


Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ciencias Médicas

Escuela de Estudios de Postgrado

The seal of the Universidad de San Carlos de Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red and white dress, possibly a saint or a historical figure, seated on a throne. Above her is a golden crown. The background is light blue with a green base. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "SIBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER".

**VOLUMEN SANGUÍNEO EXTRAÍDO DURANTE LA ESTANCIA  
EN UNIDAD DE TERAPIA INTENSIVA Y SU REPERCUSIÓN EN  
LA HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO**

**KARLILY JUDITH YAPUR RAMIREZ**

Tesis

Presentada ante las autoridades de la Escuela de Estudios de Postgrado  
de la Facultad de Ciencias Médicas Maestría en Pediatría  
Para obtener el grado de Maestra en Pediatría

Febrero 2014



# Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**HACE CONSTAR QUE:**

La Doctora: Karily Judith Yapur Ramírez

Carné Universitario No.: 100017997

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestra en Ciencias en Pediatría, el trabajo de tesis **"Volumen sanguíneo extraído durante la estancia en unidad de terapia intensiva y su repercusión en la hemoglobina y hematocrito"**.

Que fue asesorado: Dra. Sofia Beatriz Posadas Gutiérrez

Y revisado por: Dr. Willy Leonel Menéndez Nieves

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para febrero 2014.

Guatemala, 27 de enero de 2014



**Dr. Carlos Humberto Vargas Reyes, MSc.**

Director  
Escuela de Estudios de Postgrado



**Dr. Luis Alvedo Ruiz Cruz MSc.**

Coordinador General  
Programa de Maestrías y Especialidades

flamo

Escuintla 19 de septiembre de 2013

Doctor

Willy Menéndez Nieves.

Maestría en pediatría.

Hospital Regional Escuintla.

Por este medio le envío el informe final de Tesis "Volumen sanguíneo extraído durante la estancia en Unidad de Terapia Intensiva y su repercusión en la Hemoglobina y Hematocrito" perteneciente a la Dra. Karlily Judith Yapur Ramirez, el cual ha sido revisado y APROBADO.

Sin otro particular, de usted deferentemente.

"IS Y ENSEÑAD A TODOS"

Dra. Sofía Posadas  
PEDIATRA  
Col. 12.931



colegiado 12,931

Dra. Sofía Beatriz Posadas Gutiérrez

ASESORA

Pediatra

Hospital Regional Escuintla

Escuintla 19 de Septiembre de 2013

Doctor  
Luis Alfredo Ruiz Cruz  
COORDINADOR GENERAL  
Programas de Maestrías y Especialidades  
Presente

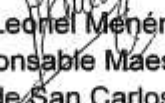
Estimado Doctor Ruiz:

Atentamente me dirijo a usted deseándole éxitos en sus labores cotidianas, el motivo de la presente es para informarle que he sido REVISOR el trabajo de tesis titulado: "VOLUMEN SANGUINEO EXTRAIDO DURANTE LA ESTANCIA EN UNIDAD DE TERAPIA INTENSIVA Y SU REPERCUSIÓN EN LA HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO" Realizada por la Doctora Karlily Judith Yapur Ramírez de la Maestría de Pediatría el cual ha cumplido con todos los requerimientos para su aval.

Sin otro particular por el momento me suscribo de usted.

Atentamente,

*Dr. Willy Leonel Menéndez Nieves*  
PEDIATRIA  
C.C. A.S.D. 4393

  
Dr. Willy Leonel Menéndez Nieves  
Docente Responsable Maestría de Pediatría  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Médicas  
Hospital Regional Nacional de Escuintla  
REVISOR

## INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Pagina</b>
I. Introducción.....	01
II. Antecedentes.....	03
III. Objetivo.....	15
IV. Material y Métodos.....	16
V. Resultados.....	20
VI. Discusión y Análisis .....	25
a. Conclusiones.....	26
b. Recomendaciones.....	27
VII. Referencias Bibliográficas.....	28
VIII. Anexos.....	31

## INDICE DE RESULTADOS

<b>Contenido</b>	<b>Pagina</b>
Grafica # 1	
Clasificación por genero .....	20
Grafica # 2	
Clasificación por edad.....	21
Grafica # 3	
Días de estancia hospitalaria.....	22
Grafica # 4	
Clasificación por patologías.....	23
Grafica # 5	
Alteración del hematocrito.....	24

## Resumen

- a. **Tipo de estudio:** Prospectivo observacional.
- b. **Población:** 150 pacientes de 2 meses a 12 años hospitalizados en la unidad de terapia intensiva durante los meses de enero a diciembre de 2011.
- c. **Objetivo:** Determinar el impacto que tiene la extracción periódica de sangre para realizar diagnóstico en los valores de Hemoglobina y Hematocrito en pacientes hospitalizados en unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Nacional Regional de Escuintla durante el periodo de enero a diciembre 2011.

### d. Metodología:

**Muestra:** se seleccionó una muestra probabilística aleatoria simple sin reemplazo de 50 pacientes de 2 meses a 12 años de la unidad de terapia intensiva que cumplan con los criterios de inclusión durante los meses de enero a diciembre de 2011.

**Inclusión:** Pacientes de 2 meses a 12 años que ingresen en la unidad de cuidado intensivo, cuyos responsables autorizaron la participación en el estudio.

### **Exclusión:**

- Pacientes que fueron transfundidos durante su estancia hospitalaria.
- Pacientes que presentaron algún episodio de hemorragia durante su estancia hospitalaria.

### **Resultados:**

En este trabajo pudimos documentar que sí existe impacto en la extracción de sangre constante en el paciente crítico, ya que el 72% del total de pacientes tuvo disminución de la hemoglobina significativamente hasta valores promedio de 9 mg/dl provocando anemia en el paciente siendo el grupo de edad mas afectado

de 7- 9 años y de 2-5 meses. También relacionándolo al tiempo de estancia hospitalaria lo que correlaciona con los datos obtenidos en investigaciones previas, sin embargo este trabajo fue realizado en paciente pediátrico ya que las investigaciones han sido realizadas en paciente adulto.



## I. Introducción

La toma de muestras sanguíneas para estudios de laboratorio durante el internamiento de los pacientes en un hospital puede resultar en grandes pérdidas de volumen sanguíneo. <sup>(1)</sup> Particularmente en la unidad de terapia intensiva (UTI) los pacientes frecuentemente son sometidos a flebotomía tres a cuatro veces al día para una diversidad de estudios hematológicos muchas de las veces condicionados por la gravedad del paciente. <sup>(2-6)</sup>

Además la presencia de líneas arteriales en una UTI hacen el procedimiento de flebotomía más fácil y menos doloroso para el paciente pero la cantidad de pérdida sanguínea se incrementa con éstas debido a que se requiere “purgar” el sistema con aproximadamente tres mL de sangre para poder tomar una muestra en forma adecuada, la cantidad de sangre extraída puede resultar impresionante y frecuentemente se hace necesario efectuar transfusiones sanguíneas. <sup>(7)</sup> Se ha reportado que la cantidad de sangre perdida por los estudios de laboratorio ordenados en los pacientes que tienen líneas arteriales se incrementa hasta en un 30% en comparación con los pacientes que no las tienen. También se ha publicado que en las unidades de terapia intensiva se toman entre un 50 y 60% de estudios sanguíneos considerados innecesarios. <sup>(4)</sup>

En una encuesta realizada entre médicos, cerca del 85% consideraron que sus colegas ordenaron demasiados estudios. <sup>(3)</sup> En los pacientes que tienen acceso venoso se ha reportado que se pierde entre 10 a 20 mL de sangre por día, aunque otros autores han llegado a reportar hasta 50 mL. <sup>(10)</sup> Esta pérdida de volumen sanguínea puede verse reflejada en la disminución de los niveles de hemoglobina y de hematocrito, haciendo necesario efectuar transfusiones sanguíneas. <sup>(4,5)</sup>

Importantes cantidades de sangre son a menudo extraídas de los pacientes críticos, incluidos adultos, niños y recién nacidos, particularmente en las unidades de cuidados intensivos. <sup>(12)</sup> A través de los estudios mencionados a continuación en pacientes adultos han demostrado pérdidas importantes de volumen sanguíneo debido a múltiples pruebas de laboratorio, que pueden traducirse en un aumento de la morbilidad debido al estrés en el sistema cardiovascular y respiratorio y a la necesidad de transfusiones sanguíneas. En un estudio realizado por el Dr. Francisco de Jesús Takao en la unidad de terapia intensiva de adultos del Hospital Central Militar se determinó que el volumen medio extraído era de 45 mL por día y 180.2 en total durante su estancia en la unidad de terapia intensiva; los pacientes que no se

transfundieron tenían una hemoglobina inicial de  $12.3 \pm 0.24$ , y al final fue de  $11.4 \pm 0.15$ .<sup>(1)</sup> Wisser et al encontró que en una población de 2654 pacientes, el 95% sufre una pérdida de sangre total de 200 ml durante su estancia hospitalaria.<sup>(14)</sup> Mientras que Smoller BR y Kruskall MS, analizaron los registros de 100 pacientes hospitalizados, encontrando que 50 de los pacientes que estuvieron en salas generales tenían una media de extracción sanguínea de 1.1 veces al día, con un volumen medio de 12.4 mL al día, y el volumen total durante toda su hospitalización fue de 175 mL; por el contrario los 50 pacientes que pasaron una parte o la totalidad de su hospitalización en una unidad de cuidados intensivos tuvieron una extracción sanguínea media de 3.4 veces al día, para un volumen medio de 41.5 mL de sangre al día y un volumen total de 762.2 mL.<sup>(15)</sup>

Los estudios publicados han sido en unidades de cuidado intensivo de adultos y neonatos, por lo que en el presente estudio se estimaron los volúmenes sanguíneos extraídos en los pacientes de terapia intensiva de pediatría, tomando en cuenta la edad, género y patología de dichos pacientes valorando el impacto que causa sobre los niveles de hemoglobina y hematocrito.

## **II. Antecedentes.**

### **Flebotomía:**

El término "flebotomía" es utilizado para describir una incisión practicada en la vena por motivos diversos. El procedimiento quirúrgico insertado de un catéter en una vena periférica, sea para la administración de fármacos en un paciente de difícil acceso venoso (dificultad en puncionar venas), sea para la inserción de catéter unido al corazón, para monitorización de la presión venosa central en pacientes graves. En los EUA, el término es utilizado para cualquier procedimiento de punción de vena, sea para colecta de sangre para exámenes, sea para la extracción.

La flebotomía, consiste también en el procedimiento de extracción de sangre desde una vena periférica. A través de sistema estéril con aguja, equipo y bolsa de colecta, semejante al procedimiento para la transfusión de sangre.

Procedimiento de la flebotomía de extracción:

Se extrae la sangre de una vena (venopunción), a menudo una vena de la parte interior del codo o la parte posterior de la mano. Se limpia el sitio de la punción con un antiséptico y se coloca una banda elástica o un esfigmomanómetro alrededor del antebrazo para aplicar presión y limitar el flujo sanguíneo a través de la vena, lo cual hace que las venas debajo de la banda se dilaten (se llenen de sangre). Luego, se introduce una aguja en la vena y se recoge la sangre en un frasco hermético, en una jeringa o en otro lugar. Durante el procedimiento, a veces se retira la banda para restablecer la circulación. Una vez que se ha recolectado la sangre, se retira la aguja y se cubre el sitio de punción para detener cualquier sangrado.

Extracción de muestras de sangre:

Los distintos análisis de laboratorio nos dan información muy valiosa acerca del estado de los niños gravemente enfermos, ayudándonos en el diagnóstico y a la hora de administrar tratamientos.

En la sangre venosa se pueden hacer diversos y diferentes estudios analíticos, ya sean desde el punto de vista bioquímico, hematológico y/o microbiológico.

El sitio de punción en el paciente pediátrico varía dependiendo de la edad y tamaño del niño, así como de la accesibilidad de la vena. En niños mayores puede utilizarse cualquier vena accesible, de forma similar al paciente adulto, mientras que en recién nacidos y lactantes las venas superficiales del cuero cabelludo y de las extremidades distales pueden servir para la extracción de sangre.

La persona que realiza la técnica es la enfermera o médico. La auxiliar de enfermería colabora en todo momento con ella.

En pediatría contamos con diferentes técnicas para obtener muestras sanguíneas:

Punciones Venosas  
Punciones Capilares  
A través de Catéteres Centrales.  
Extracciones arteriales y gasometrías capilares

## 2. DEFINICIÓN

Consiste en la obtención de una pequeña cantidad de sangre de una arteria, vena o capilar para su posterior análisis en el laboratorio.

## 3. OBJETIVO

Obtener una muestra de sangre de manera adecuada para efectuar su análisis:

Hematológico  
Bioquímico  
Microbiológico.

### 4.1. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS POR PUNCIÓN VENOSA

Consiste en recoger muestras sanguíneas para el análisis de la sangre en el laboratorio.

#### 4.1.1. *Objetivo*

Obtener una muestra de sangre para:  
Conocer los elementos normales de la sangre.  
Determinar la presencia de tóxicos y otras sustancias en la sangre.  
Vigilar y controlar el equilibrio ácido-base en la gasometría venosa (ver capítulo siguiente).  
Aislar el agente infeccioso en los estudios bacteriológicos.

#### 4.1.2. *Sitios de punción*

Cuero cabelludo: Venas superficiales del cráneo.  
Cuello: Yugular externa.  
Axila: Vena axilar.  
Fosa antecubital: Vena basílica, cefálica y mediana.  
Antebrazo: Vena radial, cubital y mediana.

Mano: Venas dorsales de la mano.

Tobillo: Safena interna y externa.

Pie: Venas dorsales del pie.

#### 4.1.3. Recursos Humanos

Enfermera

Auxiliar de enfermería

#### 4.1.4. Recursos Materiales

Guantes desechables/ Guantes estériles

Palomillas con sistema de vacío números 21,23,25

Campana o adaptador para extracción por vacío tipo Vacutainer®

Tubos de vacío para analítica

Frascos de Hemocultivo (aerobio, anaerobio)

Jeringa para gasometría o heparinizada (ver capítulo siguiente)

Torundas de algodón /Gasas estériles

Alcohol de 70° / Clorhexidina Acuosa 2%

Compresor

Rasuradora (cuero cabelludo)

Apósito

Etiquetas identificativas



#### 4.1.5. Descripción de la técnica

Preparar el material

Identificar al niño

Explicar a la madre el procedimiento que vamos a realizar. También podemos hablar con el niño adaptando nuestras explicaciones a su edad y nivel de comprensión

Lavado de manos con agua y jabón

Colocarse los guantes desechables

Colocar cómodamente e inmovilizar al niño

Rasurar la zona antes de pinchar las venas del cuero cabelludo

### ***Desventajas de los análisis de sangre***

Todos los procedimientos clínicos y tratamientos están asociados con efectos adversos potenciales de una mayor o menor importancia. El indiscutible valor de los análisis de sangre para el diagnóstico y el seguimiento de la enfermedad es moderado por el reconocimiento de que la toma repetida de muestras puede resultar en la pérdida de sangre de suficiente magnitud como para causar anemia que amerite transfusión de células rojas.<sup>(11)</sup>

### **Volumen óptimo de la muestra sanguínea**

El progreso en el desarrollo de los analizadores de laboratorio ha conducido a una reducción del volumen de la muestra para análisis. Sin embargo, este desarrollo no necesariamente ha implicado una adaptación de los tubos de muestras y a menudo se recolectan volúmenes excesivos. Estudios han revelado que se extraen en promedio 208 mL de sangre para 42 pruebas durante la estancia de un paciente en un departamento de medicina interna. En cuidados intensivos el volumen total extraído para 125 pruebas fue de 550 mL de sangre. Publicaciones previas describen que en la mitad de los pacientes que recibieron transfusión sanguínea, fueron recolectados más de 180 mL de sangre para pruebas de laboratorio.<sup>(7)</sup>

Los siguientes volúmenes estándar de sangre se recomiendan para el análisis, empleando sistemas analíticos avanzados. Estos volúmenes pueden ser suficientes en el 95% de los casos para que el laboratorio provea los resultados requeridos<sup>(9,10)</sup>

- Química clínica: 4 – 5 mL (cuando se utiliza plasma heparinizado: 3 – 4 mL).
- Hematología: 2 – 3 mL de sangre.
- Pruebas de coagulación: 2 – 3 mL de sangre citrada.
- Inmunoensayos incluyendo proteínas, etc.: 1 mL de sangre entera para 3 – 4 inmunoensayos.
- Velocidad de eritrosedimentación: 2 – 3 mL de sangre citrada.
- Gases sanguíneos, muestra capilar: 50 µl, muestra arterial y venosa: 1 mL de sangre heparinizada.

El formulario de solicitud para los análisis de laboratorio debe incluir información clara sobre los tubos y volúmenes de las muestras requeridos. Deben utilizarse tubos de tamaño uniforme (por ejemplo tubos de 4 – 5 mL) con diferentes volúmenes de llenado. La longitud de los tubos debe ser al menos 4 veces el

diámetro del tubo. Los criterios se cumplen con los tubos estándar de 13 x 75 mm (diámetro x longitud).<sup>(7,9)</sup>

### **Volumen sanguíneo total**

El volumen que ocupan las células y el plasma en el sistema vascular se conoce con el nombre de volumen sanguíneo. En un adulto, éste es de aproximadamente un 7% de su peso corporal o 70 ml/kg. Por ejemplo un hombre de 60 kg tendría un volumen sanguíneo de 70 x 60, 4200 ml. Como los niños tienen un alto contenido de agua, el volumen sanguíneo se calcula en un 8% del peso corporal o 80 ml/kg. Esto es aún mayor en el neonato en el que se calcula entre 85-90 ml/kg.<sup>(16)</sup>

### **La pérdida de sangre debido a las pruebas de laboratorio**

A principios del decenio de 1970, los médicos de la unidad de cuidados coronarios (UCC) de un hospital de Nueva York estaban perplejos por la frecuencia de anemia leve en el desarrollo de sus pacientes después de la admisión a la unidad. Postularon que esta inexplicable anemia podría ser el resultado de los análisis de sangre, por lo que diseñaron un estudio clínico para poner a prueba su hipótesis. Esto incluyó el primer intento de evaluar formalmente la pérdida de sangre debido a las pruebas de laboratorio, revelando un promedio diario de la pérdida de sangre de  $54 \pm 17$  ml entre su población de estudio de 93 pacientes con UCC.<sup>(7)</sup>

En otro estudio realizado en febrero 2002, 1.136 pacientes pediátricos atendidos en las 145 unidades de cuidados intensivos en toda Europa reveló que la media de toma de muestras de sangre por día fue de 4,6 y la media de volumen total por día fue 20,1 mL, pero una minoría de los pacientes sufren pérdidas diarias superiores a 40 ml.<sup>(17)</sup>

Wisser et al encontró que en una población de 2654 pacientes adultos de un hospital alemán, el 95% sufre una pérdida menor a 200 ml durante su estancia hospitalaria, que sugiere que es clínicamente insignificante, en el 5% restante encontró que habían pérdidas totales de más de 200 ml y 0,7% tuvieron pérdida en exceso de 600 ml durante su estancia en cuidados intensivos.<sup>(14)</sup>

El análisis de gases arteriales en sangre es el estudio que con mayor frecuencia es solicitado en la unidad de cuidados intensivos, lo que representa hasta un 40% de la

pérdida de sangre debido a las pruebas diagnósticas. Un estudio del Reino Unido reveló que en los pacientes de cuidados intensivos la extracción de gases arteriales era un promedio de 8 veces por día, con un volumen que representa la mitad de la pérdida de sangre diaria de 45 mL. <sup>(18)</sup>

En el hospital General de Toronto durante el periodo de enero a junio del año 2001, se realizó un estudio en adultos para determinar si la extracción de muestras hematológicas contribuía en los cambios de los niveles de hemoglobina y hematocrito en pacientes hospitalizados, para lo cual fueron incluidos en el estudio 404 pacientes, hallando que la media en cambios de hemoglobina y hematocrito fue de 7.9 g/L y 2.1% respectivamente. La media del volumen de la extracción durante la estancia hospitalaria fue de 74.6 mL. Los cambios en la hemoglobina y hematocrito fueron previstos por el volumen de la extracción, la duración de la estancia hospitalaria. En promedio, cada 100 ml de la extracción se asoció con una disminución de la hemoglobina y hematocrito de 7.0 g/L y 1.9% respectivamente. <sup>(19)</sup>

Así mismo se realizó un estudio observacional, prospectivo tipo cohorte en el hospital Militar de la Ciudad de México (noviembre 1998-marzo 1999), que se realizó durante un periodo de 136 días, se determinó que a los pacientes de la unidad de cuidado crítico le extraían un promedio de 45 ml por día y 180.2 en total durante su estancia hospitalaria. De los pacientes que no fueron transfundidos tuvieron  $12.3 \pm 0.24$  vs  $11.4 \pm 0.15$  g/dl de hemoglobina (al inicio y al final, respectivamente). <sup>(13)</sup>

### **Impacto clínico de la extracción de muestras sanguíneas en niños y adultos**

La anemia se define como la disminución de la concentración de hemoglobina menor de dos desviaciones estándar del valor determinado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), para una población dada. Este valor límite varía desde 11 g/dl para niños de 6 meses a 5 años y para mujeres embarazadas, hasta 12 g/dl para niños de 6-12 años y mujeres en edad fértil no gestantes y 13 g/dl para varones adultos. <sup>(18)</sup>

Para la gran mayoría de los pacientes hospitalizados, la pérdida de sangre asociada a las pruebas de laboratorio, por lo general no más de 5-10 ml en cualquier momento, representa sólo 0.1-0.2% del total de volumen de sangre y no es suficiente para tener efecto clínico. <sup>(14)</sup> Sin embargo, esto no es necesariamente el caso de pacientes críticamente enfermos, que requieren más vigilancia intensiva. Para estos pacientes, en los cuales la extracción de sangre pueden ser hasta de 24 veces al día, los estudios mencionados sugieren que la pérdida podría ser tan alta como 100 mL / día, equivalente a un 2% de reducción en el volumen de sangre.



Evidentemente, la duración de la estancia en cuidados intensivos, la gravedad y el tipo de enfermedad, además de los protocolos locales para el análisis de sangre tienen impacto sobre la magnitud de la pérdida de sangre debido a las pruebas de laboratorio para determinados pacientes, sino para todos los que existe un riesgo potencial de anemia por deficiencia de hierro y la consiguiente reducción de la entrega de oxígeno a los tejidos. <sup>(20)</sup>

La especial vulnerabilidad de los pacientes de cuidados intensivos para el desarrollo de anemia se debe no sólo a la pérdida de sangre a partir de la extracción de diagnóstico, sino también a las condiciones críticas que obligaron a su ingreso, junto con las complicaciones asociadas que comúnmente ocurren durante la enfermedad crítica. Las causas más comunes de anemia en los críticamente enfermos, con excepción de la pérdida de sangre de diagnóstico, incluyen: la pérdida de sangre debido a trauma, cirugía o hemorragia oculta (por ejemplo, gastrointestinal), hemorragia, sepsis, coagulación intravascular diseminada y la reducción de médula ósea.

Alrededor de la mitad de los pacientes que desarrollan anemia, es de suficiente gravedad (<9 g / dL) para justificar transfusión de células rojas. Es muy poco probable que la pérdida de sangre asociada con muestreos rutinarios resulte por si sola en una anemia de esta gravedad, pero varios estudios han demostrado que es un importante factor que contribuye a la necesidad de transfusión entre los críticamente enfermos. Von Ahsen et (22) al determinó que el muestreo de sangre representó el 17% de la pérdida de sangre entre los 96 pacientes atendidos en cuidados intensivos, mientras que Corwin (23) et al revelan que alrededor del 50% de la variación en la cantidad de glóbulos rojos transfundidas a los pacientes de cuidados intensivos se explica por la toma de muestras de sangre. Chant et al en un estudio de la extracción y la necesidad de transfusión en 155 pacientes con estancia de larga duración en una unidad de cuidados intensivos concluyó que "pequeñas disminuciones en la extracción de volumen están asociados significativamente con la reducción de transfusión requisito". <sup>(24)</sup>

### ***Impacto clínico de la extracción de los recién nacidos prematuros***

Entre los muchos ajustes que se producen durante las primeras semanas de vida, los bebés que pasan de un medio ambiente uterino a la independencia fisiológica, sufren una disminución gradual de la concentración de hemoglobina de 17 g / dL en el momento del nacimiento a 11 g / dL a las 8 semanas de edad. Esta reducción fisiológica de la hemoglobina es más rápida y severa en los bebés prematuros y conduce a lo que se ha llamado anemia de la prematuridad, en la que la hemoglobina puede ser tan baja como 7 mg / dL. Esta predisposición a la anemia

entre los bebés prematuros puede ser exacerbada por la pérdida de sangre iatrogénica.

El impacto de la pérdida de sangre debido a las pruebas de laboratorio es mayor para la mayoría de los recién nacidos prematuros con muy bajo peso al nacer (<1.500 g), que requieren varias semanas de intensa vigilancia y atención. Se trata de una población de pacientes para los que la necesidad de frecuentes análisis de sangre es grande, pero el volumen de sangre circulante es pequeño. El volumen de sangre por kg de peso corporal es mayor para los recién nacidos de lo que es para adultos, pero suponiendo un volumen de sangre de 80-90 ml / kg de estos pequeños y frágiles recién nacidos tienen un volumen total de sangre que pueden ser tan bajas como 50 ml, en la que Muestreo de casos sólo 1 mL de sangre reduce el volumen de sangre en un 2%. Widness observa que la extracción diaria de la pérdida del 4-5% de volumen de sangre durante las semanas inmediatamente después del parto no es infrecuente en este grupo. <sup>(25)</sup> Estudios formales sugieren una pérdida semanal debido a la extracción del orden de 10-25 ml / kg entre los recién nacidos prematuros con un peso al nacer menos de 1500 g. <sup>(25-29)</sup> Esto representa una reducción en el volumen de sangre total de 10-30% que inevitablemente contribuye a la severidad de la anemia. <sup>(29)</sup>

Cerca de 70% de los bebés con muy bajo peso al nacer los bebés una o más transfusiones de células rojas durante las primeras semanas de vida, y hay consenso general de que una de las principales causas de la necesidad de transfusión es la pérdida de sangre debido a la extracción. Esta opinión se basa en parte en los estudios que han demostrado una muy estrecha correlación entre el volumen de sangre transfundida y el volumen de la extracción de sangre prueba. <sup>(28,29)</sup>

### ***La reducción de la pérdida de sangre debido a las pruebas de laboratorio***

La anemia iatrogénica es un factor de riesgo modificable para la prescripción de las células rojas de transfusión. Minimizar la exposición del paciente a los riesgos de la transfusión es imprescindible que ha puesto de relieve la necesidad de estrategias de diagnóstico para reducir al mínimo la pérdida de sangre en el establecimiento de cuidados críticos. Varios enfoques han demostrado su utilidad, lo que demuestra que las enfermeras, médicos, personal de laboratorio y los fabricantes de equipo de laboratorio tienen una contribución que hacer. <sup>(9)</sup>

### **Objetivo de evitar ensayos innecesarios**

Hay pruebas que sugieren que la extracción sanguínea para laboratorio en la unidad de cuidados intensivos es excesiva; y dichos estudios pueden ser ordenados como una cuestión de rutina en lugar de necesidad. <sup>(30)</sup> La previa autorización de los estudios de laboratorio puede tener un efecto significativo en la reducción del número de estudios solicitados y garantizar que dichos estudios sean realmente apropiados. Así mismo el hecho de proporcionar a los médicos información sobre el costo de los ensayos puede ayudar a reducir los ensayos innecesarios. <sup>(31)</sup>

### **Sobre muestreo**

El grado de sobremuestreo se ha puesto de relieve por Marquis, que estudió muestras de sangre en unidad de cuidados intensivos de niños durante 10 semanas. Marquis descubrió que el volumen de la muestra de sangre era entre 4 y 20 veces superior al volumen real utilizado para el análisis. <sup>(32)</sup> Del mismo modo, una auditoria del muestreo de sangre realizada a 140 hospitales de EE.UU. reveló que los laboratorios recopilan una mediana de 2,76 ml (es decir, 8,5 veces) más de lo que es realmente necesaria para un examen de hematología, y una mediana de 1,75 ml (es decir, 12 veces) más de lo que es realmente necesario para el perfil de los electrolitos. Los autores de este estudio concluyeron que "la mayoría de los laboratorios puede reducir los volúmenes de recolección sin comprometer la capacidad del laboratorio a un informe fiable y oportuno". <sup>(33)</sup>

### **Sangre de descarte obtenida a través de catéteres permanentes**

En un establecimiento de cuidados críticos con frecuencia la muestra sanguínea es extraída de un catéter, la mayoría de las veces situado en la arteria radial en el caso de los adultos y en la arteria umbilical en los recién nacidos.

La permeabilidad de los catéteres es mantenido con solución salina o solución con heparina. Para que los resultados sean exactos es indispensable que la sangre no esté mezclada con las soluciones que mantienen la permeabilidad del catéter, por eso el volumen de sangre que se extrae al inicio debe ser descartado (para borrar la línea de todos los rastros de la solución) antes de la recogida de sangre. Un volumen mínimo de descarte de 2 ml en general es recomendable. Se ha reportado que la cantidad de sangre perdida por los estudios de laboratorio ordenados en los pacientes que tienen líneas arteriales se incrementa hasta en un 30%. <sup>(33)</sup>

## Anemia en el paciente crítico

La presencia de anemia es la anomalía hematológica y analítica más frecuente entre los pacientes médicos y quirúrgicos ingresados en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI). Según algunos estudios recientes el nivel medio de hemoglobina del paciente crítico a su ingreso en la UCI es de unos 11 g/dl, con una prevalencia de anemia del 65% (hasta un 30% con hemoglobina [Hb] <10 g/dl), que aumenta hasta casi el 90% al alta<sup>1-4</sup>.

Generalmente, la presencia de anemia y su gravedad se definen mediante la determinación de la hemoglobina o el hematocrito. Sin embargo, en el paciente crítico existen muchos factores que pueden hacer cambiar rápidamente el valor de estos parámetros, de tal forma que la presencia de anemia debe interpretarse en relación con la fisiopatología y terapéutica concurrentes. Así, unas veces la aparición de la anemia del paciente crítico (APC) es anterior al ingreso en la UCI y otras es un síntoma o comorbilidad de la patología médica o quirúrgica que ha provocado el ingreso, y su evolución dependerá en gran medida de la patología subyacente, pero la mayoría de las veces ésta es de origen multifactorial. En cualquier caso, la anemia, junto con las alteraciones de la funcionalidad de los eritrocitos circulantes<sup>5</sup>, puede alterar la eficiencia del aporte de oxígeno, siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en estos pacientes, no sólo al ingreso, sino particularmente durante su estancia en la UCI<sup>6</sup>. Por ello es necesario conocer su etiopatogenia para su prevención, la realización de un diagnóstico correcto y la implementación de un tratamiento adecuado para evitar o reducir sus efectos deletéreos.

## Eritropoyesis

Para una mejor comprensión de la etiopatogenia y el tratamiento de la APC revisaremos brevemente algunos aspectos de la eritropoyesis. La «eritrona», definida como la totalidad de elementos eritroides en todos los estadios madurativos de desarrollo, constituye un ejemplo de división dinámica. La célula madre pluripotencial (CFU-S) se diferencia en una parte a células precursoras eritroides formadoras de colonias (BFU-E) y éstas a unidades formadoras de colonias eritroides (CFU-E), por medio de divisiones que van de 7 a 14 días, y después por medio de tres divisiones se suceden los proeritroblastos, eritroblastos y reticulocitos, que posteriormente ya en el torrente circulatorio se diferencian en eritrocitos maduros<sup>7</sup>. Para que este proceso ocurra a la velocidad adecuada (cada segundo se renuevan unos 2-3 millones de eritrocitos) es necesario el estímulo de la eritropoyetina y de algunas citocinas, así como el aporte de materiales plásticos (hierro, vitaminas B<sub>6</sub> y B<sub>12</sub>, ácido fólico, etc.).

La eritropoyetina (EPO) es una glucoproteína producida fundamentalmente (90%) por las células peritubulares intersticiales del riñón. El hígado produce una pequeña cantidad que no es suficiente para suplir el déficit de EPO endógena que se produce cuando cesa la producción renal en el caso de insuficiencia renal. La EPO es un factor de crecimiento eritropoyético, con unos niveles normales que oscilan entre 5 y 30 mU/ml. Su producción endógena está regulada por la hipoxia tisular y, a su vez, ésta depende de factores tan variados como la presión parcial de oxígeno en el aire, el estado cardiocirculatorio del paciente o la capacidad de disociación del oxígeno de la hemoglobina. Es decir, la producción de EPO endógena va a depender de todos aquellos factores que influyen sobre la disponibilidad de oxígeno por los tejidos periféricos<sup>8,9</sup>.

La EPO ejerce sus efectos mediante la interacción con receptores específicos localizados en la membrana citoplasmática de los progenitores eritroides manteniendo su viabilidad y evitando la apoptosis, lo que promueve su supervivencia, proliferación y diferenciación y, por tanto, el aumento de la masa eritrocitaria. El aumento de eritrocitos circulantes, a su vez, incrementa la capacidad transportadora de oxígeno de la sangre y disminuye el estímulo hipóxico, lo que induce un decremento de la síntesis y secreción de eritropoyetina endógena<sup>10-12</sup>. Es decir, se establece un circuito completo de retroalimentación que regula la expresión génica de la eritropoyetina endógena y la producción de hematíes.

En lo que respecta al aporte de materiales plásticos o nutrientes, quizás es el hierro (Fe) el que presenta un mecanismo de utilización más complejo, al que dedicaremos los siguientes párrafos. El Fe, procedente de la dieta o administrado por vía oral, se absorbe en el duodeno en forma de hierro heme y no heme a través de la membrana apical del enterocito. Esta absorción se produce en cantidad de 1-2 mg/día que vienen a cubrir las pérdidas diarias, salvo en mujeres en edad fértil en las que las necesidades son de 3 mg/día, y está regulada por las necesidades de Fe del organismo, la eritropoyesis y la hipoxia. El Fe en el enterocito puede seguir dos caminos. Una pequeña parte se almacena unida a la ferritina y el resto atraviesa la membrana basolateral del enterocito con el concurso de la ferroportina 1 para alcanzar la circulación y unirse a la transferrina (Tf)<sup>13</sup>. El destino natural del complejo Tf-Fe es ser captado por las células eritroides inmaduras, a través de los receptores de Tf localizados en su membrana plasmática, donde se aprovecha en su mayor parte para la síntesis de la Hb y formación de nuevos eritrocitos, y una pequeña cantidad se almacena en la proteína ferritina.

A los 120 días de su entrada en circulación los eritrocitos son inexorablemente fagocitados por los macrófagos del bazo, hígado o médula ósea, donde se cataboliza el

heme y libera Fe que se almacena en la ferritina. Desde este depósito y también mediante el concurso de la ferroportina 1, atraviesa la membrana del macrófago y se incorpora a la Tf, que lo lleva nuevamente a la médula ósea. Esta vía de reciclaje del Fe es indispensable, ya que los requerimientos diarios de la eritrona son de unos 20-30 mg de Fe, mientras que la absorción intestinal del mismo es tan sólo de 1-2 mg/día, como ya se ha indicado<sup>13</sup>. Vemos pues que la vía interna del recambio del Fe es un flujo unidireccional desde la transferrina del plasma a la eritrona, de ésta al macrófago y regreso a la transferrina y que, aunque la cantidad de Fe unido a Tf es muy pequeña (3-4 mg), ésta representa el pool dinámico más importante del metabolismo férrico .

#### Etiopatogenia de la anemia del paciente crítico

Como se ha indicado arriba, habitualmente la APC presenta una etiología multifactorial, en la que pueden intervenir la pérdida de sangre por traumatismos, cirugía o hemorragia gastrointestinal, sin olvidar las hemorragias intramusculares, pleurales y peritoneales, las cuales pueden ocurrir con motivo de la colocación de un catéter central o la práctica de una punción biopsica. La hemorragia puede ocasionar una disminución de la perfusión renal (alteración de la producción de EPO) y de la médula ósea (alteración de la proliferación). Apartado especial ocupan las pérdidas debidas a extracciones sanguíneas repetidas para determinaciones analíticas diversas, y cuya trascendencia es frecuentemente mal valorada («vampirismo»). Smoller y Kruskall<sup>14</sup> comprobaron que la extracción de sangre para análisis en los pacientes de UCI es superior a 40 ml/día, frente a los 12 ml/día que se extraían en los pacientes de planta. Posteriormente, Corwin et al<sup>15</sup> relacionaron directamente con las flebotomías para análisis el 30% de todas las transfusiones en UCI. La situación no parece haber cambiado mucho, puesto que en el estudio ABC, Vincent et al<sup>1</sup> comprueban que en las UCI europeas la extracción diaria de sangre con fines diagnósticos se sitúa en 40-70 ml; esto es, se extrae el equivalente a un concentrado de hematíes cada 7-10 días. No obstante, la mayor extracción de sangre se produce durante las primeras 24-48 horas del ingreso en UCI y desciende progresivamente en los pacientes que requieren de una estancia prolongada en la Unidad<sup>1,16</sup>.

Dados los profundos cambios hemodinámicos e hidroelectrolíticos que pueden sufrir los pacientes críticos, la APC puede ser relativa a un fenómeno de hemodilución, frecuente en el fallo renal agudo, la insuficiencia cardíaca congestiva o tras la simple elevación de la volemia por excesiva administración de fluidos (cristaloides y/o coloides), especialmente durante la reposición de pérdidas hemáticas o durante la anestesia. Anemia más hemodilución pueden acontecer paralelamente, agravándose entonces el defecto celular<sup>17</sup>.

### **III. Objetivo**

Determinar el impacto que tiene la extracción periódica de sangre para realizar diagnóstico en los valores de Hemoglobina y Hematocrito en pacientes hospitalizados en unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Nacional Regional de Escuintla durante el periodo de enero a diciembre 2011.

## **IV. Material y Métodos**

**4.1 Tipo de estudio:** Prospectivo observacional.

**4.2 Universo:** 155 pacientes de 2 meses a 12 años hospitalizados en la unidad de terapia intensiva durante los meses de enero a diciembre de 2011.

**4.3 Muestra:** se seleccionó una muestra probabilística aleatoria simple sin reemplazo de 50 pacientes de 2 meses a 12 años de la unidad de terapia intensiva que cumplan con los criterios de inclusión durante los meses de enero a diciembre de 2011.

**4.4 Inclusión:** Pacientes de 2 meses a 12 años que ingresen en la unidad de cuidado intensivo, cuyos responsables autorizaron la participación en el estudio.

**4.5 Exclusión:**

- Pacientes que fueron transfundidos durante su estancia hospitalaria.
- Pacientes que presentaron algún episodio de hemorragia durante su estancia hospitalaria.

**4.6 Variables:**

- Variable
- Edad
- Genero
- Procedencia
- Hemoglobina
- Hematocrito
- Estancia Hospitalaria
- Volumen sanguínea extraído
- Análisis sanguíneo



## Operacionalización de variables

<b>Variable</b>	<b>Definición Teórica</b> (34)	<b>Indicador</b>	<b>Tipo de Variable</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Edad</b>	Tiempo transcurrido desde el nacimiento	Número en años	Cuantitativa	Intervalar
<b>Genero</b>	Diferencia física y cualitativa entre hombres y mujeres	Femenino Masculino	Cualitativo	Nominal
<b>Procedencia</b>	Lugar de residencia actual	Área rural Área urbana	Cualitativa	
<b>Hemoglobina</b>	Proteína de la sangre, de color rojo característico, que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos.	Gramos por decilitro.	Cuantitativa	Intervalar
<b>Hematocrito</b>	El hematocrito es el porcentaje del volumen de la sangre que ocupa la fracción de los glóbulos rojos.	Porcentaje	Cuantitativo	Intervalar
<b>Estancia Hospitalaria</b>	Tiempo transcurrido desde el ingreso del paciente.	Número en días	Cuantitativo	Intervalar.
<b>Volumen sanguíneo extraído</b>	Cantidad de sangre que se obtiene para análisis	Número en mililitros.	Cuantitativo	Intervalar.
<b>Análisis sanguíneo</b>	Tipo de estudio a realizarse en muestra sanguínea	Hematología hb-ht.	Cualitativo	Nominal

## Instrumentos a utilizar para recolectar y registrar la información

Boleta de recolección de datos. (Ver Anexo)

## **Procedimiento para la recolección de información**

El presente estudio se realizó en la unidad de terapia intensiva de pediatría (UTIP) del Hospital Nacional Regional de Escuintla, durante los meses de enero a diciembre del año 2011. No se efectuó ninguna modificación en el plan terapéutico de los pacientes ni se realizaron procedimientos experimentales, solicitando previamente la autorización y firma de consentimiento a los familiares del paciente. Se seleccionaron aleatoriamente 50 pacientes de 2 meses a 12 años que ingresaron a UTIP durante los meses de enero a diciembre del año 2011, a quienes desde su ingreso se les efectuará recolección de la información, documentando las variables de edad, genero, días de estancia hospitalaria, niveles de hemoglobina y hematocrito obtenidos en el examen de hematología de ingreso y egreso; también se registraron los estudios séricos tomados, señalando la cantidad de la muestra extraída; vía utilizada para la toma de la muestra (línea arterial, catéter venoso y vasopunción) y finalmente la cantidad de sangre extraída para cada estudio y por paciente.

El volumen de sangre extraído de cada paciente se consignó según el promedio de sangre diario extraído por estudio, número de estudios tomados durante el internamiento en la unidad de terapia intensiva, promedio de sangre extraído durante su estancia hospitalaria. Se investigó en el laboratorio clínico del hospital que el requerimiento mínimo de sangre para el examen de hematología es de 3 ml en un tubo con anticoagulante (citrato de sodio), mientras que para la determinación de glucosa, urea, creatinina, sodio, potasio, cloro y perfil hepática, se requiere de 3 ml en un tubo sin anticoagulante; para los tiempos de coagulación se necesita 2.5 ml, y para el estudio de gases arteriales en sangre se necesitan ½ ml como mínimo. Así mismo se anotó la cantidad de sangre utilizada únicamente para el lavado de líneas arteriales o venosas previo a la toma de muestra de laboratorio.

## **Plan de análisis**

Los datos recolectados se agruparon en tablas y se representan en graficas, determinando la media y desviación estándar del volumen de sangre extraído para cada estudio y por paciente. Además se calculó la media y desviación estándar de los niveles de hemoglobina inicial y final.

Se estimó el volumen sanguíneo corporal de los pacientes de acuerdo al peso en kilogramos, para calcular el porcentaje que representa la pérdida sanguínea durante la estancia hospitalaria midiendo así el impacto en porcentaje de perdida.

## **Aspectos Éticos**

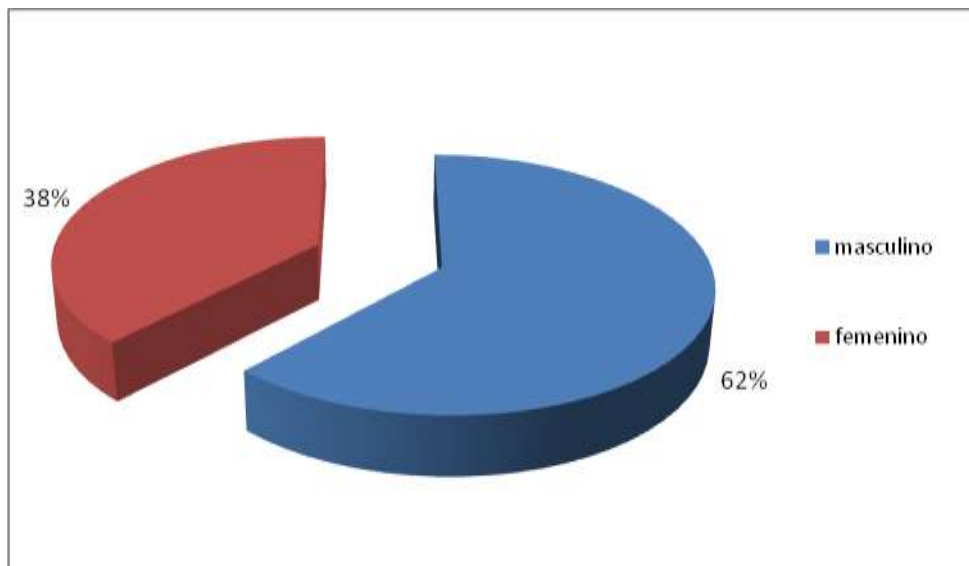
Como se explicó previamente, se solicita consentimiento informándole a la familia del paciente sobre el trabajo a realizar el cual es únicamente observacional, no tiene riesgo de producir daño, no se modificara el plan terapéutico y no se manipulara de ninguna manera al paciente en estudio. Así como, guardar la privacidad de los resultados.

## V. Resultados

Grafica # 1

Volumen sanguíneo extraído durante la estancia en Unidad de Terapia Intensiva y su repercusión en la Hemoglobina y Hematocrito

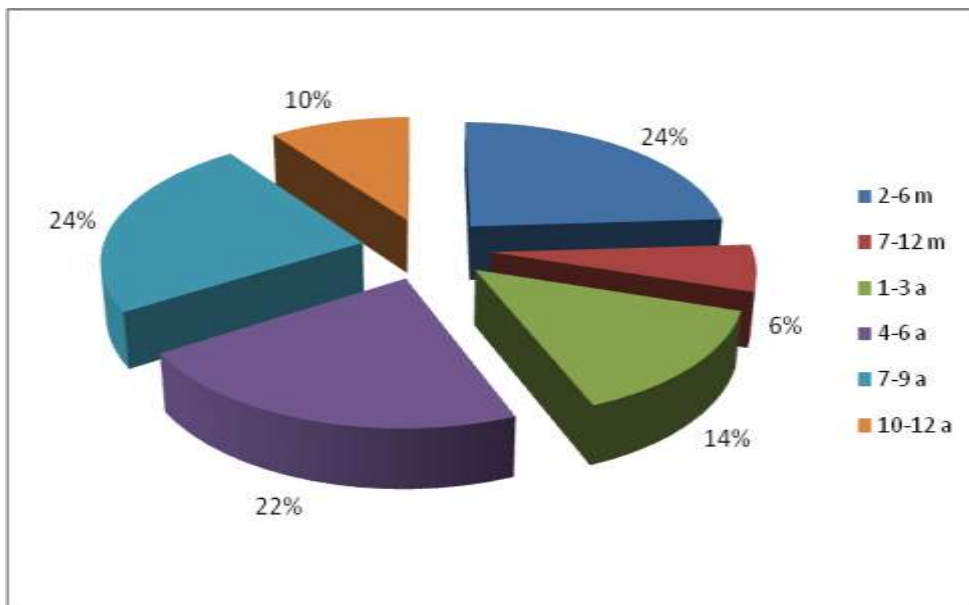
Clasificación por género



## Grafica # 2

Volumen sanguíneo extraído durante la estancia en Unidad de Terapia Intensiva y su repercusión en la Hemoglobina y Hematocrito

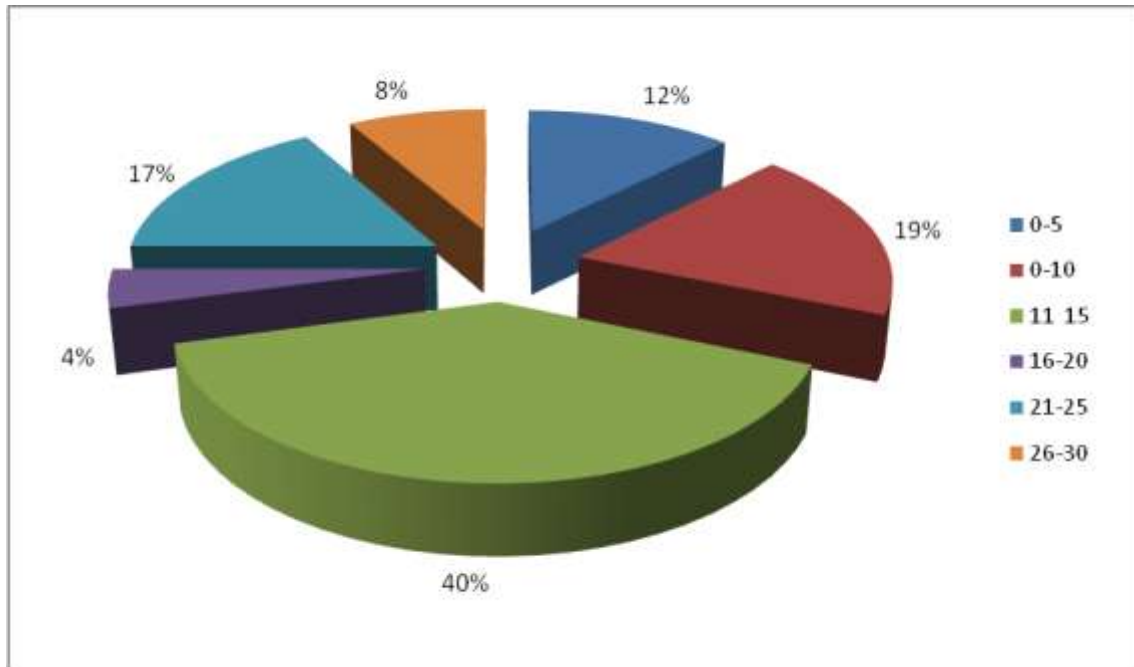
Clasificación por edad



### Grafica # 3

Volumen sanguíneo extraído durante la estancia en Unidad de Terapia Intensiva y su repercusión en la Hemoglobina y Hematocrito

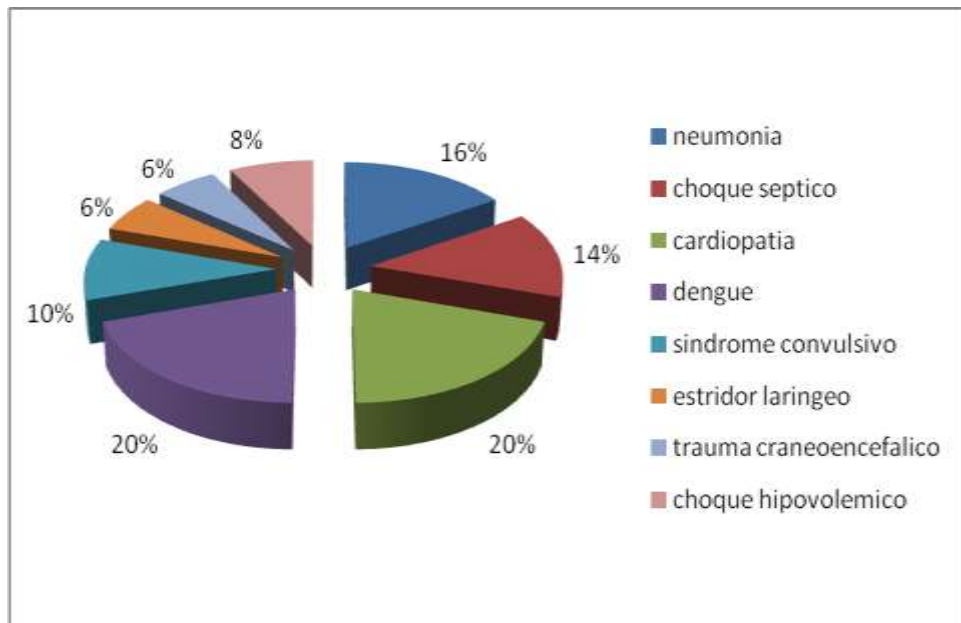
Días de estancia hospitalaria



## Grafica # 4

Volumen sanguíneo extraído durante la estancia en Unidad de Terapia Intensiva y su repercusión en la Hemoglobina y Hematocrito

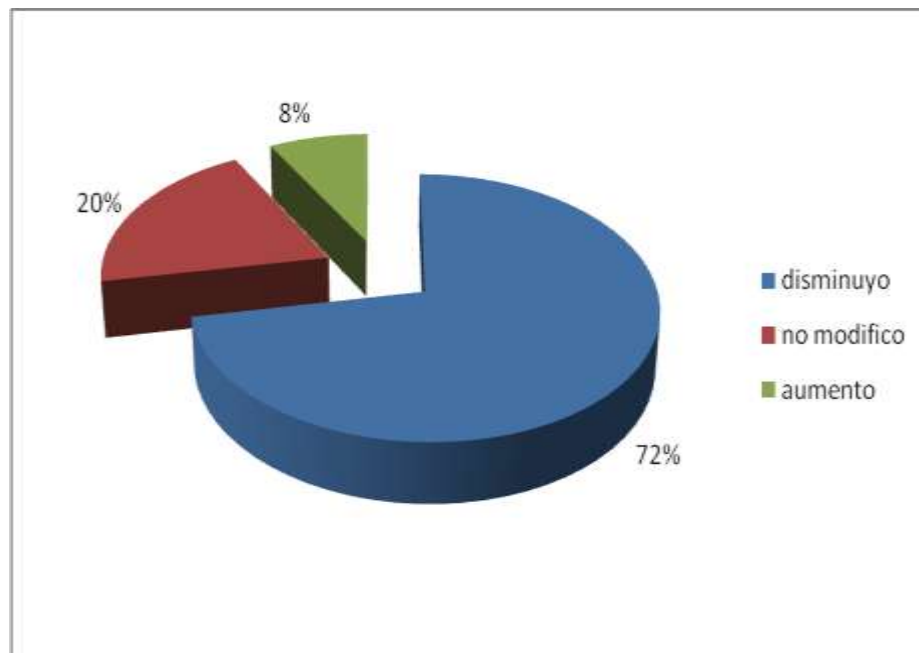
Clasificación por patologías



## Grafica # 5

Volumen sanguíneo extraído durante la estancia en Unidad de Terapia Intensiva y su repercusión en la Hemoglobina y Hematocrito

### Alteración en el hematocrito





## VI. DISCUSION Y ANALISIS

El objetivo principal del presente trabajo de investigación fue determinar el impacto que conlleva la extracción continua de muestras sanguíneas en el paciente críticamente enfermo.

El grupo estudiado fueron pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos que presentaban diversas enfermedades que no incluyeran enfermedades con algún tipo de hemorragia para no distorsionar resultados, tomándose en cuenta los días de estancia hospitalaria, así como, patologías más frecuentes para poder correlacionar el resultado con la disminución de hematocrito por extracción de muestras sanguíneas.

Se observo que la mayoría de pacientes estudiados fueron de género masculino, dentro de las edades encontramos que no hubo mucha diferencia en los rangos de edad únicamente en la edad de 7 a 12 meses quienes fueron la minoría. También podemos observar que a la mayoría se le realizaron de 4 a 6 pruebas de laboratorio extrayendo un promedio de 8-20 cc de sangre al día lo que sumándolo en los días de estancia hospitalaria vemos la perdida sanguínea que en promedio hace un 20 % de volemia la cual podemos ver reflejada en la disminución del hematocrito del grupo de estudio.

En este trabajo pudimos documentar que sí existe impacto en la extracción de sangre constante en el paciente crítico también relacionándolo al tiempo de estancia hospitalaria lo que correlaciona con los datos obtenidos en investigaciones previas, sin embargo este trabajo fue realizado en paciente pediátrico ya que las investigaciones han sido realizadas en paciente adulto.

Dentro del proceso del trabajo de campo se tuvo como limitación la cantidad de pacientes a estudio ya que por el estado nutricional en algunos niños ingresados se requirió transfusiones o conductas quirúrgicas por lo que fueron excluidos del estudio.

## **6.1 Conclusiones.**

6.1.1 Se determinó que la extracción periódica de sangre al momento de realizar pruebas diagnósticas de laboratorio en paciente de terapia intensiva presenta un fuerte impacto al disminuir considerablemente los valores de hemoglobina y hematocrito de dicho paciente.

6.1.2 Se observó que el tiempo de estancia hospitalaria se relaciona directamente con la disminución de la hemoglobina y hematocrito del paciente en unidad de terapia intensiva ya que aumenta el número de extracción de pruebas de laboratorio.

## **6.2 Recomendaciones.**

- 6.2.1 Establecer normas para la extracción de muestras de laboratorio estrictamente necesarias en áreas críticas, evitando extraer más de lo requerido por el laboratorio y así evitar repercusión en el hematocrito del paciente.
  
- 6.2.2 Disminuir la toma de muestra de gases arteriales en paciente crítico y evaluar extraerlas en los pacientes que clínicamente lo ameriten.

## VII Referencias Bibliográficas

1. Miller ES. **Blood lost because of phlebotomy.** N Engl J Med 1975;292:319
2. Lewis LL, Harrington GR, Stoltzfus DP, **The effect of arterial lines on blood drawing practices and cost in intensive care units.** Chest 1995; 108:216-19.
3. Cook DJ. **Physician's perceptions of laboratory costs in the intensive care unit.** Clin Invest Med 1992; 15:476-81.
4. Spiegel JS, Shapiro MF, Berman B et al. **Changing physician test ordering in a university hospital: an intervention of physician participation, explicit criteria, and feed back.** Arch Intern Med 1989;149:549-53
5. Lanuza, Jennrich JA. **The amount of blood drawn for diagnostic test in critically ill patients.** Heart Lung 1976; 5:933-38.
6. Smoller BR, Kruskal MS. **Phlebotomy for diagnostic laboratory test in adults.** N Engl J Med 1986; 314:1233-35.
7. Eyster E, Bernene J. **Nosocomial anemia.** JAMA 1973; 223:73-4
8. Tarpey J, Lawler PG. **Iatrogenic anemia? A survey of venesection in patients in the intensive therapy unit.** Anesthesia 1990; 45:396-98.
9. Dale J, Pruett S. **Phlebotomy a minimalist approach.** May Clinic Proc 1993; 62:216-53.
10. Griner FP, Glaser RJ, **Misuse of laboratory test and diagnostic procedures.** N. Engl J Med 198;:307:1336-39.
11. Henry ML, Garner WL, Fabri PJ. **Iatrogenic anemia.** Am J Surg 1986;151:362-63
12. Sarnak, MJ; Tighiouart, H; Manjunath, G, et al. **Anemia as a risk factor for cardiovascular disease in the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study.** J Am Coll Cardiol. 2002; 40:27–33.
13. Takao Kaneko Wada Francisco de Jesús, Reyes Camacho Enrique de Jesús, Hernández Martínez Francisco. **Pérdida de volumen sanguíneo con la toma de estudios hematológicos rutinarios en**

- pacientes de la unidad de terapia intensiva del Hospital Central Militar.** Rev Asoc Mex Med Crit Ter Int 2000; 14(1) : 05-11.
14. Wisser, D; van Ackern, K; Knoll, E; Wisser, H; Bertsch, T. **Blood loss from laboratory tests.** Clin Chem. 2003; 49:1651–1655.
  15. Smoller, BR; Kruskall, MS; Horowitz, GL. **Reducing adult phlebotomy blood loss with the use of pediatric-sized blood collection tubes.** Am J Clin Pathol. 1989; 91:701–703.
  16. Buckley-Sharp, MD. **Anemia of investigation.** Lancet. 1971;1:916.
  17. Vincent J, Baron J-F, Reinhardt K et al. **Anemia and blood transfusion in critically ill patients.** JAMA 2002; 288: 1499-1507
  18. Andrews T, Waterman H, Hillier V. **Blood gas analysis: a study of blood loss in intensive care.** J Adv Nursing 1999; 30: 851-57
  19. Thavendiranathan et al. **Do Blood Tests Cause Anemia in Hospitalized Patients?.** Journal of General Internal Medicine 2001.
  20. Tinmouth A, McIntyre L, Fowler R. **Blood conservation strategies to reduce the need for red cell transfusion in critically ill patients.** CMAJ 2008; 178: 49-57
  21. Corwin H, Gettinger A, Pearl R *et al.* The CRIT study: **anemia and blood transfusion in the critically ill** - current practice in the US. Crit Care Med 2004; 32: 39-52
  22. Von Ahsen N, Muller C, Serke S *et al.* **Important role of nondiagnostic blood loss and blunted erythropoietic response in the anaemia of medical intensive care patients.** Crit Care Med 1999; 27: 2630-69
  23. Corwin H, Parsonnet K, Gettinger A. **RBC transfusion in the ICU. Is there a reason?** Chest 1995; 108: 767-771
  24. Chant C, Wilson G, Friedrich J. **Anemia, transfusion and phlebotomy practices in critically ill patients with prolonged ICU length of stay: a cohort study.** Critical Care 2006; 10: R140
  25. Widness J. **Pathophysiology, diagnosis and prevention of neonatal anaemia.** NeoReviews 2000; 1: e61-68
  26. Ringer S, Richardson D, Sacher R *et al.* **Variations in transfusion practice in neonatal intensive care.** Pediatrics 1998; 101: 194-200

27. Alagappan A, Shattack K, Malloy M. **Impact of transfusion guidelines on neonatal transfusions.** J Perinatol 1998; 18: 92-97
28. Madsen L, Rasmussen M, Bjerregaard L *et al.* **Impact of blood sampling in very preterm infants.** Scand J Clin Lab Invest 2000; 60: 125-32.
29. Obladen M, Sachsenweger M, Stahnke M. **Blood sampling in very low birth weight infants receiving different levels of intensive care.** Eur J Pediatr 1988; 147: 399-404
30. Wang TJ, Mort EA, Nordberg P *et al.* **A utilization management intervention to reduce unnecessary testing in the coronary care unit.** Arch Int Med 2002; 162: 1885-90.
31. Pilon C, Leathley M, Roudon R *et al.* **Practice guideline for arterial blood gas measurement in the intensive care unit decreases numbers and increases appropriateness of tests.** Crit Care Med 1997; 25: 1303-13.
32. Marquis F, Bracco D, Lamarre S *et al.* **Blood oversampling in an adult ICU.** Crit Care Med 2003; 31(12 Suppl): A25
33. Dale J, Ruby S. **Specimen collection volumes for laboratory tests.** Arch Pathol Lab Med 2003; 127: 162-68.
34. Mosby's Medical, **Nursing and Allied Health Dictionary**, 4ta edición

