes estudiados en la presente investigación, hubo una marcada diferencia entre hombres y mujeres (25.75% y 74.25% respectivamente), mientras que las edades de dichos pacientes se encuentran igualmente distribuidas entre cada género. Para el análisis de datos, de conformidad con los objetivos planteados en la presente investigación, no se realizó ninguna diferencia entre grupo etáreo, género, presencia o ausencia de enfermedad, debido a que el análisis se basó en determinar la frecuencia de pacientes que tienen la VES alterada o en equilibrio entre ambos brazos.

Por medio de las pruebas de hipótesis, se comprobó que no había una diferencia significativa entre la media de presiones entre ambos brazos, lo cual indica que en la población estudiada el desequilibrio de la VES puede observarse en forma independiente en brazo derecho o izquierdo, y no se encuentra influenciada por factores físicos extrínsecos.

El 62% de los pacientes presentaron un valor normal de la VES, de acuerdo con los valores de referencia establecidos en la literatura, lo cual indica que el paciente puede presentar alguna alteración en su organismo sin manifestar un aumento patológico en la VES. (Tabla 3)

Para evaluar la utilidad diagnóstica de la velocidad de eritrosedimentación en extracción bilateral, se clasificaron los casos, dependiendo el valor obtenido, si había diferencia o no, así como la presencia o ausencia de enfermedad.

El 56 % de las muestras estudiadas presentaron diferencia de la VES en ambos brazos al presentar alguna patología, lo cual concuerda con lo establecido en la teoría. Esta mayoría indica que tienen alguna alteración orgánica o enfermedad, debido a que las fuerzas electromagnéticas producidas por el hierro, se concentran en el área afectada, alterando así la VES (2,3). (Tabla 4)

También se observa que el 10.4% de los pacientes presentaron una VES en equilibrio, o sea valores iguales entre el lado izquierdo y el derecho; y al mismo tiempo no presentaron alguna patología. Estos pacientes se presentan al laboratorio para realizarse algún monitoreo. Esto indica que esta muestra se encuentra saludable, según lo definido por la OMS "Estado y/o proceso de completo bienestar físico, mental y social" (1).

Sin embargo, se observa que un 15.3% de los pacientes analizados presentan una VES equilibrada, pero presentan alguna enfermedad. Dentro de este porcentaje, el 19% presentó una VES equilibrada dentro de los valores de referencia y un 2% patológica. Estos casos representan a pacientes que teniendo alguna afección física en su organismo, pueden encontrarse en equilibrio con su estado mental y/o emocional (1), según lo establecido en este estudio. Debido a la polaridad creada por el movimiento sanguíneo y por su constante recorrido por todos los órganos, se muestra así que el trastorno físico se encuentra latente, sin producir alguna diferencia en la VES (2,3). (Tabla 4)

De los pacientes analizados en este estudio, el 18.5 % presentó una VES diferente entre ambos brazos, pero no manifiestan ninguna enfermedad. Dentro de este porcentaje, el 45% se encontró dentro de los valores de referencia, mientras que el 20% su valor fue patológico. Teniendo en cuenta que la sangre es un fluido altamente rico en hierro crea una polaridad en el organismo, al encontrarse en continuo movimiento. En el caso de estos pacientes, la anomalía en la VES, podría considerarse a un desequilibrio emocional, mental

y/o social, y no presentar ninguna manifestación clínica, como síntomas o signos, o ningún diagnóstico concluyente (2,3,6).

Con lo anteriormente analizado se observó que el desequilibrio en la VES fue mayor en pacientes patológicos que en pacientes sanos. Indistintamente de las enfermedades que presentaron los pacientes, la alteración de la VES se encontró tanto en valores de referencia como en valores patológicos.

Un desequilibrio en la VES no necesariamente tiene que manifestarse en una patología física, sino también puede ser mental, social y/o emocional. Siendo la VES un análisis pionero y sencillo, por el cual se determinan una serie de situaciones que pueden estar afectando al individuo.

Los resultados obtenidos tienen concordancia con los estudios de hematología topográfica, en donde se realizan tomas de muestras en zonas de la piel cercanas al padecimiento y se observan intensos cambios en los leucocitos. En los estudios del doctor Sánchez (2) se analizan tipos celulares mientras que en la presente investigación se analizaron las características físicas de la sangre utilizando la prueba de VES, en donde también se observan diferencias en la sangre, tomando a cada paciente dos puntos de extracción diferentes, cuando manifiestan algún padecimiento.

## **X. Conclusiones**

- A. La velocidad de eritrosedimentación presenta diferencia en extracción bilateral cuando el paciente tiene alterado su estado de salud.
- B. No hay diferenciación entre la elevación del brazo izquierdo o del derecho. Se puede elevar tanto uno como el otro.
- C. Los pacientes que presentaron diferencia en la VES pueden tener alguna alteración tanto física, como mental, emocional y/o social.

## **XI. Recomendaciones**

- A. Que se realicen estudios en donde se analice por separado enfermedades determinadas y el comportamiento de la VES en cada una.
  
- B. Monitorear pacientes sin enfermedad, pero que presentan diferencia entre la extracción bilateral de la VES con el fin de descifrar que tipo de alteración en su estado de salud presenta (física, social, mental o emocional).
  
- C. Realizar estudios donde intervengan mayores enfermedades de origen emocional y/o mental, y monitorear las VES en dichas afecciones.

## XII. Referencias

1. Payán J. La medicina biológica, una medicina no comprometida. 10ª Edic. 1993 Particular. 268
2. Sánchez Yllades, L. Vida, Ciencia, Sangre y Salud. México. Editmex. 1983; 260p. (p.16-19)
3. Zayas, D. Magnetoterapia, su Aplicación en Medicina. Revista Cubana Med Milit. 2001 30(4): 263-71.
4. Echeverria, R. Electricidad y Magnetismo. LEND – U.N. Comahue. 2000: 10.
5. Macklis, R. Magnetic Healing, Quackery, and the Debate about the Health Effects of Electromagnetic Fields. Ann of Int Med. 1993 Mar 118 (5): 376-383.
6. Zborowski, M. *et al.* Red Blood Cell Magnetophoresis. Biophysical Journal. 2003 Apr 84: 2638-2645.
7. Guyton, Arthur. Tratado de Fisiología Médica. 8va. Ed. México: Nueva Editorial Interamericana McGraw-Hill, 1991. XV+1063p. (p. 154-162).
8. Higashi T, *et al.* Orientation of Erythrocytes in a Strong Static Magnetic Field. J Blood. 1993 Aug 82 (4): 1328-1334.
9. García, S. Manual de Hematología. Guatemala. LABOLCLIP. Doc. Tec. 2002: 5-7.
10. Gary, M. Noninvasive measurement of iron: report of the NIDDK workshop. J. Blood. 2003 Jan 101 (1): 15-19.

11. Vives, J y Aguilar, J. Manual de Técnicas de Laboratorio en Hematología. 2da. Ed. España: Editorial Masson, S.A, 2001. XXIV + 653p. (p.183-187).
12. van der Weijden T, *et al.* Identifying relevant diagnostic studies in Medline. The diagnostic value of the erythrocyte sedimentation rate (ESR) and dipstick as an example. Family Practice. 1997, 14 (3): 204-208.
13. McKenzey, S. Hematología Clínica. 2da Ed. México: Editorial El Manual Moderno S.A., 2000; XXIX+875p.
14. Fabry T. Mechanism of Erythrocyte Aggregation and Sedimentation. J Blood. 1987 Nov 70 (5): 1572-1576.
15. Henry, John Bernard. Diagnóstico y Tratamiento Clínicos por el Laboratorio. 9na Ed. España: Editorial Masson S.A., 2000; VII+1509p.
16. Rodak, B. Hematología. Fundamentos y Aplicaciones Clínicas. 2da. Ed. Argentina: Editorial Panamericana S.A., 2005; XI+838p. (p. 168-170).
17. Arreola, A. Comparación del Método Automatizado Test-1 Analyzer® con el Método Manual de Westergren para medir la Velocidad de Sedimentación Eritrocitaria en Pacientes que acuden al Centro Médico Militar (tesis de graduación: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 2005; 7-9.
18. Möning H, *et al.* Limited Value of elevated erythrocyte sedimentation rate as an indicator of malignancy. Family Practice. 2002, 19(5): 436-438.
19. Galicia, O. Establecimiento de Valores de Referencia del Método Test-1 Analyzer® para determinar la Velocidad de Eritrosedimentación en una Población Universitaria (tesis de graduación: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 2005; 5-7.

20. Samocha-Bonet D, *et al.* Enhanced Erythrocyte Adhesiveness/Aggregation in Obesity Corresponds to Low-Grade Inflammation. *Obesity Research*. 2003 Mar 11 (3): 403-407.
21. Cicha I, *et al.* Changes of RBC aggregation in oxygenation-deoxygenation: pH dependency and cell morphology.
22. Pauling, L. Magnetic properties and structure of oxyhemoglobin. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1977 Jul 74(7): 2612-2613.
23. Natali A, *et al.* Erythrocyte sedimentation rate, coronary atherosclerosis, and cardiac mortality. *European Heart Journal*. 2003, 24: 639-648.
24. Sánchez L, Cruz R. *Hematología Topográfica. Su Importancia en la Patología Clínica*. México: Editorial Salvat. 1992; XV+151p.

### **XIII. ANEXOS**

## Ficha Clínica del Paciente

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: M \_\_\_\_\_ F \_\_\_\_\_

### Estado de Salud:

- |   |    |    |
|---|----|----|
| ✓ Presenta alguna enfermedad crónica:     | SI | NO |
| ✓ Presenta alguna enfermedad aguda:       | SI | NO |
| ✓ Presenta alguna sintomatología:         | SI | NO |
| ✓ Presenta algún desequilibrio emocional: | SI | NO |

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Resultado Velocidad de Sedimentación:

Brazo Izquierdo: \_\_\_\_\_ mm/hora

Brazo Derecho: \_\_\_\_\_ mm/hora

Esta de acuerdo con participar con el estudio “Demostración de la diferencia de la Velocidad de Eritrosedimentación en extracción bilateral, dependiendo el estado de salud del individuo.

FIRMA: \_\_\_\_\_