



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACIÓN
HOSPITAL GENERAL "DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ"**

**"ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE EXTRACCIÓN DE SANGRE PARA ESTUDIOS
DE LABORATORIO EN RECIÉN NACIDOS HOSPITALIZADOS EN LA DIVISIÓN DE
NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL GENERAL "DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ"**

**TÉSIS:
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN PEDIATRIA**

**PRESENTA:
DRA. NATHALIE SANTIAGO SERRANO**

**ASESOR:
DR. JOSÉ ALFONSO MAYA BARRIOS
MEDICO ADSCRITO A LA DIRECCIÓN MÉDICA**

Ciudad de México, junio de 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

HOSPITAL GENERAL "DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ"

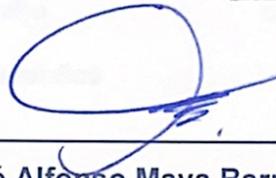
AUTORIZACIONES



Dr. Héctor Manuel Prado Calleros
Director de Enseñanza e Investigación



Dr. José Pablo Maravilla Campillo
Subdirector de Investigación Biomédica



Dr. José Alfonso Maya Barrios
Médico adscrito a la Dirección Médica



Dra. Patricia Torres Narváez
Jefa de la División de Neonatología

ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE EXTRACCIÓN DE SANGRE PARA ESTUDIOS DE
LABORATORIO EN SALUD EN PACIENTES HOSPITALIZADOS EN LA DIVISIÓN DE
Este trabajo de tesis con número de registro: 21-91-20 presentado por la Dra. Nathalie Santiago
Serrano y se presenta en forma con visto bueno por el tutor principal de la tesis Dr. José
Alfonso Maya Barrios con fecha 10 junio 2021 para su impresión final.

Este trabajo se realizó en el Hospital General "Dr. Manuel G. Bonilla" en la División de
Neonatal bajo la dirección de la Dra. Patricia Torres Múñoz con el apoyo del Dr. José
Alfonso Maya Barrios y asesores de la División quienes orientaron y apoyaron a la conclusión
de este trabajo.

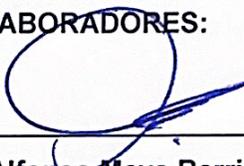
Dr. José Pablo Maravilla Campillo
Subdirector de Investigación Biomédica

Dr. José Alfonso Maya Barrios
Investigador Principal

“ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE EXTRACCIÓN DE SANGRE PARA ESTUDIOS DE LABORATORIO EN RECIÉN NACIDOS HOSPITALIZADOS EN LA DIVISIÓN DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL GENERAL “DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ”

Este trabajo fue realizado en el Hospital General “Dr. Manuel Gea González” en la División de Neonatología bajo la dirección de la Dra. Patricia Torres Narváez con el apoyo del Dr. José Alfonso Maya Barrios y adscritos de la División quienes orientaron y aportaron a la conclusión de este trabajo.

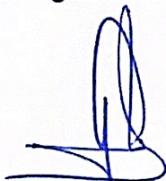
COLABORADORES:



Dr. José Alfonso Maya Barrios
Investigador Principal



Dra. Nathalie Santiago Serrano
Investigador Asociado Principal



Dra. Patricia Torres Narváez
Investigador Asociado

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, a mi asesor y adscritos de la división de neonatología que contribuyeron durante el desarrollo del trabajo de investigación y sus aportes realizados. En especial a mi asesor por su continua guía durante el desarrollo de la investigación.

ÍNDICE

Resumen.....	7
Abstract.....	9
Introducción.....	11
Material y métodos.....	14
Resultados.....	15
Discusión.....	16
Conclusiones.....	18
Referencias.....	19
Figuras y tablas.....	23

RESUMEN

Introducción: La extracción excesiva de sangre para estudios de laboratorio en pacientes hospitalizados es una práctica recurrente, no inocua y particularmente relevante en la población neonatal en estado crítico, pretérmino y/o de bajo peso al nacimiento. Las principales consecuencias asociadas con ello son: la anemia adquirida en el hospital, la hemorragia intraventricular y la leucomalacia periventricular. Las pautas internacionales de los comités de ética han recomendado como límite de seguridad de volumen de extracción sanguínea para niños enfermos un máximo de 3 ml/kg en 24 horas (3,8% del VST).

Objetivo: Estimar el volumen de sangre extraído para estudios de laboratorio en pacientes pretérmino y con bajo peso al nacimiento hospitalizados en la división de neonatología del Hospital General “Dr. Manuel Gea González” del 1º de enero de 2019 al 31 de diciembre de 2019.

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional descriptivo, transversal y retrolectivo de los estudios de laboratorios reportados en expedientes de los pacientes pretérmino y con bajo peso al nacimiento hospitalizados en el área de Neonatología del Hospital General “Dr. Manuel Gea González” del 1º de enero de 2019 al 31 de diciembre de 2019. Con base en la cuantificación del número y tipo de estudios reportados por semana se estimó el volumen sanguíneo extraído por semana y por día para estudios de laboratorio. Para la estimación del volumen de sangre de cada estudio se consideró el volumen mínimo necesario para obtener un resultado válido en el laboratorio clínico del hospital.

Resultados: La muestra fue de 15 expedientes con un total de semanas de estancia intrahospitalaria a estudiar de 156. La mediana de la edad gestacional fue de 31 semanas de gestación (sdg) y del peso al nacimiento fue 1087 gramos y la mediana de días de estancia intrahospitalaria fue de 70 días. El 86.6% no tuvo hemorragia intracraneana. Se reportaron 1663 muestras de sangre y el estudio que más frecuentemente fue solicitado fue la gasometría venosa y arterial (812 muestras). De acuerdo con las semanas estudiadas, la estimación de

volumen de sangre extraído se encontró por debajo del 3% de VST en la mayor proporción de los casos. El apego a las recomendaciones internacionales en el total de las 156 semanas fue de 96.5%.

Conclusiones: Es importante conocer los límites de seguridad en el volumen de extracción de sangre para muestras sanguíneas en pacientes vulnerables, en nuestro hospital existe un apego de 96.5% con base en lo publicado en la literatura científica que establece que no se debe rebasar 3.8% de VST por día. Es fundamental continuar con las recomendaciones y tener claras las practicas que deben desarrollarse para generar una atención segura para el paciente con el fin de garantizar menores consecuencias en los pacientes vulnerables.

Palabras clave: recién nacido prematuro; extracción de sangre; muestras de laboratorio; flebotomía; seguridad del paciente.

Abstract

Introduction: Excessive blood loss from laboratory tests in hospitalized patients is a recurrent practice, not safe and particularly relevant in the neonatal critical ill population, preterm and with low birthweight. The main consequences associated with it are: hospital-acquired anemia, intraventricular hemorrhage, and periventricular leukomalacia. The international guidelines of the ethics committees have recommended a maximum limit of 3 ml/kg in 24 hours (3.8% of the VST) as a safe limit of the volume for blood sampling in sick children.

Objective: Estimate the blood withdrawal volume for laboratory tests, in preterm and low birth weight patients, hospitalized in the Neonatology area of the General Hospital "Dr. Manuel Gea González" from January 1, 2019 to December 31, 2019.

Material and methods:

A descriptive, cross-sectional and retrolective observational study was carried out of the laboratory tests reported in the records of preterm and low birth weight patients hospitalized in the Neonatology area of the General Hospital "Dr. Manuel Gea González" from January 1, 2019 to December 31, 2019. Based on the quantification of the number and type of studies reported per week, the blood withdrawal volume for laboratory tests per week and per day for laboratory studies was estimated. For the estimation of the blood volume of each study, the minimum volume necessary to obtain a valid result in the clinical laboratory of the hospital was considered.

Results: The sample consisted of 15 files with a total of 156 weeks of in-hospital stay to study. The median gestational age was 31 weeks of gestation (sdg) and the weight at birth was 1087 grams and the median days of hospital stay was 70 days. 86.6% did not have intracranial hemorrhage. 1663 blood samples were reported and the most frequently requested study was venous and arterial blood gases (812 samples). According to the weeks studied, the estimate of the volume of blood drawn was found to be below 3% of VST in the largest proportion of cases. Adherence to international recommendations in the total of 156 weeks was 96.5%.

Conclusions: It is important to know the safety limits in the volume of blood extraction for blood samples in vulnerable patients, in our hospital there is an adherence of 96.5% based on what has been published in the scientific literature that establishes that 3.8% should not be exceeded VST per day. It is essential to continue with the recommendations and be clear about the practices that must be developed to generate safe care for the patient in order to guarantee less consequences in vulnerable patients.

Keywords: premature newborn; blood sampling; laboratory tests; phlebotomy; patient safety.

INTRODUCCIÓN

El volumen sanguíneo total (VST) circulante de una persona está relacionado con el peso corporal. El VST de un niño es de alrededor de 75 a 80 ml/kg y es más alto en el periodo neonatal (de 85 ml / kg con un pico de 105 ml/kg al final del primer mes), con la caída progresiva durante los meses subsiguientes [1]. Generalmente, posterior a una pérdida intravascular de volumen sanguíneo, los glóbulos rojos se reponen con bastante rapidez, ya que la médula puede duplicar o triplicar de manera aguda su tasa habitual de reemplazo si es necesario [2]. La punción venosa para extracción de sangre es uno de los procedimientos realizados con mayor frecuencia en los pacientes hospitalizados y pacientes ambulatorios que buscan un tratamiento médico, sin embargo, este no es un procedimiento inocuo [3,4,5]. Este hecho es particularmente relevante en la población neonatal particularmente en aquellos en estado crítico, pretérminos o de bajo o extremadamente bajo peso al nacimiento.

En este sentido, se han publicado algunos estudios que demuestran las consecuencias de la extracción de volumen sanguíneo excesivo [6,7] dentro de las principales se encuentran: la anemia adquirida en el hospital, la hemorragia intraventricular y la leucomalacia periventricular, estas últimas asociadas a las fluctuaciones en la oxigenación cerebral y la perfusión debido a cambios en el volumen sanguíneo cerebral (VSC) posterior a la pérdida sanguínea. [8,9,10,11,12,13]. Hunt y colaboradores en 2004 encontraron que el bajo flujo sanguíneo cerebral durante los primeros días de vida detectado por espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS) y evaluado por ultrasonido del flujo sanguíneo de la vena cava superior se asoció a la presencia de hemorragia intraventricular. Esto es de particular importancia clínica ya que los estudios sobre hipotensión en recién nacidos prematuros han asumido que el bajo flujo sanguíneo cerebral y el suministro de oxígeno cerebral son los principales mecanismos de alteraciones en el desarrollo neurocognitivo [15,16,17]. De esta forma, las principales

alteraciones descritas secundarias a la extracción de sangre están relacionados con el volumen extraído.

Por otro lado, Huning [18,19] en dos estudios realizados en los años 2000 y 2007 evaluaron los efectos del muestreo de sangre a través de líneas arteriales periféricas sobre los cambios en la oxigenación cerebral y el volumen sanguíneo cerebral, medido por espectroscopía de infrarrojo cercano y compararon la influencia del muestreo de sangre lento y rápido en lactantes de muy bajo peso al nacer. Los resultados demostraron una disminución del índice de oxigenación cerebral, el flujo sanguíneo cerebral, la hemoglobina oxigenada total y el flujo sanguíneo cerebral al final de la aspiración, sin embargo, no encontraron diferencias significativas entre los procedimientos de muestreo lento y rápido [18,19] lo que indica que los efectos observados del muestreo de sangre en los parámetros de espectroscopia de infrarrojo cercano pueden ocurrir independientemente de la velocidad de muestreo de sangre.

El uso de catéteres de la arteria umbilical es un procedimiento común en el paciente prematuro enfermo, donde se extraen grandes volúmenes de sangre. Su uso se ha asociado con una disminución significativa en la oxigenación cerebral [18,21] relacionado principalmente al calibre del vaso sanguíneo, así como al propio procedimiento para la colocación del catéter, aunque sin relación con el origen venoso o arterial que condiciona una disminución similar en el flujo sanguíneo cerebral, por pérdida del volumen intravascular [6,7,19,22]. La extracción de sangre y la infusión a través de las líneas vasculares centrales pueden causar cambios de la presión arterial media y posiblemente, alteraciones del flujo sanguíneo cerebral de los neonatos debido a una autorregulación cerebrovascular deficiente [10,12,13,15,16]. Por otro lado, Wardle [24] demostró, en una población de neonatos pretérmino, una correlación negativa entre el gasto cardíaco, pero no en la presión sanguínea arterial media y la extracción de oxígeno fraccional cerebral por tomas de muestras sanguíneas. Aun con esta evidencia, la extracción excesiva de sangre sigue siendo una práctica frecuente en muchos hospitales [26]. Los pacientes críticos

son una población con alto riesgo por sus condiciones patológicas, en quienes el impacto del muestreo de sangre en los niveles de hemoglobina es particularmente preocupante. No obstante, requieren un monitoreo más estrecho en sus condiciones hematológicas, que permitan la valoración de los tratamientos. Roll y colaboradores [11] reportaron que la reducción en el volumen de extracción por debajo de 1.8 mL/kg por toma es crucial para minimizar los efectos sobre la oxigenación cerebral. Sin embargo, una reducción en el volumen de extracción está limitada por el espacio muerto en los equipamientos y aparatos de análisis clínicos que garanticen resultados confiables en los equipos de análisis de laboratorio. En los pacientes que pesan <1000 g, no es posible una reducción por debajo de 1,8 ml/kg por toma sin arriesgar la validez de los resultados debido a la dilución salina [27]. Esta noción es de importancia clínica porque los recién nacidos prematuros estables mantienen la autorregulación cerebrovascular, mientras que los recién nacidos prematuros enfermos tienen circulación cerebral pasiva por presión, asociada con un alto riesgo de lesiones cerebrales [28,29]. Debido a tal evidencia en los riesgos asociados a la extracción excesiva de sangre para muestra de laboratorio, la Organización Mundial de la Salud determina la necesidad del monitoreo de los servicios de flebotomía y evaluación de eventos adversos. Esta guía hace hincapié en la seguridad del personal involucrado en la toma de muestras sanguíneas, así como en los pacientes que se encuentran bajo un procedimiento invasivo. aun así, sin especificar los límites de seguridad en volumen extraído seguro [30]. Asimismo, el Comité Nacional de Estándares Clínicos de Laboratorio considera la necesidad del control de calidad de procedimientos durante la punción venosa que permitan disminuir la cantidad de errores, sin embargo, deja a consideración de los estándares del laboratorio el volumen sanguíneo necesario a extraer [31,32]. En 2004, Gibson y colaboradores [33], determinaron como “riesgo mínimo” a la cantidad de sangre que se puede recolectar de manera segura, siendo definida cuantitativamente en 10 ml/kg por día o alrededor de 12.5% de volumen sanguíneo total (VST) en adultos. Esto es particularmente útil para los comités de ética o juntas de revisión

institucional que intentan cuantificar los riesgos y beneficios asociados con el muestreo en la categoría de "riesgo mayor que mínimo" para anemia y necesidad de transfusión. Sin embargo, en niños el riesgo por extracción de sangre tiene un mayor impacto si se consideran estas mismas cifras. En una revisión en 2011 [34]. se incluyeron 5 estudios y 9 guías para determinar los límites de volumen de sangre extraída por muestras en población pediátrica que sean consistentes con el "riesgo mínimo" fisiológico, especificando el límite seguro de volumen sanguíneo extraído entre 1% y 5% del VST en una sola extracción (o en 24 horas) y hasta 10% del VST en 8 semanas [34]. Por otro lado, los comités de ética y las juntas de revisión institucional recomiendan un límite de volumen de extracción sanguínea más bajo para niños enfermos (con enfermedades agudas o crónicas) a un máximo de 3 ml/kg en 24 horas (3,8% del VST) [35].

El objetivo del presente estudio fue estimar el volumen de sangre extraído para estudios de laboratorio, en pacientes hospitalizados en la división de neonatología del Hospital General "Dr. Manuel Gea González" así como conocer el apego a la recomendación de volumen de sangre extraído para estudios de laboratorio por día ($< 3.8\%$ del VST o < 3 ml/kg) en las tomas de muestras de sangre extraídas en los sujetos estudiados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal y retrolectivo donde se incluyó una muestra de expedientes de los pacientes prematuros y con peso bajo al nacimiento hospitalizados en el área de Neonatología. El muestreo fue no aleatorio por conveniencia. El tamaño de la muestra fue de 15 expedientes de los pacientes prematuros y con peso bajo al nacimiento hospitalizados en la división de neonatología del Hospital General "Dr. Manuel Gea González" del 1º de enero de 2019 al 31 de diciembre de 2019. En conjunto, los expedientes tuvieron 156 semanas de estancia intrahospitalaria, las cuales se utilizaron para estudiar el número de estudios de laboratorio realizados durante el internamiento. Con base en la

cuantificación del número y tipo de estudios reportados por semana se estimó el volumen sanguíneo extraído por semana y por día para estudios de laboratorio. Para la estimación del volumen de sangre de cada estudio se consideró el volumen mínimo necesario para obtener un resultado válido en el laboratorio clínico del hospital. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa IBM SPSS versión 25 y se utilizó estadística descriptiva para la presentación de los datos.

RESULTADOS

Para el presente estudio se eligió una muestra de 15 expedientes de recién nacidos pretérmino con bajo o muy bajo peso al nacer. El total de semanas de estancia intrahospitalaria a estudiar fue de 156. Con respecto a las características clínicas y desenlaces clínicos de la población estudiada se encontró una mayor proporción del sexo femenino (53.3%), la mediana de la edad gestacional fue de 31 semanas de gestación (sdg), y del peso al nacimiento fue 1087 gramos y la mediana de días de estancia intrahospitalaria fue de 70 días. El 86.6% de la muestra estudiada no tuvo hemorragia intracraneana, por otro lado, un paciente tuvo hemorragia grado I (6.7%) y otro paciente tuvo hemorragia grado II (6.7%).

Como se estudiaron un total de 156 semanas, se obtuvieron estimaciones de parámetros asociados con extracción de sangre para estudios de laboratorio en cada uno de ellas. Los datos se resumen en la Tabla 2. Podemos observar que la mediana del porcentaje del volumen sanguíneo total extraído por semana fue de 3.8% y por día de 0.55%.

El total de estudios solicitados fue de 1663. Los estudios que más frecuentemente se reportaron en 156 semanas de estancia fueron: gasometrías venosas y arteriales (812 muestras), química sanguínea de 5 elementos (208) y biometría hemática (202). El resto de estudios solicitados se pueden observar en la gráfica 1.

En la gráfica 2 podemos observar la frecuencia de presentación en la población de acuerdo con el porcentaje de volumen sanguíneo total por día. La mayor proporción de casos se encuentra

por debajo de 3% del volumen sanguíneo total extraído por día para muestras de laboratorio, sin embargo, son 7 los eventos (semanas estudiadas en donde se estimó el promedio de extracción por día) que se encuentran por arriba de este valor.

Por ultimo, de acuerdo con las recomendaciones internacionales que señalan como deseable una extracción de sangre para muestras de laboratorio en un volumen no mayor de 3.8% de volumen sanguíneo total por día, en el total de 156 semanas, en nuestro estudio existió un apego en el 96.5% de las semanas estudiadas (gráfica 3).

DISCUSIÓN

En éste estudio se comparó el volumen de sangre extraído para estudios de laboratorio en pacientes con peso bajo al nacimiento hospitalizados en la unidad de cuidados intensivos neonatales de nuestra unidad, con los límites seguros reportados en la literatura hasta el momento publicada. Encontrando como resultado principal el apego a las directrices internacionales [33,34,35], las cuales recomiendan un límite de volumen de extracción sanguínea para niños enfermos a un máximo de 3 ml/kg en 24 horas (3,8% del VST). El análisis de los resultados de nuestro estudio obedece a estas pautas, en donde encontramos que, en las 156 semanas estudiadas; la extracción de sangre para muestras de laboratorio en promedio corresponden al 0.86% del VST en los pacientes hospitalizados, considerándose dentro de los límites seguros para la atención del paciente enfermo hospitalizado.

En pautas internacionales se han determinado a los pacientes neonatos prematuros y de bajo peso al nacimiento como aquellos con mayor vulnerabilidad para los cambios en la volemia intravascular, en el entendimiento de las limitaciones vinculadas a su edad gestacional, cronológica y de la fisiopatología de la enfermedad de base, lo que conlleva a consecuencias graves en el paciente crítico hospitalizado propenso a tomas constantes de muestras de laboratorio. Considerándose los cambios de presión arterial media y alteraciones en el flujo sanguíneo cerebral por pérdida del volumen intravascular sobretodo debido a una

autorregulación cerebrovascular deficiente y un volumen sanguíneo total bajo como los factores de riesgo más importantes en estos pacientes. [10,12,13,15,16].

De aquí las implicaciones de nuestro estudio, en el cual se determinó que la cantidad de sangre para estudios de laboratorio se encuentra dentro de los parámetros de seguridad descritos como seguros para la atención del paciente crítico de acuerdo con los comités de ética y las juntas de revisión institucional [34]. Destacando con esto la reducción de riesgos asociados a los que se someten los recién nacidos prematuros y de bajo peso al nacimiento con la toma de estudios de laboratorio, en nuestra unidad hospitalaria.

Así mismo es relevante para el profesional de la salud a cargo de los pacientes neonatales conocer las directrices de seguridad para el límite seguro de extracción de sangre para estudios de laboratorio. En la búsqueda de evidencia se encuentra poca información al respecto a los riesgos de las muestras ya tomadas, pues la mayor cantidad de publicaciones se centran en la reducción de riesgos y errores en el momento de la toma de las muestras [31,32]. Aunque éstos también son factores de gran valor para el control de calidad y la toma de decisiones, pues es importante tener en cuenta todas las medidas de seguridad al momento de la toma de estudios de laboratorio para garantizar resultados válidos y con esto reducir la cantidad de muestras.

Es posible que exista una amenaza en la validez del estudio por el sesgo de información ya que la estimación del volumen a partir de los estudios reportados en el expediente clínico pudiera subestimar el volumen extraído por semana en cada uno de los pacientes. Sin embargo, es relevante que este tipo de trabajos se realicen en áreas hospitalarias en donde se desconoce el apego a los límites de seguridad para extraer muestras sanguíneas y en donde no hay un control documentado de las venopunciones que tienen los pacientes. En este sentido, sería benéfico para la población blanco del estudio que se realizaran reportes prospectivos de la toma de muestras diarias que disminuyan los sesgos y contribuyan a tener una vigilancia objetiva de los riesgos que presentan estos pacientes.

Finalmente, la fortaleza del estudio radica principalmente en las respuestas que otorgan los resultados con respecto al apego a las pautas de seguridad en materia de volumen de sangre extraído por muestras sanguíneas en paciente neonatales; es relevante que a pesar de no existir un control documentado del número de muestras semanales que se realizan en los pacientes, en nuestro estudio en el 96.5% de las semanas estudiadas se estimó una extracción de sangre para muestras de laboratorio menor a 3.8% de VST por día, esto muy posiblemente asociado al sentido clínico de los médicos especialistas en neonatología a cargo de los pacientes de nuestro hospital. En quienes se espera reportar dichos resultados con la finalidad de garantizar una atención medica profesional, valorar integralmente cada caso al momento de decidir la toma de estudios laboratorio, establecer el mejor plan al momento de la flebotomías, reducir riesgos innecesarios y evitar factores que propaguen al error en los resultados, documentar todo el proceso así como el volumen de sangre tomada con cada procedimiento y procurar el tratamiento ideal y seguimiento con los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

Es importante conocer los límites de seguridad en el volumen de extracción de sangre para muestras sanguíneas en pacientes vulnerables, en nuestro hospital existe un apego de 96.5% con base en lo publicado en la literatura científica que establece que no se debe rebasar 3.8% de VST por día. Es fundamental continuar con las recomendaciones y tener claras las practicas que deben desarrollarse para generar una atención segura para el paciente con el fin de garantizar menores consecuencias en los pacientes vulnerables.

REFERENCIAS

1. Pearson H. Blood and blood forming tissues. En: Rudolph C, Rudolph A. Rudolph's pediatrics. 21 ed. Nueva York: McGraw-Hill; 2003. p. 1521-23
2. Segel G. Hemolytic anemias. En: Kliegman, Blum, Geme, Shah, Tasker, et al. Nelson textbook of pediatrics. 16 ed. Filadelfia: Elsevier; 2020. P. 1230-38
3. Wisser D, Van-Ackern K, Knoll E, Wisser H, Bertsch T. Blood loss from laboratory tests. Clin Chem.2003;49(10):1651–5
4. Thavendiranathan P, Bagai A, Ebidia A, Detsky AS, Choudhry NK. Do blood tests cause anemia in hospitalized patients? The effect of diagnostic phlebotomy on hemoglobin and hematocrit levels. J Gen Intern Med. 2005;20:520–4.
5. Corwin HL, Gettinger A, Pearl RG, Fink MP, Levy MM, Ambraham E, et al. The CRIT Study: anemia and blood transfusion in the critically ill – current clinical practice in the United States. Crit Care Med. 2004;32(1):39-52.
6. Platt MJ, Cans C, Johnson A, Surman G, Topp M, Torrioli MG, et al. Trends in cerebral palsy among infants of very low birthweight (<1500 g) or born prematurely (<32 weeks) in 16 European centres: a database study. Lancet. 2007; 369(6):43–50.
7. Alderliesten T, Lemmers PM, Smarius JJ, Van de Vosse RE, Baerts W, Van Bel F. Cerebral oxygenation, extraction, and autoregulation in very preterm infants who develop periventricular hemorrhage. J Pediatr. 2013; 162(4): 698–704 e2.
8. Mehler K, Nowak M, Oberthuer A, Hahn M, Roth B, Kribs A. Blood sampling via a peripheral artery catheter decreases cerebral oxygenation index in very low-birthweight infants. Acta Paediatr. 2014;103(12):1227-32.
9. Meek JH, Tyszczuk L, Elwell CE, Wyatt JS. Low cerebral blood flow is a risk factor for severe intraventricular haemorrhage. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.1999; 81(1): F15–8

10. Perlman JM, McMenamin JB, Volpe JJ. Fluctuating cerebral blood flow velocity in respiratory distress syndrome: Relation to the development of intraventricular hemorrhage. *N Engl J Med.*1983;309(4):204–209.
11. Tsuji M, du Plessis A, Taylor G, Crocker R, Volpe JJ. Near infrared spectroscopy detects cerebral ischemia during hypotension in piglets. *Pediatr Res.* 1998;44(4):591–595.
12. Pryds O, Greisen G, Lou HC, Friis-Hansen B: Heterogeneity of cerebral vasoreactivity in preterm infants supported by mechanical ventilation. *J Pediatr.*1989;115(4):638–645.
13. Tsuji M, Saul P, du Plessis A, Eichenwald E, Sobh J, Crocker R, Volpe JJ: Cerebral intravascular oxygenation correlates with mean arterial pressure in critically ill premature infants. *Pediatrics.* 2000;106(4):625–632.
14. Hunt RW, Evans N, Rieger I, Kluckow M. Low superior vena cava flow and neurodevelopment at 3 years in very preterm infants. *J Pediatr.* 2004; 145(5):588–92.
15. Lott JW, Conner GK, Phillips JB. Umbilical artery catheter blood sampling alters cerebral blood flow velocity in preterm infants. *J Perinatol.*1996;16(5):341–5.
16. Azhan A, Wong FY. Challenges in understanding the impact of blood pressure management on cerebral oxygenation in the preterm brain. *Front Physiol.* 2012;3(471):1-8.
17. Munro MJ, Walker AM, Barfield CP. Hypotensive extremely low birth weight infants have reduced cerebral blood flow. *Pediatrics* 2005;115(6):1591–6.
18. Roll C, Huning B, Kaunicke M, Krug J, Horsch S. Umbilical artery catheter blood sampling decreases cerebral blood volume and oxygenation in very low birthweight infants. *Acta Paediatr.* 2000;89(7):862–6.
19. Hunting BM, Horsch S, Roll C. Blood sampling via umbilical vein catheters decreases cerebral oxygenation and blood volume in preterm infants. *Acta Paediatr.* 2007;96(11):1617–21.

20. Schulz G, Keller E, Haensse D, Arlettaz R, Bucher HU, Fauchere JC. Slow blood sampling from an umbilical artery catheter prevents a decrease in cerebral oxygenation in the preterm newborn. *Pediatrics*. 2003;111(1):73–6.
21. Wyatt JS, Cope M, Delpy DT, Wray S, Reynolds EO. Quantification of cerebral oxygenation and hemodynamics in sick newborn infants by near infrared spectrophotometry. *Lancet* 1986;8(2):1063–6.
22. Bray M, Stucchi I, Fumagalli M, Pugin L, Ramenghi L, Agosti M, et al. Blood withdrawal and infusion via umbilical catheters: effect on cerebral perfusion and influence of ibuprofen. *Biol Neonate* 2003; 84: 187–93.
23. Van de Bor M, Benders MJNL, Dorrepaal CA, Van Bel F, Brand R: Cerebral blood volume changes during exchange transfusions born at near term. *J Pediatr*. 1994;125(4):617–21.
24. Wardle SP, Yoxall CW, Weindling AM: Determinants of cerebral fractional oxygen extraction using near infrared spectroscopy in preterm neonates. *J Cereb Blood Flow Metab* 2000;20(2):272–9.
25. Alazia M, Colavolpe JC, Botti G, Corda N, Ramero C, François G. Blood loss from diagnostic laboratory tests performed in intensive care units. Preliminary study. *Ann Fr Anesth Reanim*.1996;15(7):1004–7
26. Salisbury AC, Kosiborod M. Diagnostic blood sampling: how much is too much? *Expert Rev Hematol*. 2012;5(1):5–7.
27. Davies MW, Mehr S, Morley CJ. The effect of draw-up volume on the accuracy of electrolyte measurements from neonatal arterial lines. *J Paediatr Child Health*. 2000;36(2):122–4.
28. Boylan GB, Young K, Panerai RB, Rennie JM, Evans DH. Dynamic cerebral autoregulation in sick newborn infants. *Pediatr Res*. 2000;48(1):12–7.
29. Greisen G. Autoregulation of cerebral blood flow in newborn babies. *Early Hum Dev*. 2005; 81(5):423–8.

30. Dhingra N, Diepart M, Dziekan G, Khamassi S, Otaiza F, Willburn S, et al. WHO guidelines on drawing blood: best practices in phlebotomy. Board of Editors in the Life Sciences, 2010;1-75.
31. Federal Policy for the Protection of Human Subjects [Internet]. Washintong: Code of Federal Regulations. Title 45 “Public welfare”, Part 46 “Protection of human subjects”. [Actualizado enero 2018; citado marzo 2020]. United States Department of Health and Human Services. Disponible en: <https://www.federalregister.gov/documents/2017/01/19/2017-01058/federal-policy-for-the-protection-of-human-subjects#sectno-reference-21.110%20>.
32. Ernest DJ, Martel AM, Arbique JC, Ernst C, Johnson S, McCall RE, et al. Collection of Diagnostic Venous Blood Specimens. 37. 7ed. Pensilvania: National Committee for Clinical Laboratory Standards;2003.
33. Gibson BE, Todd A, Roberts I, Pamphilon D, Rodeck C, Bolton-Maggs P, Burbin G, Duguid J, Boulton F, Cohen H, Smith N, McClelland DB, Rowley M, Turner G; British Commitee for Standards in Haematology Transfusion Task Force: Writing group. Transfusion guidelines for neonates and older children. Br J Haematol. 2004;124(4):433-53.
34. Howie SR. 2011. Blood sample volumes in child health research: review of safe limits. Bull. World Health Organ. 2011;89(1):46–53.
35. OHRP Expedited Review Categories [Internet]. Maryland: Office for Human Research Protections. [Actualizado enero 1998; citado marzo 2020]. U.S. Department of Health & Human Services. Disponible en: <https://www.hhs.gov/ohrp/regulations-and-policy/guidance/categories-of-research-expedited-review-procedure-1998/index.html>.

TABLAS Y FIGURAS

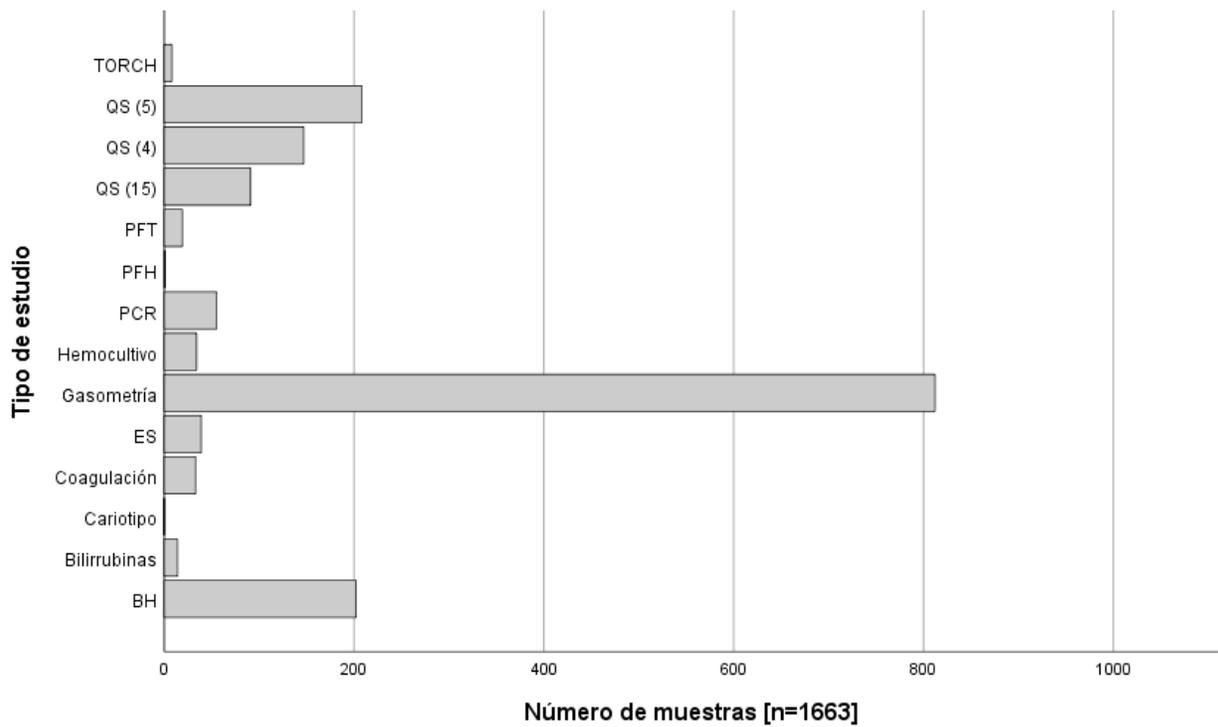
Tabla 1. Presentación de características y desenlace clínicos de la población estudiada.

Variables	Población del estudio (n=15)
Sexo	
Masculino	7 (46.7%)
Femenino	8 (53.3%)
Edad gestacional al nacer	31.0 (4.4)
Peso al nacimiento	1087 (306)
Días de estancia intrahospitalaria	70 (56)
Días de apoyo mecánico ventilatorio	18 (51)
Número de transfusiones	2 (5)
Hemorragia intracraneana	
Ninguna	13 (86.6%)
Grado I	1 (6.7%)
Grado II	1 (6.7%)
Grado III	---
Grado IV	---
Datos representados en: mediana (rango intercuartil) o número de casos (%).	

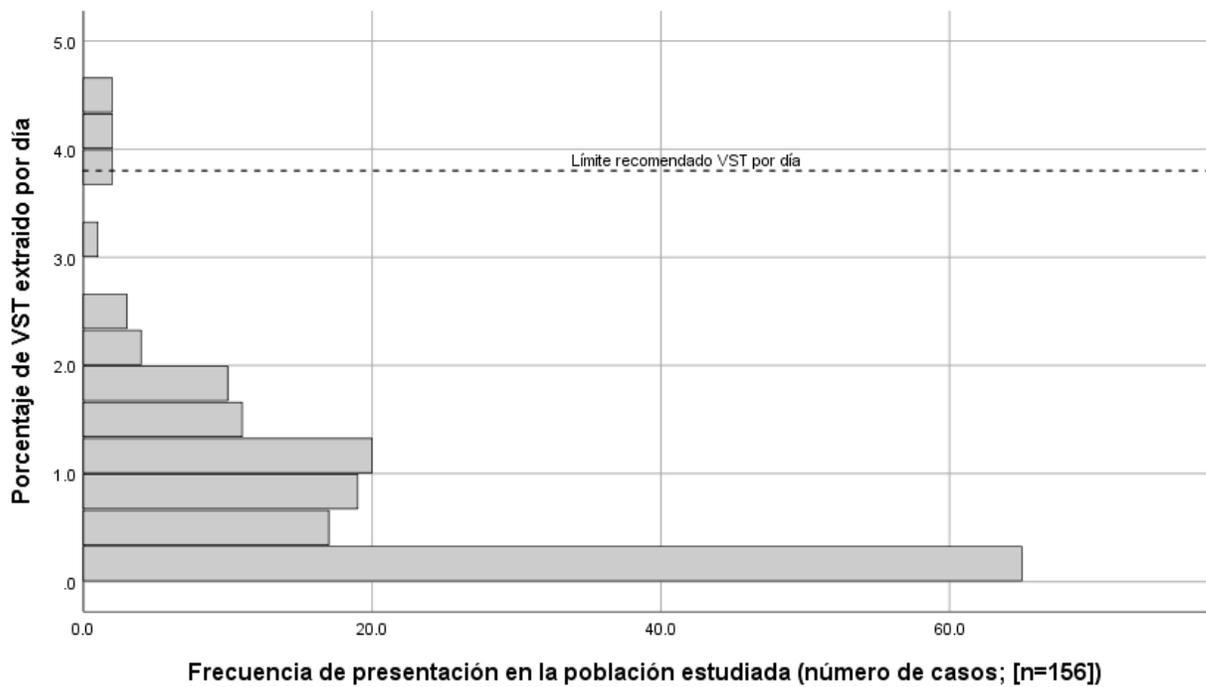
Tabla 2. Estimación de parámetros asociados con extracción de sangre para estudios de laboratorio en la población estudiada.

Variables	Datos
Número de semanas estudiadas	156
Número de muestras sanguíneas extraídas	1663
Volumen estimado de extracción (ml) por semana	4.2 (6.4)
Porcentaje de VST extraído por semana (%)	3.8 (7.7)
Porcentaje de VST extraído por día (%)	0.55 (1.1)
Datos representados en: mediana (rango intercuartil)	

Gráfico 1. Frecuencia de muestras extraídas en la población estudiada con respecto al tipo de estudio realizado.



Gráfica 2. Frecuencia de presentación de casos con respecto al porcentaje de volumen sanguíneo total (VST) extraído estimado por día.



Gráfica 3. Apego a recomendaciones internacionales de volumen de extracción sanguínea por día en la población estudiada.

