



BUAP

Facultad de Medicina

Hospital Universitario de Puebla

Nombre de la Tesis

Comparación entre gasometría venosa y determinación sérica de hemoglobina, hematocrito, sodio y potasio en pacientes pediátricos.

Tesis para Obtener el Diploma de Especialidad en

Pediatría

Presenta

Dr. Fernando Quiroz Ramirez

Director

Dra. Mavi Esmeralda Gálvez Roblero

Asesor

Dr. Aquilino Márquez Toledo



H. Puebla de Z. Enero 2021



BUAP

Facultad de Medicina

Hospital Universitario de Puebla

Nombre de la Tesis

Comparación entre gasometría venosa y determinación sérica de hemoglobina, hematocrito, sodio y potasio en pacientes pediátricos.

Tesis para Obtener el Diploma de Especialidad en

Pediatría

Presenta

No. CVU 1103104 Dr. Fernando Quiroz Ramirez

Director

Dra. Mavi Esmeralda Gálvez Roblero

Asesor

Dr. Aquilino Márquez Toledo



H. Puebla de Z. Enero 2021



BUAP

Facultad de Medicina

Hospital Universitario de Puebla

Nombre de la Tesis

Comparación entre gasometría venosa y determinación sérica de hemoglobina, hematocrito, sodio y potasio en pacientes pediátricos.

Tesis para Obtener el Diploma de Especialidad en

Pediatría

Presenta

No. CVU 1103104 Dr. Fernando Quiroz Ramirez

Director

CMF. Israel Vivanco Pérez

Asesor

Dra. Mavi Esmeralda Gálvez Roblero



H. Puebla de Z. Enero 2021



BUAP.

**BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE PUEBLA
SUBDIRECCION DE ENSEÑANZA, INVESTIGACION Y CAPACITACION EN SALUD**

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS

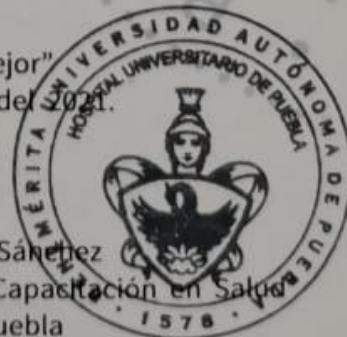
Por este medio la Subdirección de Enseñanza, Investigación y Capacitación en Salud del Hospital Universitario de Puebla, para la evaluación de la tesis del alumno **Fernando Quiroz Ramirez**, manifiesta que después de haber revisado su tesis: **“Comparación entre gasometría venosa y determinación sérica de hemoglobina, hematocrito, sodio y potasio en pacientes pediátricos”** desarrollada bajo la dirección de la **Dra. Mavi Esmeralda Gálvez Robledo**, y asesor metodológico **Dr. Aquilino Márquez Toledo**, el trabajo se **ACEPTA** para proceder a su impresión.

Al cumplir con este último requisito, usted será considerado candidato a obtener el Diploma de la Especialidad en: **Pediatría**.

Emite su voto aprobatorio:

“Pensar bien, para vivir mejor”
H. Puebla de Z., a 25 de enero del 2021.

Dra. Viviane Josephine Maillet Sánchez
Subdirectora de Enseñanza, Investigación y Capacitación en Salud
Hospital Universitario de Puebla



Dedicatoria

A mis padres, por su gran apoyo...

Agradecimientos

Ni el mejor orador, poeta o escritor encontraría las palabras adecuadas para poder agradecer a mis padres que, trágicamente, jamás les he sabido expresar abiertamente lo que siento. Sé lo opulento que soy, ya que poseo la fortuna de tenerlos, dado que en esta época muchos han perecido y tenerlos de guías en este camino asequible, no porque la existencia sea simple sino gracias a la iluminación que me han ofrecido. Me siento complacido de pertenecer a mi familia que me ha apoyado en todo momento y que he sido concedido con la mejor herencia, un poco de tiempo con ellos en cada alba.

ÍNDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Marco teórico.....	3
Antecedentes generales.....	3
Antecedentes específicos.....	6
Justificación.....	8
Planteamiento del problema.....	9
Pregunta de investigación.....	10
Objetivos.....	11
Material y métodos.....	12
Descripción general del estudio.....	15
Resultados.....	16
Discusión.....	21
Conclusiones.....	22
Bibliografía.....	23
Anexos.....	27
Hoja de recolección de datos primarios.....	27

RESUMEN

Introducción: Una determinación de laboratorio es debe ser rápida y confiable para la toma de decisiones en momentos de urgencia y verificar la correlación entre un laboratorio convencional y un gasómetro es vital para el servicio de urgencias.

Objetivos: Comparar los resultados de hemoglobina, hematocrito, sodio y potasio en una gasometría venosa y una determinación convencional.

Material y métodos: Estudio prospectivo, comparativo y transversal. Se analizaron 141 muestras en los equipos Advia 2120i, ABX Micros ES60, Advia 1800 y Rapidpoint 500; en pacientes pediátricos que se realizó determinación convencional y en gasómetro de hemoglobina, hematocrito, sodio y potasio en muestra de sangre venosa de punción única.

Resultados: La correlación entre los equipos Advia 2120i con Advia 1800 y Rapidpoint 500 fue para hemoglobina de r 0.88, hematocrito r 0.77, sodio r 0.56 y potasio r 0.41, por el equipo Advia 1800 y Rapidpoint 500 la correlación fue para hemoglobina r 0.89, hematocrito r 0.87, sodio r 0.58 y potasio r 0.83. por el método de Bland-Altman la variabilidad es mínima con media e intervalos de confianza al 95%.

Conclusiones: Las determinaciones convencionales de hemoglobina y hematocrito contra la gasometría venosa son significativas, sodio y potasio muestra una correlación adecuada y moderada.

INTRODUCCIÓN

El propósito fundamental de un estudio de laboratorio clínico es generar información que permita apoyar el diagnóstico de enfermedades, así como su prevención y tratamiento. Para hacerlo, es necesario utilizar métodos confiables, precisos y apropiados para este propósito, para que los estudios de laboratorio tengan validez se requiere hacer pruebas comparativas y posteriormente determinar su estandarización. (1)

La gasometría es el estándar de oro para diagnosticar trastornos en el intercambio gaseoso y del equilibrio ácido base. La interpretación de la gasometría incluye la evaluación del estado ventilatorio y ácido base de una manera ordenada y sistemática. Habitualmente los gasómetros trabajan con las muestras a 37°C por lo que es importante registrar la temperatura del paciente al momento de la toma para que se realicen los ajustes pertinentes en el equipo (3).

El hematocrito puede presentar cambios significativos dependiendo del lugar de punción en las primeras 24 horas de vida extrauterina, las cifras del hematocrito dependen del volumen sanguíneo al nacimiento; en neonatos con un bajo volumen, los cambios del hematocrito son menores, mientras los neonatos con un alto volumen sanguíneo el hematocrito aumenta considerablemente después del nacimiento (4).

Es importante obtener resultados de manera inmediata y veraz ya que la mortalidad neonatal por estas patologías es importante, las principales causas son: prematurez 28.8%, defectos al nacimiento 22.1%, infecciones 19.5%, otras causas perinatales 18.6%, hipoxia-asfixia 11%. La anemia y los trastornos hidroelectrolíticos, así como las modificaciones de la volemia en la etapa neonatal son frecuentes, los lactantes también pueden tener una afectación importante en estos trastornos (2).

MARCO TEÓRICO

Antecedentes generales

Medición de la hemoglobina

La **espectrofotometría** es el principio en el que se basan varios instrumentos clínicos de laboratorio, entre ellos los que se utilizan para medir la hemoglobina. Se basa en que las sustancias absorben o emiten energía electromagnética a diferentes longitudes de onda.

El método de **cianometahemoglobina**, es la determinación fotométrica de la hemoglobina de una muestra tras su conversión en cianometahemoglobina (HiCN) es el método de referencia para la medición de la hemoglobina (19).

La hemoglobina también puede ser medida como **oxihemoglobina** en este caso, la concentración de carboxihemoglobina, sulfohemoglobina y metahemoglobina no se miden con exactitud. Este método incorporado en hemoglobinómetros que realizan lecturas directas, requiere de un estándar artificial o secundario para su calibración.

La hemoglobina puede ser estimada sin necesidad de conversión química mediante los **cooxímetros**, que son espectrofotómetros que miden los derivados de la hemoglobina con múltiples longitudes de onda y comparan la absorbancia de la muestra con la de una muestra estándar artificial (20).

Colorimetría. Es una de las técnicas empleadas en los laboratorios bioquímicos. Suministra información cualitativa y cuantitativa sobre sustancia en disolución. Es un instrumento diseñado para dirigir un haz de luz paralela monocromática a través de una muestra líquida y medir la intensidad del haz luminoso emergente.

Conductividad. Este método tiene como base la determinación del hematocrito sanguíneo a partir de la conductividad de una muestra de sangre completa dispuesta entre dos electrodos y a la que le aplica una pequeña corriente eléctrica (21).

Los eritrocitos y el plasma tienen propiedades electrofísicas específicas. La membrana de los eritrocitos es eléctricamente aislante, debido a su estructura lipídica, por lo que los eritrocitos no son conductores y representan la mayor parte de la fracción de volumen.

De forma opuesta, el plasma es bastante conductor de la electricidad debido a su contenido en electrolitos y a la existencia de proteínas con carga eléctrica, donde el ion sodio es el que contribuye en mayor medida a su conductividad. Los cambios osmóticos producidos por una menor concentración de proteínas plasmáticas, como ocurre tras una hemodilución, permiten un mayor paso de corriente eléctrica y una mayor conductividad del plasma que se traduce en un valor de hematocrito menor, y viceversa con el incremento osmótico del plasma tras la administración o existencia de partículas no conductoras, disminuye la conductividad lo que sucede con la administración de coloides o en presencia de leucocitos (22).

Medición del hematocrito

Centrifugación es el método que continúa siendo el “Gold estándar” en los laboratorios. Consiste en centrifugar a alta velocidad la muestra sanguínea, con lo que se consigue separar la sangre total en tres capas: una superficial, de plasma, una intermedia que contiene plaquetas y células blancas, y una inferior, que contiene glóbulos rojos. El espesor de ésta última capa es lo que traduce en hematocrito.

Principio de Coulter o de impedancia eléctrica: las células sanguíneas son utilizadas para interrumpir una corriente que pasa entre dos electrodos. La señal es detectada y analizada (12).

Conductividad: El principio de la medición del hematocrito se basa en que la conductividad de la sangre a bajas frecuencias (inferior 100 KHz) depende de la membrana de los glóbulos rojos (no conductora), la conductividad del plasma, y la forma de los eritrocitos y orientación (23).

Medición de electrolitos

Espectrofotometría de llama técnica basada en la medición de la absorción de electrones de átomos o iones metálicos. A nivel biológico, los electrolitos de mayor abundancia son sodio, potasio, calcio, magnesio, cloruro, entre otros. Se utiliza casi exclusivamente para la determinación de Na (Sodio) y K (Potasio) (24).

Espectrofotometría de absorción atómica: Técnica extremadamente sensible. Está constituido por una fuente de radiación monocromática o policromática, un atomizador

para producir los átomos excitados de la sustancia a analizar; un monocromador para seleccionar la longitud de onda

Potenciometría: Se basan en la medida de potencial en celdas electroquímicas, compuestas por un electrodo de referencia de potencial conocido y constante.

Método enzimático: Se basan en la medida de la actividad catalítica de una enzima dependiente de un determinado ion: a más concentración iónica, más actividad catalítica.

Conductometría: Está basado que el plasma es mejor conductor eléctrico que el suero. La conductividad de una disolución es una medida del flujo de corriente que resulta de la aplicación de una fuerza eléctrica (31).

Voltamperometría: Se mide la intensidad en función del potencial aplicado “señal de excitación” en condiciones que favorecen la polarización de un electrodo indicador o de trabajo. Las curvas obtenidas dan información sobre el analito (32)

Antecedentes específicos

En un estudio realizado por Santos Martínez, LE y colaboradores, en el 2018 en el Laboratorio de Fisiología Cardiopulmonar del Departamento de Hipertensión pulmonar y Corazón Derecho de la Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Se estudiaron 300 muestras sanguíneas (arteriales y venosas periféricas) de 150 sujetos con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica en condición estable para conocer la variabilidad entre los parámetros de la gasometría arterial y la gasometría venosa periférica que permitiría adoptar la gasometría venosa periférica como un sustituto de la gasometría arterial y evitar sus posibles complicaciones en el cual concluyeron que los parámetros son similares y podrían ser utilizados de forma intercambiable (5).

Estudio llevado a cabo por Martínez García JJ y colaboradores en 2012 en el Hospital Pediátrico de Sinaloa Rigoberto Aguilar Pico de Julio 2009 a mayo del 2010, incluyéndose muestras de niños de 1 mes a 19 años hospitalizados en el Servicio de Urgencias y en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Se realizaron 151 muestras pareadas en 100 pacientes de gasometría arterial y venosa para determinar la concordancia entre glucosa, sodio y potasio, concluyendo que existe una correlación aceptable con el método de Pearson pero el clínico debe tener precaución en interpretar los resultados ⁶.

El estudio por Bernabeu Andreu F y colaboradores en 2010 se emplearon muestras de sangre de 91 pacientes que acudieron al servicio de urgencias del hospital, obtenidas entre los meses de marzo y junio de 2009. Se empleó el término de *outlier* para definir resultados con valores muy diferentes, en la glucosa, lactato y potasio no se encontraron outliers, mientras que en el sodio se encontró que el valor superaba los límites establecidos (1).

Esquivel Molina CG y colaboradores llevaron a cabo en 2005 un estudio donde participaron 50 sujetos que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos de la Unidad Médica de Alta Especialidad número 134 del Instituto Mexicano del Seguro Social del Centro Médico Nacional de Torreón, Coahuila, México. Se tomaron muestras para determinar la concordancia entre sodio, potasio, calcio, glucosa y hematocrito en el laboratorio convencional y un gasómetro IL GM Premium 3000 reportando que tiene sus limitaciones, con respecto al análisis de analíticos, los cuales son pocos confiables (7).

JUSTIFICACIÓN

La mortalidad y morbilidad neonatal es un importante indicador de salud, las principales causas de mortalidad neonatal es la prematuridad en un 28.8%. El ingreso a una unidad hospitalaria con estancia prolongada puede aumentar las morbilidades del paciente y con ello un aumento de la mortalidad.

Las múltiples tomas de muestra de laboratorio convencional retardan el tiempo de diagnóstico y latencia en el tratamiento, de igual manera la cantidad necesaria de muestra sanguínea suelen medirse en mililitros que para un cuerpo humano en la etapa neonatal la extracción de sangre aún en pequeñas cantidades suele repercutir en su estado hemodinámico.

Las alteraciones hidroelectrolíticas son comunes en edad pediátrica y son de elevada morbimortalidad por lo que su diagnóstico oportuno es esencial para prevenir posibles complicaciones e incluso la muerte.

En escolares y adolescentes una de las principales causas de muerte son las enfermedades diarreicas agudas y los accidentes, por este motivo el tiempo es de suma importancia para el tratamiento para poder realizar acciones concretas para una mejoría sustancial, por lo que sustituir los laboratorios convencionales por un gasómetro será en beneficio de estos pacientes por su menor tiempo de procesamiento.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es indispensable utilizar estudios de laboratorio que sean confiables, precisos y adecuados para las necesidades de cada paciente y el tiempo de espera para instaurar un tratamiento en el menor tiempo posible. Por ello se considera oportuno encontrar un método paraclínico efectivo y con una correlación alta tanto en sensibilidad y especificidad con análisis de laboratorio convencional para la hemoglobina, hematocrito, sodio y potasio.

Tratar de suplir los estudios convencionales de laboratorios por un analizador de gases sanguíneos, considerando que los primeros utilizan una cantidad mayor de volumen sanguíneo para procesar los estudios que los que utiliza los gasómetros, El volumen circulante de un neonato es mucho menor que en un adulto por lo que las multipunciones o la cantidad sanguínea necesaria repercute en el estado hemodinámico del neonato, lo cual disminuiría a su vez la necesidad de transfusión sanguínea.

Preguntas de investigación

¿Existen diferencias entre Hemoglobina, Hematocrito, Sodio y Potasio en las muestras sanguíneas procesadas en una gasometría venosa y determinación convencional?

OBJETIVO GENERAL

- Determinar las diferencias entre los resultados de hemoglobina, hematocrito, sodio y potasio en una gasometría venosa y una determinación convencional.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la hemoglobina analizada en gasómetro con muestra venosa y una determinación convencional.
- Determinar el hematocrito analizado en gasómetro con muestra venosa y una determinación convencional.
- Medir el sodio y potasio analizado en gasómetro con muestra venosa y una determinación convencional.

MATERIAL Y METODOS

Diseño metodológico

Comparativo, prospectivo, transversal.

Universo de Población

Pacientes pediátricos que acuden al HUP al servicio de urgencias y hospitalización.

Población de estudio

Pacientes del servicio de pediatría del Hospital Universitario de Puebla, que requieren toma estudios paraclínicos

Muestra

Conformado por pacientes desde recién nacido hasta los 17 años de edad en el área de pediatría que cumplieron con los criterios de inclusión y se les tomaran muestras de sangre de un mismo sitio de punción en una misma toma, se utilizaron tubos con K2EDTA de biometría hemática y tubo seco para electrolitos, para la toma de gasometría venosa se utilizara una jeringa marca BD present eclipse de 23G1 y será analizada por gasómetro tipo Siems Rapidpoint 500 y analizador de biometría hemática de flujo Siems advia 2120i e Impedancia-ABX Micros ES60; la medición de los electrolitos séricos realizada por el analizador Advia 1800.

- **Criterios de inclusión**

- Pacientes del servicio de pediatría de recién nacidos hasta los 17 años
- Que se realicen análisis sanguíneos con técnica convencional y en gasómetro de hemoglobina, hematocrito, sodio y potasio en muestra de sangre venosa y que ambas sean tomadas de una sola punción.

- **Criterios de exclusión**

- Pacientes con diagnóstico de leucemia

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables de estudio

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Sexo	Término técnico específico en ciencias sociales y biológicas que alude al conjunto de características diferenciadas que cada sociedad asigna a hombres y mujeres	Sexo reportado en el expediente clínico en la ficha de identificación	Cualitativa Dicotómica	1. Hombre 2. Mujer
Edad	Tiempo de existencia en días, meses y años desde el nacimiento	Edad expresada en el expediente clínico en la ficha de identificación	Cuantitativa discreta	0 meses- 17 años
Hemoglobina	Hemoproteína de la sangre, estructura cuaternaria, que transporta oxígeno y dióxido de carbono desde los órganos respiratorios hasta los tejidos	Resultados expresados en gramos/dl en los reportes de laboratorio anexos al expediente clínico (Reporte de gasometría venosa y reporte de laboratorio convencional)	Cuantitativa continua	
Hematocrito	Volumen de glóbulos rojos con relación al total de sangre expresada en porcentaje	Resultados expresados en porcentaje (%) en los reportes de laboratorio anexos al expediente clínico (Reporte de	Cuantitativa	

		gasometría venosa y reporte de laboratorio convencional)		
Sodio	Elemento químico, metal alcalino, catión que participa en el metabolismo celular, mantiene el volumen y la osmolaridad de los líquidos del cuerpo, contracción muscular, equilibrio ácido base.	Resultados expresados en miliequivalentes por litro (mEq/L) en los reportes de laboratorio anexos al expediente clínico (Reporte de gasometría venosa y reporte de laboratorio convencional)	Cuantitativa	
Potasio	Elemento químico, metal alcalino, es el catión con mayor cantidad en el líquido intracelular del organismo humano, participa en el metabolismo osmótico, equilibrio ácido base, contracción muscular, actividad neuromuscular, impulso nervioso, actividad cardiaca.	Resultados expresados en miliequivalentes por litro (mEq/L) en los reportes de laboratorio anexos al expediente clínico (Reporte de gasometría venosa y reporte de laboratorio convencional)	Cuantitativa	

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Descripción general del estudio

Para ejecutar el proyecto es necesario recabar información en base al expediente clínico y los resultados de los estudios de laboratorio registrado en dicho expediente clínico de un periodo comprendido de 12 meses, en pacientes en el área de pediatría en HUP,

Los datos que se recabaron fueron: Fecha de la toma de muestra, edad, sexo, nivel de hemoglobina, hematocrito, sodio y potasio.

Conformado por pacientes desde recién nacido hasta los 17 años en el área de pediatría que cumplieron con los criterios de inclusión, se recabó sangre venosa por flebotomía del dorso de la mano o del dorso del pie por goteo con una aguja hipodérmica marca BD PrecisionGlide 20Gx1 1/4" modelo 301730, para hemoglobina y hematocrito se recabaron 500 microlitros en los tubos BD microtainer con K2EDTA modelo 365974 y se procesó en el laboratorio del Hospital Universitario de Puebla en el departamento de hematología inmediatamente posterior a la toma, se procesó en el equipo Siems advia 2120i un total de 101 muestras y por el equipo de ABX Micros ES60 proceso 40 muestras; la medición de los electrolitos séricos se tomó por goteo de la misma punción en el tubo de la marca BD Vacutainer SST modelo 368159 con 4 mililitros de sangre, se analizó en el Hospital Universitario de Puebla en el departamento de análisis clínicos por medio del equipo Advia 1800; igualmente la gasometría se procesó inmediatamente en el hospital universitario de Puebla en el departamento de análisis clínicos por gasómetro modelo Siems Rapidpoint 500 utilizando 0.4 mililitros de sangre venosa en una jeringa marca BD Preset modelo 364415.

La información primaria para el análisis estadístico se llevó a cabo con la recolección de información en una hoja y los datos en archivo Excel al igual que las gráficas se realizaron en dicho programa.

RESULTADOS

El método estadístico utilizado fue medias, desviación estándar, la correlación fue determinada por el coeficiente de Pearson. Las gráficas de Bland Altman se determinó la diferencia de los valores entre 2 equipos convencionales y el gasómetro.

En total se obtuvieron 141 determinaciones de las cuales 101 fueron procesadas por el equipo Siemens advia 2120i (cuadro I) y 40 determinaciones por ABX Micros ES60 (cuadro II) para la hemoglobina y hematocrito, para los electrolitos séricos la totalidad de las muestras fueron procesadas por el equipo advia 1800 de las cuales el 51% corresponde al género femenino y el 49% al género masculino.

Cuadro I. Análisis de medias y correlación de las muestras entre Siemens advia 2120i con advia 1800 y Siemens Rapidpoint 500

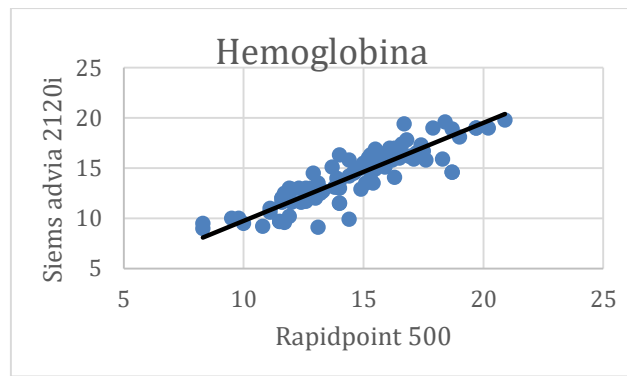
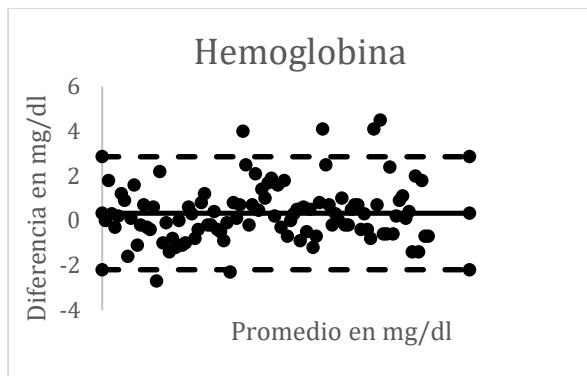
Parámetro	Lab. Convencional Media ± DE	Gasómetro	r	P valor
Hb (mg/dl)	14.5 ± 2.65	14.2 ± 2.73	0.88	< 0.001
Hto (%)	43.61 ± 7.96	41.86 ± 8.33	0.77	< 0.001
Na (mEq/L)	139.2 ± 4.08	136.17 ± 5.61	0.56	< 0.001
K (mEq/L)	4.42 ± 0.71	3.99 ± 0.64	0.41	< 0.001
Lab: Laboratorio, Hb: Hemoglobina, Hto: Hematocrito, Na: Sodio, K: Potasio, r: coeficiente de correlación de Pearson				

Cuadro II. Análisis de medias y correlación de las muestras entre ABX Micros ES60 con advia 1800 y Siemens Rapidpoint 500

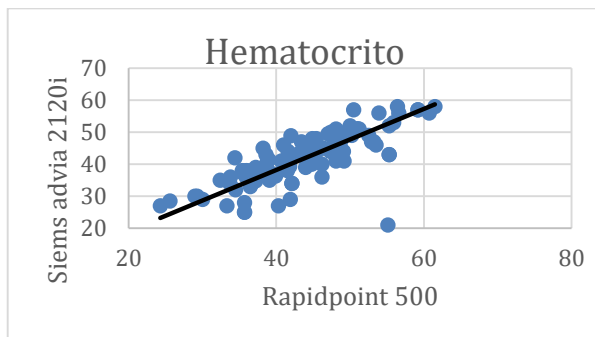
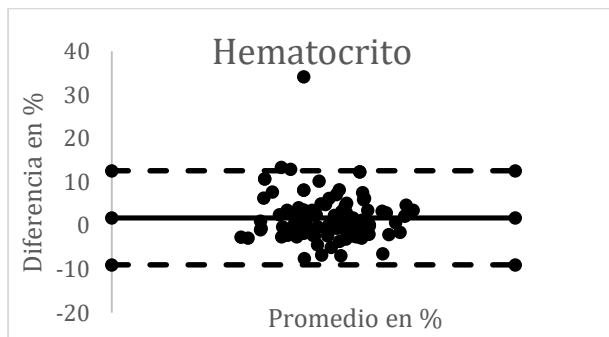
Parámetro	Lab. Convencional Media ± DE	Gasómetro	r	P valor
Hb (mg/dl)	15.29 ± 2.65	15.09 ± 2.61	0.89	< 0.001
Hto (%)	46.03 ± 8.25	44.89 ± 7.61	0.87	< 0.001

Na (mEq/L)	138.75 ± 4.30	135.84 ± 5.65	0.58	< 0.001
K (mEq/L)	4.55 ± 0.69	4.25 ± 0.73	0.83	< 0.001
Lab: Laboratorio, Hb: Hemoglobina, Hto: Hematocrito, Na: Sodio, K: Potasio, r: coeficiente de correlación de Pearson				

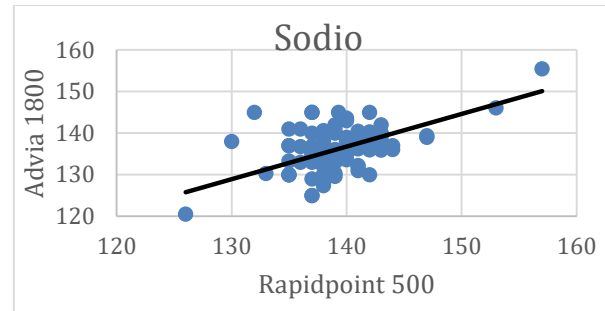
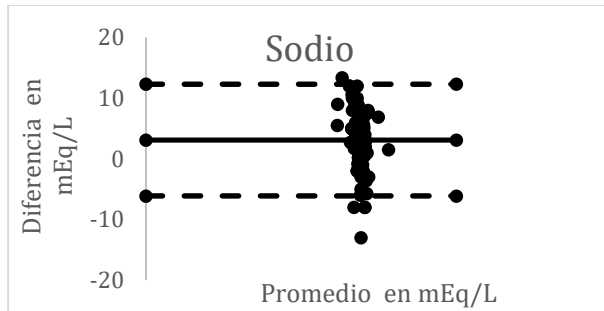
La determinación promedio de hemoglobina por el siems advia 2120i y por rapidpoint 500 fue de 14.5 ± 2.65 mEq/L vs 14.2 ± 2.73 respectivamente, con una correlación adecuada de $r= 0.88$ y un valor p de <0.001 lo cual indica que es semejante la toma por ambos equipos, por el método de Bland Altman las variaciones son mínimas lo cual nos sugiere también una adecuada correlación.



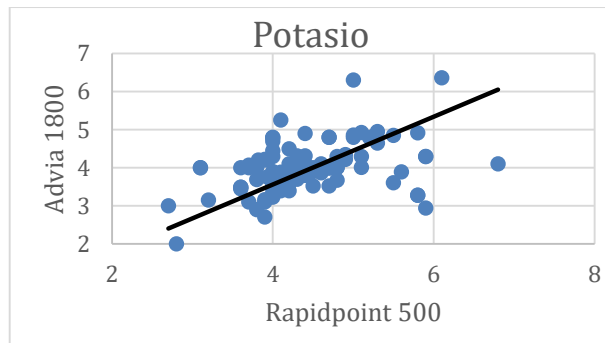
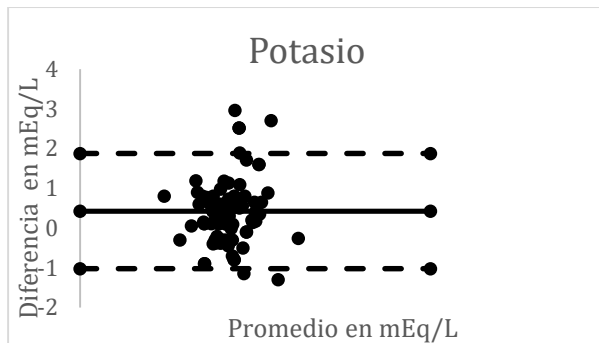
El valor promedio del hematocrito por muestra convencional 43.61 ± 7.96 y por gasometría venosa 41.86 ± 8.33 con una correlación de $r= 0.77$ y una p valor de <0.001 lo que significa que tienen una adecuada correlación y por el método de Bland Altman las variaciones son adecuadas.



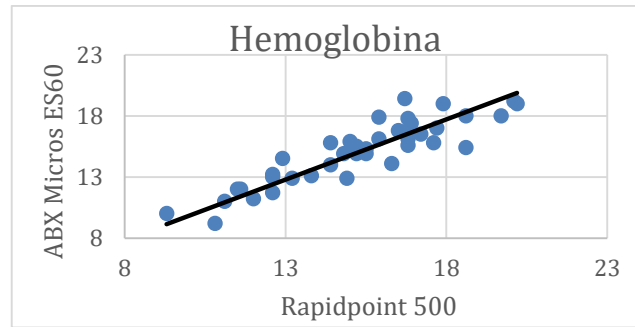
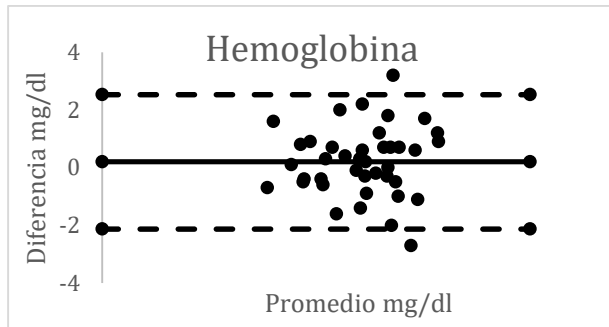
El promedio del valor de sodio fe por laboratorio convencional de 139.2 ± 4.08 y por gasometría venosa de 136.17 ± 5.61 con una correlación sustancia de $r= 0.56$ con una valor de p de <0.001 sin embargo por el método de Bland Altman la dispersión es adecuada.



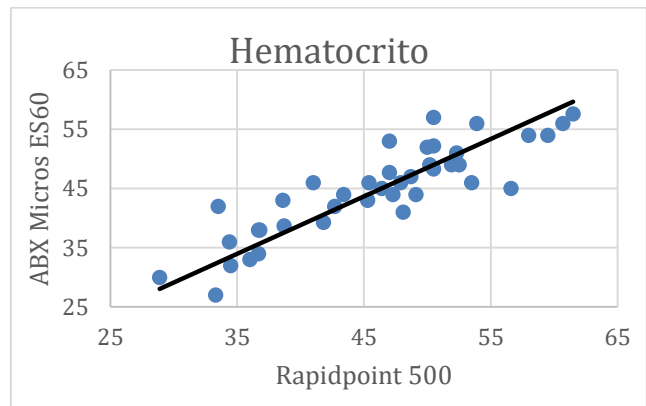
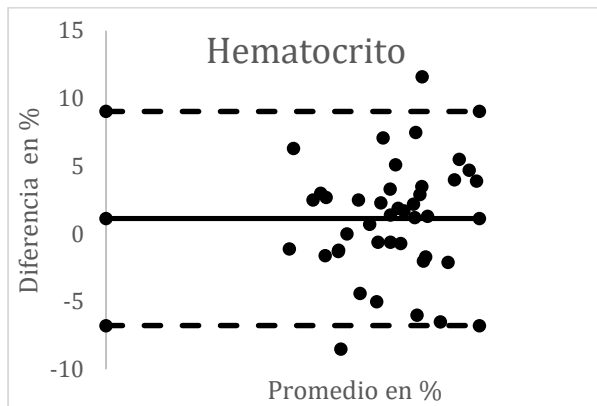
El potasio cuenta con un valor promedio de 4.42 ± 0.71 por el equipo advia 1800 mientras que por el gasómetro se reportó un promedio de 3.99 ± 0.64 con una correlación baja de $r= 0.41$ con una p valor de menor de 0.001 con una variabilidad menor por el método de Bland Altman.



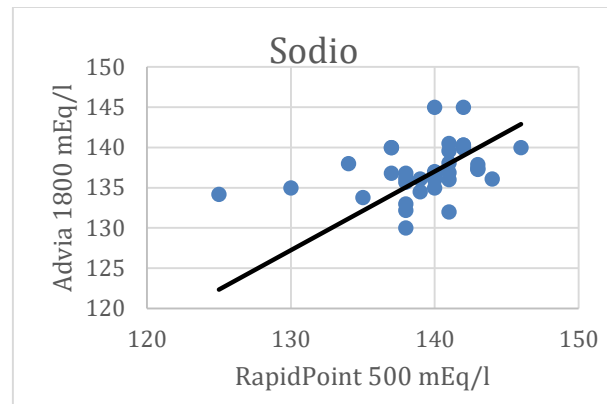
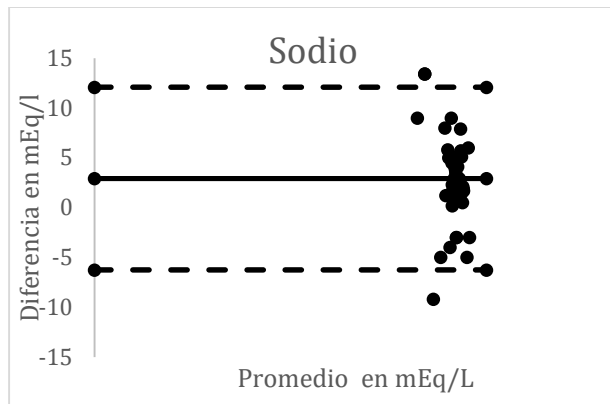
De las determinaciones por que fueron procesadas por el equipo ABX Micros ES60 que aunque fue una muestra sustancialmente menor se logró determinar el valor promedio de la hemoglobina en 15.29 ± 2.65 y del gasómetro 15.09 ± 2.61 con una correlación de $r= 0.89$ y un valor de p menor a 0.001 con una concordancia adecuada por el método de Bland Altman.



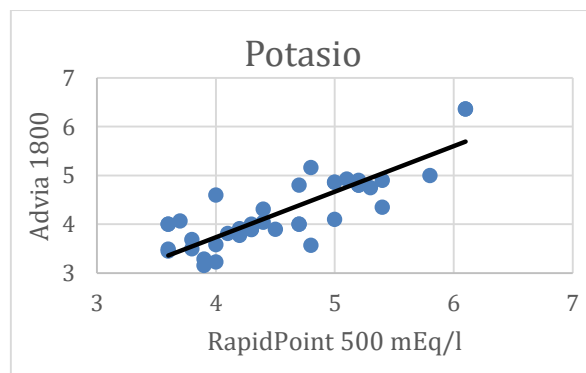
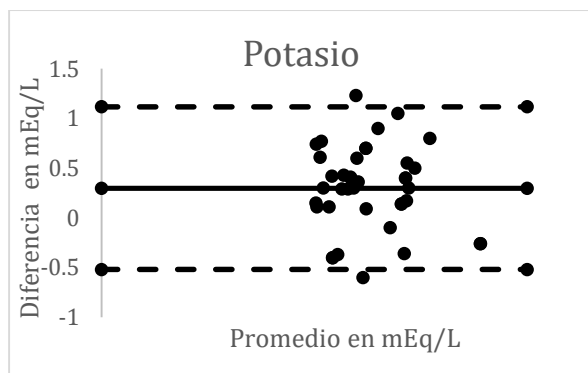
Hematocrito tuvo un valor promedio de 46.03 ± 8.25 por laboratorio convencional y por gasometría de 44.89 ± 7.61 con una correlación de $r= 0.87$ que indica una correlación muy alta y una p valor menor a 0.001 hubo una adecuada dispersión por el método de Bland Altman.



Para el sodio obtuvimos un valor promedio de 138.75 ± 4.30 por laboratorio convencional y por gasometría el valor promedio fu de 135.84 ± 5.65 con una correlación de $r= 0.58$ lo cual indica una correlación moderada con un p valor menor de 0.001 sin embargo por el método de Bland Altman la correlación es adecuada.



El valor promedio por laboratorio convencional en potasio fue de 4.55 ± 0.69 y por gasometría venosa de 4.25 ± 0.73 con una correlación muy alta .0.83 y una p valor menor de 0.001 el grafico de Bland Altman con una confianza del 95% muestra una correlación adecuada.



DISCUSIÓN:

Alteraciones en la hemoglobina y electrolitos pueden provocar patologías y conllevar una elevada morbimortalidad en especial en menores de 5 años y por ese motivo se requieren pruebas que sean de alta confiabilidad y sensibilidad para poder realizar acciones correctivas en el menor tiempo posible para poder disminuir complicaciones. La correlación por ambos equipos es adecuada para todas las determinaciones que se tomaron pues la gráfica de Bland Altman muestra la media y la desviación estándar con una confianza del 95%. Sin embargo por el método de coeficiente de correlación lineal de Pearson para la hemoglobina por el equipo ABX Micros ES60 fue $r=0.89$, y por el equipo Siemens advia 2120i obtuvimos un valor $r= 0.88$ mientras que Esquivel Molina CG y colaboradores obtuvieron valores de 0.73 los cuales son semejantes a los reportados.

Para el hematocrito nuestro valor $r=0.87$ por el equipo ABX Micros ES60 y por el equipo Siemens advia 2120i obtuvimos un valor $r= 0.77$, Esquivel Molina CG y colaboradores obtuvieron valores de $r= 0.77$.

El sodio nos dio una correlación de $r= 0.58$ en el equipo ABX Micros ES60 y por el equipo Siemens advia 2120i obtuvimos un valor $r= 0.56$ un valor menor que el reportado por Esquivel Molina CG y colaboradores que reportaron un valor de 0.79.

Sin embargo para el potasio nuestro equipo ABX Micros ES60 obtuvo una $r=0.83$ y por el equipo Siemens advia 2120i obtuvimos un valor $r= 0.41$ valores muy discordantes que se podría explicar por la diferencia en el número de muestras mientras que Esquivel Molina CG y colaboradores obtuvieron valores de 0.52.

Según Martínez y García por el método de Bland Altman encontraron una variabilidad muy importante para sodio y potasio sin embargo en nuestros resultados la concordancia fue muy adecuada para todos los valores por dicho método. Sin embargo por la correlación de r Pearson nuestra concordancia fue moderada mientras Martínez y García obtuvieron una correlación muy alta por dicho método.

CONCLUSIÓN:

Los valores reportados por ambos equipos son válidos y pueden tomarse como correctos para hemoglobina, hematocrito, sodio y potasio.

La obtención rápida de estos resultados puede ayudarnos a tomar decisiones tempranamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bernabeu Andre FA, Corcho Robleda MA, Redondo Fernández M, Sivera Monzó L, Coca Martín MC y Arribas Gómez I. Procedimiento de validación de magnitudes bioquímicas en un gasómetro. Aplicación alcance flexible en la NORMA ISO 15189. Rev Lab Clín 2010; 3(2): 56-62.
2. Medrano Rodríguez AB, Ortega Cortés R, Torres Infante E, Marcario Reynoso A, Barrera de León JC. Hiponatremia y su etiología en pacientes pediátricos ingresados en la sala de urgencias. Rev Med Inst Seguro Soc 2017; 55(1):64-70
3. Cortés Telles A, Gochicoa Rangel LG, Pérez Padilla R y Torre Bouscoulet L. Ambulatory arterial blood gas analysis. Procedure and recommendations. Neumol cir torax. 2017; 76(1).
4. Bergés García A, Bravo Lindoro AG, Mendoza Zanella RM, Uscanga Carrasco H, Veléz Ruelas MA. DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO POLICITEMIA NEONATAL EN EL 2° Y 3° NIVEL DE ATENCION. GUIA DE PRÁCTICA CLINICA 2015. IMSS-782-15
5. Santos Martínez LE, Ixta Quintana DA, Quevedo Paredes J, Rodríguez Almendros NA, Treviño Mejía AJ, Soto Márquez P. Variabilidad de los parámetros de la gasometría arterial y venosa periférica en sujetos con enfermedad pulmonar obstructiva crónica en condición estable. Rev Med Ins Mex Seguro Soc, 2018. 56(4); 342-346
6. Martínez García JJ, Torres Galicia GCG, Camacho Fregoso JJ. Correlación de la glucosa, sodio y potasio en gases arteriales y sangre venosa periférica en niños graves. Pediatría México; 2012; 14(1).
7. Esquivel Molina CG, Ayala Limón JP, José Ángel Rivera Tizcareño, Velasco Rodríguez VM, Hernández García Oscar, Castillo Ruíz CE. Medición de sodio, potasio calcio y glucosa en suero-plasma y hemoglobina-hematócrito. Med Int Mex 2005; 21 (5):339-346.
8. Ortiz P, Mingo A, Lozano M, Vesga MA, Grifols JR, Castrillo A, Algora M, Romón I, Cárdenas JM. Guía sobre transfusión de componentes sanguíneos. Med Clin 2005; 125(10): 389-396

9. Beutler E; Estructura y función de la hemoglobina, Willias Hematología 6ta edition. Edited By Marbán. Madrid, Marbán, 2005, pp 345-354
10. Mazzella FM, Schumacher HR: Hemoglobin, Clinical chemistry theory analysis, correlations, 5^a edition. Edited by Kaplan LA, Pesce AJ. St Louis, Mosby, 2010: 771-789
11. Rodak B, Fritsma GA, Keohane EM: Metabolismo de la hemoglobina, Hematología: fundamentos y aplicaciones clínicas, 4^a edition. Edited by Panamericana M. Madrid Médica Panamericana, 2014, 132-143
12. Alghamdi AA, Davis A, Brister S, Corey P, Logan A. Development and validation of Transfusion Risk Understanding Scoring Tool (TRUST) to stratify cardiac surgery patients according to their blood transfusion needs. Transfusion 2006; 46:1120-1112
13. Concentraciones de hemoglobina para diagnósticas la anemia y evaluar su gravedad. Organización Mundial de la Salud. Recuperado: https://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf
14. Colombatti R, Sainati L, Trevisanuto D. Anemia and transfusión in the neonate. Semin Fetal Neonatal Med 2016; 21(1): 2-9
15. Ree I, Lopriore E. Causes, Risk Factors, and Management of Anemia and Thrombocytopenia. Hematol Onco Clin North Am. 2019. 33(3): 521-532
16. Martínez Villegas O, Baptista González. Anemia por deficiencia de hierro en niños: un problema de salud nacional. Rev Hematol Mex. 2019. 20 (2): 96-105
17. Nassin ML, Lapping Carr G, de Jong JL. Anemia in the Neonate: The Differential Diagnosis and Treatment. PEDIATR Ann 2015; 44(7): 159-163
18. Rodak B, Fritsma GA, Keohane EM: Metabolismo de la hemoglobina, Hematología: fundamentos y aplicaciones clínicas, 4^a edition. Edited by Panamericana M. Madrid Médica Panamericana, 2014, 132-143
19. Bull BD, National Committee for Clinical Laboratory Standards: Ference and Selected Procedures for the Quantitative Determination of Hemoglobin in Blood: Approved Standard, 3^a edition. Pennsylvania, NCCLS, 2000
20. Radiometer Medical Aps: Abi700 series reference manual. Edited by Radiometer Medical –ApS. Denmark, 2009, pp 1-234

21. Rosenthal RL, Tobias CW: Measurement of the electric resistance of human blood; use in coagulation studies and cell volumen determinations. *J Lab Clin Med* 1948; 33: 1110-1122
22. Myers GJ, Browne J: Point of care hematocrit and hemoglobin in cardiac surgery: a review. *Perfusion* 2007; 22: 179-183
23. Stott RA, Hortin GL, Wilhite TR, Miller SB, Smith CH, Landt M: Analytical artifacts in hematocrit measurements by whole – blood chemistry analyzers. *Clin Chem* 1995; 41: 306-311
24. Pérez López E, Esquivel Arias R. Adequacy of methodologies for analysis of sodium and potassium by atomic absorption spectroscopy in oral rehydration salts. *Tecnología en Marcha*. 2018. 31 (29): 40-57
25. Hernández Cortez E, Ramírez Aldana L. Manejo de líquidos y electrolitos en el neonato. *Rev Mex Anest* 2016; 39(1): 197-199
26. Greenberg JH, Tufro A, Marsenic O. Approach to the Treatment of the Infant With Hyponatremia. *ScienceDirect*. 2015; 65(3): 513-517
27. Mujawar NS Y Jaiswal A. Hyponatremia in the Neonate: Neonatal Hyponatremia and Hyponatremic Dehydration in Neonates Receiving Exclusive Breastfeeding. *Indian J Crit Care Med*. 2017. 21 (1): 30-33
28. Jonguitud Aguilar A, Calvillo Robles S, Ruiz Martínez E, Olvera López G. Management protocol in neonatal hyponatremic dehydration. *Pediatr Ann*. 2015; 29(2): 65-69
29. Martínez y Martínez. *Salud y Enfermedad del Niño y del adolescente*. 8ª edición. Manual Moderno; 2017
30. Gómez Biedma S, Soria E, Vivó M. Análisis electroquímico. *Rev Diagn Biol* 2002, 51(1)
31. Farré J, Ribelles J, Aramburu J, Criado A, Peremiquel M, Ibarz M. Evaluación de un método enzimático para la determinación de iones sodio y potasio en suero *QUIMICA CLINICA* 1994; 13(1):35-40
32. Cález Carrasco MG, García Alegría AM, Bernal Mercado AT, Federico Pérez RA y Wicoche Rodríguez JD. Conductimetry and titrations. When? Why? What for?. *Educ quím*, 2011; 22(2): 105-116

33. Gómez Biedma S, Soria E, Vivó M. Análisis electroquímico. Rev Diagn Biol 2002, 51(1): 400-404

ANEXOS

Hoja de recolección de datos primarios

Fecha y hora de la toma de muestra: _____

Sexo: (M) (F)

Edad: _____

Diagnóstico de ingreso: _____

Gasometría Venosa

Hb _____

Hto _____

Na⁺: _____

K⁺: _____

Biometría hemática

Hb _____

Hto _____

Electrolitos séricos

Na⁺: _____

K⁺: _____

Zona de punción de la muestra _____