



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**SECRETARIA DE SALUD DE LA CIUDAD DE MEXICO
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN**

CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA DE URGENCIAS

**“COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA GASOMETRIA ARTERIAL CON
JERINGAS DE INSULINA HEPARINIZADAS FRENTE A JERINGAS PARA
GASOMETRIA CON HEPARINA SECA EN EL ÁREA DE URGENCIAS DEL
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES BELISARIO DOMINGUEZ”**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN CLINICA

**PRESENTADO POR:
DR. FERNANDO EMIR DOMINGUEZ BETANZOS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN:
MEDICINA DE URGENCIAS**

**DIRECTOR DE TESIS:
DRA. CELNA YOLOTL HERNANDEZ BELLO**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

“COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA GASOMETRIA ARTERIAL CON
JERINGAS DE INSULINA HEPARINIZADAS FRENTE A JERINGAS PARA
GASOMETRIA CON HEPARINA SECA EN EL ÁREA DE URGENCIAS DEL
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES BELISARIO DOMINGUEZ”

Autor: Dr. Fernando Emir Dominguez Betanzos

Vo. Bo.

Dr. Luis Rodolfo Olmedo Rivera

Profesor titular del curso de especialización en Medicina de Urgencias

Vo. Bo.

Dr. Federico Lazcano Ramírez
Director de Educación e Investigación

“COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA GASOMETRIA ARTERIAL CON
JERINGAS DE INSULINA HEPARINIZADAS FRENTE A JERINGAS PARA
GASOMETRIA CON HEPARINA SECA EN EL ÁREA DE URGENCIAS DEL
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES BELISARIO DOMINGUEZ”

Autor: Dr. Fernando Emir Dominguez Betanzos

DIRECTOR DE TESIS

Dra. Celina Yolotl Hernández Bello

Médico adscrito del servicio de Urgencias

A mi familia, por todo el apoyo incondicional y constante,
por nunca dejarme caer.
Para ti Na' Isidra, ¡Lo logramos!

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios, el gran arquitecto por permitirme terminar este ciclo en mi vida, que no fue nada fácil, y del cual me siento infinitamente orgulloso.

Papá, Mamá quiero agradecerles siempre por el ser humano que han formado, por los grandes valores que me han enseñado desde pequeño, gracias por siempre guiarme. ¡Ustedes también son médicos especialistas!

Hermana, tú siempre has creído en mí, el mejor vínculo de mi pasado y la que me acompañará en mi futuro. Te amaré, cuidaré y apoyaré siempre.

A mi abuela, la que desde mi niñez me inspiró el deseo de estudiar siempre, la que me formó y cuidó como su hijo más pequeño. Gracias por nunca dejar de decirme “Estudia mi padre”. Todo comenzó contigo.

Dra. Celna, por ser no sólo mi profesora sino además ser mi amiga, por brindarme su apoyo cuando más lo necesité, muchas gracias por orientarme y aconsejarme.

INDICE

1. Resumen	- 7 -
2. Antecedentes.....	- 8 -
2.1. Marco conceptual	- 8 -
2.2. Marco de referencia.....	- 12 -
2.3. Marco teórico.....	- 14 -
3. Planteamiento del problema	- 18 -
4. Justificación	- 19 -
5. Hipótesis.....	- 19 -
6. Objetivos.....	- 19 -
6.1. General.....	- 19 -
6.2. Específicos	- 19 -
7. Material y métodos	- 20 -
8. Análisis de resultados.....	- 22 -
9. Discusión.....	- 28 -
10. Conclusiones.....	- 29 -
11. Recomendaciones	- 29 -
12. Bibliografía	- 30 -
13. Anexos.....	- 32 -

1. Resumen

Objetivo: Evaluar y comparar la seguridad, calidad y resultados de la gasometría arterial según el tipo de jeringa utilizado en la toma de la muestra en el área de urgencias del Hospital de Especialidades Belisario Domínguez.

Material y métodos: Se realizó una investigación clínica, cuantitativa, observacional, transversal y comparativo de tipo prospectivo de pacientes mayores de 18 años que requirieron estudio gasométrico en el servicio de urgencias del Hospital de Especialidades Belisario Domínguez, durante el periodo comprendido de 1° de Julio a 31 de Octubre de 2017. Se llevó a cabo la toma de dos muestras de gasometría arterial, una con jeringa de insulina heparinizadas con heparina sódica líquida y otra con jeringa para insulina con heparina seca. Y posteriormente se procesaron en equipo de Analizador de gases en sangre GEM Premier 3000. La recolección de datos fue a través de un formato estandarizado que incluyó las variables: datos generales del paciente, tiempo de procesamiento, eventos adversos, diagnóstico, nivel del dolor, resultados y tipo de Jeringa.

Resultados: En nuestra investigación se encontró que hay diferencia estadística significativa importante en valores como el dióxido de carbono, bicarbonato, hemoglobina, déficit de base, hematocrito, presión parcial de oxígeno, potencial de hidrogeno y saturación de oxígeno de acuerdo a la prueba T de student.

Conclusión: En conjunto, el presente estudio deja claro la importancia de utilizar equipos de obtención de muestras sanguíneas adecuados, que, si bien el costo de estos puede restringir su distribución, los beneficios a largo plazo deben considerarse para tomar una decisión para el paciente.

Palabras clave: gasometría, jeringa, heparina, comparación, resultados.

2. Antecedentes

2.1. Marco conceptual

La gasometría arterial proporciona mediciones directas de iones hidrógeno (pH), presión parcial de oxígeno (PaO₂), presión parcial de dióxido de carbono (PaCO₂) y saturación arterial de oxígeno (SaO₂). Además, con el respaldo tecnológico apropiado, se puede medir la concentración de carboxihemoglobina (COHb) y metahemoglobina (MetHb). La concentración de bicarbonato y el exceso de base efectivo no son medidos de manera directa, son valores calculados. Algunos gasómetros miden también electrolitos séricos, lactato, glucosa, entre otros aniones y ácidos débiles. [1] Proporciona una valoración objetiva de la función respiratoria y del equilibrio ácido-básico de los pacientes, lo que unido a su bajo coste y fácil interpretación, hacen de ella una de las exploraciones complementarias más frecuentemente solicitadas en los servicios de urgencias [2].

La medición de los gases en sangre arterial se desarrolló durante el siglo pasado y ha tenido un tremendo impacto en la práctica clínica. Durante los primeros años del siglo XX, no había acuerdo sobre la forma de interpretar la función principal del pulmón, es decir, la oxigenación de la sangre. C. Bohr y J.S. Haldane apoyaban la teoría de que el pulmón podía secretar oxígeno. El oponente más fuerte de esta teoría fue uno de los estudiantes de Bohr, A. Krogh, quien demostró valores más bajos de PaO₂ que la tensión de oxígeno alveolar (PAO₂) en varios experimentos con animales. Alrededor de 1950 se produjo una revolución en la comprensión del intercambio de gases a nivel pulmonar, provocada por dos grupos de investigadores que estudiaron el vínculo entre la ventilación pulmonar y la perfusión. W. Fenn, H. Rahn y A. Otis (el grupo de Rochester) estudiaron los efectos de la hiperventilación, la respiración con oxígeno y la hipoxemia en la composición del gas alveolar y desarrollaron el conocido "diagrama de O₂-CO₂". R. Riley y sus colaboradores concentraron su trabajo en el lado de la sangre de la barrera de gases, teniendo en cuenta las curvas de disociación de O₂ y CO₂ y desarrollando el "diagrama de cuatro cuadrantes". Estos enfoques se mantuvieron como el estándar de oro en la evaluación de anomalías de intercambio de gases durante muchos años hasta la introducción de la técnica de eliminación múltiple de gases inertes, que permitió un análisis más preciso de las anomalías de ventilación/perfusión. [3]

Hasta la introducción de los métodos electromecánicos de análisis a mediados de 1900, la medición del contenido de oxígeno y dióxido de carbono en sangre dependía de la extracción al vacío, habitualmente en combinación con la acidificación para liberar el dióxido de carbono contenido y la alteración química de la oxihemoglobina para liberar el oxígeno. Los gases

liberados se cuantificaron volumétricamente hasta que Donald D. Van Slyke (1883-1971) desarrolló un método manométrico más preciso, que se convirtió en el estándar de oro del análisis de gas en sangre durante más de un cuarto de siglo. El contenido de dióxido de carbono en la sangre es casi en su totalidad bicarbonato. Con la fórmula de la ecuación de Henderson-Hasselbalch, había sido posible calcular la PCO_2 , pero sólo después de medir el pH de la sangre con un electrodo de vidrio y el contenido de dióxido de carbono con la técnica de Van Slyke. Esta metodología, compleja y que consume mucho tiempo, se utilizó a gran escala, por primera vez en Copenhague durante la epidemia de poliomielitis de principios de los años cincuenta para documentar la necesidad y las consecuencias del apoyo respiratorio. Estas exigencias llevaron a Poul Astrup a plantear una nueva técnica basada en el principio de que en el intervalo clínicamente relevante había una relación lineal entre el pH y el log PCO_2 de la sangre. Astrup diseñó un aparato en el cual se podía primero medir el pH de una muestra de sangre, y luego burbujear gas de PCO_2 conocido a través de la muestra, y medir de nuevo el pH. Hizo esto a dos valores diferentes de gas PCO_2 , trazó el pH medido contra el log PCO_2 , trazó una línea entre los puntos, y localizó el pH inicial en esta línea, para identificar el PCO_2 original. La desviación de esta línea de una posición normal se utilizó para definir el desequilibrio ácido-base del paciente. Los términos como el pH estándar y el bicarbonato estándar se utilizaron al principio, pero fue sustituido posteriormente por el término exceso de base, o su equivalente en vivo, el exceso de base estándar [4].

Las indicaciones para el análisis de sangre arterial incluyen: La necesidad de evaluar la suficiencia ventilatoria del paciente ($PaCO_2$), el estado ácido base (pH) y el estado de la oxigenación (PaO_2 y saturación de Oxihemoglobina), la capacidad de transporte de oxígeno (PaO_2 , saturación de Oxihemoglobina, Hemoglobina total y saturaciones de dishemoglobinas) y la presencia de derivación intrapulmonar; la necesidad de cuantificar la respuesta a la terapéutica empleada (por ejemplo administración de oxígeno suplementario, ventilación mecánica) o evaluación diagnóstica (por ejemplo desaturación al ejercicio); la necesidad de evaluar una terapia temprana dirigida por metas midiendo la saturación venosa central de oxígeno en pacientes con sepsis, choque séptico y posterior a una cirugía mayor; la necesidad de monitorizar la gravedad y progresión de enfermedad documentada; la necesidad de evaluar la inadecuada respuesta circulatoria: una gran diferencia entre la PCO_2 venosa central y la pCO_2 arterial indica una perfusión inadecuada y se observa en choque hemorrágico severo, bajo gasto cardiaco, durante la reanimación cardiopulmonar y después de un derivación cardiopulmonar y la necesidad de evaluar el estado ácido-base cuando no se puede obtener una muestra arterial [5]. Las enfermedades que requieren esta exploración con carácter de

urgente son las siguientes: parada cardiorrespiratoria, enfermedad pulmonar obstructiva crónica descompensada, crisis de broncoespasmo, tromboembolia pulmonar, neumonía con signos de insuficiencia respiratoria, bronco aspiración, edema agudo de pulmón, intoxicaciones agudas, estado de choque de cualquier etiología, insuficiencia renal aguda, descompensación diabética aguda hiperglucémica, hipotiroidismo, insuficiencia suprarrenal aguda, hiperpotasemia y estado de coma de cualquier origen [2]. Dentro de las contraindicaciones se encuentran que la muestra no haya sido apropiadamente coagulada, una muestra con burbujas de aire visibles, una muestra que haya sido almacenada a temperatura ambiente por más de 30 minutos en una jeringa de plástico, a temperatura ambiente por más de 5 minutos para fines de estudio o almacenada a temperatura ambiente en presencia de leucocitos o conteo plaquetario elevados. En el caso de necesitar almacenar la muestra por más de 30 minutos deberá almacenarse en una jeringa de vidrio y enfriado a 0-4° C. Algunos de los factores que condicionan el procedimiento y el resultado son: La técnica de la toma de muestra; Coagulación de la muestra debido a una adecuada anticoagulación o a una mezcla inadecuada; Contaminación de la muestra: aire, anticoagulante inapropiado y/o concentración inapropiada, solución salina u otros fluidos (muestra tomada sobre un catéter permanente); la presencia de hiperlipidemia, azul de metileno y/o hidroxibalamina que causan problemas a las membranas del analizador y pueden afectar la medición del O₂ y del CO₂; volumen de muestra inadecuada para el tipo de anticoagulante y/o volumen mínimo que requiere el equipo analizador. [5]

El proceso del estudio de laboratorio se ha dividido tradicionalmente en tres fases. La prueba comienza en la fase pre analítica, que incluye todas las actividades que ocurren antes de la inserción de la muestra en el equipo analizador. Posterior a ella sigue la fase analítica e incluye las reacciones químicas, fluidos y otros procesos que ocurren en la plataforma analítica. Finaliza con la fase post analítica, que incluye todos los eventos que ocurren después de que se genere el resultado de la prueba, como la entrada de datos, el transporte del resultado a través de diversos sistemas de información y la interpretación del resultado. [6]

La heparina es un anticoagulante natural presente en todas las especies mamíferas, llamado así porque fue aislado por primera vez en 1916 del tejido hepático. Se sintetiza en los mastocitos y basófilos y se almacenan en los gránulos secretores de estas células. Dado que los mastocitos están presentes en muchos tipos de tejidos, la heparina puede obtenerse de una gama de tejidos extra hepáticos. Los preparados comerciales ahora se derivan más comúnmente de la mucosa íntima del intestino de cerdo (porcino). Evita que la sangre se coagule por que la única secuencia de pentasacárido contenida dentro de su estructura se une

con intensidad a la antitrombina III. La antitrombina III es una proteína plasmática que inhibe la coagulación sanguínea al unirse e inhibir la acción enzimática de varios factores de coagulación activados, incluyendo factores XIa, Xa, IXa y IIa (trombina). El efecto de la unión de la heparina es aumentar la actividad de la antitrombina III más de 1000 veces. Como consecuencia se evita la formación de fibrina por la cascada de coagulación, un requisito necesario para la formación de coágulos sanguíneos. [7]

La sangre heparinizada se utiliza para el análisis de gases en sangre, pero es muy importante la cantidad correcta de heparina y sangre para prevenir la coagulación de la muestra y obtener resultados precisos de la prueba. La Federación Internacional de Química Clínica (IFCC) ha recomendado que se tome la heparina para lubricar la pared interna de la jeringa y luego debe ser expulsada completamente de la jeringa o debe recolectarse al menos 20 veces el volumen del espacio muerto. El espacio muerto de la jeringa es el volumen de líquido de heparina que queda en el cubo y la aguja después de vaciar completamente la jeringa. Varía con el tamaño de la jeringa y la aguja, tipo de material, etc. En promedio, el espacio muerto es de 0.08-0.25 ml dependiendo del tamaño de la jeringa y la aguja (1 ml-10 ml respectivamente). El llenado insuficiente de la jeringa daría resultados erróneos debido a la dilución y a los efectos químicos. El efecto de dilución de la heparina puede causar una caída en la concentración de pCO₂ y bicarbonato y ya que la heparina es ácida el uso de heparina concentrada puede dar como resultado un aumento de pCO₂ y una reducción del pH. La PO₂ también puede verse afectado por el exceso de heparina. Este problema sobre los efectos de la dilución de heparina puede evitarse mediante el uso una jeringa precargada con heparina liofilizada, pero el llenado insuficiente de esta jeringa también daría resultados erróneos [8]

Se recomienda que la ejecución de la toma de muestra sea la siguiente:

- Se puede obtener la muestra sanguínea de la arteria femoral, humeral o pedía; no obstante, el sitio más común es la arteria radial. Exceptuando condiciones que dificulten la toma de la muestra, se recomienda la arteria radial de la extremidad no dominante.
- Colocar la extremidad en dorso flexión (ángulo de 45 grados) sobre un respaldo plano.
- Realizar la Maniobra de Allen modificada con el objetivo de conocer si las arterias radial y cubital son permeables. Ejecución de la maniobra de Allen modificada: solicitar al paciente que realice varias maniobras de apertura y cierre de la mano que será sometida a la toma de muestra. El personal que realice el procedimiento deberá realizar presión en las arterias radial y cubital con el objetivo de obstruir el flujo sanguíneo. Indicar al paciente que mantenga abierta la palma de la mano e inmediatamente liberar la presión de la arteria cubital. Observar el retorno de la coloración habitual que no debe exceder a 10 segundos y ser considerada como

prueba positiva para la presencia de adecuada circulación colateral. Al confirmar la presencia de una adecuada circulación colateral, se lleva a cabo la desinfección del área (2 centímetros cuadrados) donde se realizará la punción arterial empleando soluciones antisépticas (iodopovidona en solución o clorhexidina al 2%) durante 2 minutos.

- En caso de que el paciente utilice oxígeno suplementario, éste deberá ser suspendido por al menos 20 minutos previo a la toma de muestra. En caso de que el paciente presente síntomas al retirar el oxígeno se deberá notificar al director médico del laboratorio para la mejor toma de decisión relacionada con el procedimiento.

- El personal encargado del procedimiento deberá cerciorarse que las jeringas preheparinizadas se encuentren debidamente empaquetadas. En caso de jeringas no preheparinizadas, deberá lubricar el contenedor de la jeringa empleando heparina 0.1 mil (dilución 1:1,000 UI/mil).

- Localizar el sitio de punción palpando el pulso de la arteria.

- Mientras continúa palpando el pulso, deberá utilizar la mano con mayor habilidad para llevar a cabo la punción de la arteria colocando la aguja adaptada a la jeringa con un ángulo de 45 grados en sentido rostral (contrario al flujo sanguíneo).

- Al finalizar el procedimiento retirar la jeringa y comprimir con una gasa limpia y seca a una distancia de 1 o 2 centímetros del sitio de punción, en sentido proximal o rostral para vigilar complicaciones inmediatas. Se sugiere no comprimir directamente en el orificio del sitio de punción.

- Se sugiere comprimir durante un tiempo de 3 minutos para minimizar las complicaciones.

- La muestra obtenida debe ser mezclada continuamente utilizando las palmas de las manos en sentido rotatorio. [1]

El etiquetado de la muestra debe ser revisado con el nombre completo del paciente, el número de registro médico, fecha de nacimiento del paciente, fecha y hora de la toma de la muestra y el FIO2 medido. [5]

2.2. Marco de referencia

La gasometría arterial es la prueba más rápida y eficaz para informarnos del intercambio pulmonar de gases y el equilibrio ácido base, siendo por lo tanto una prueba diagnóstica indispensable en Urgencias [9]. Proporciona una valoración objetiva de la función respiratoria y del equilibrio ácido básico de los pacientes, lo que unido a su bajo coste y fácil interpretación, hacen de ella una de las exploraciones complementarias más frecuentemente solicitadas en los servicios de urgencias [2].

Se estima que en México existen entre 10,000 y 12,000 laboratorios clínicos y aunque existe la NOM-007-SSA3-2011 Norma Oficial Mexicana Para la organización y funcionamiento de los laboratorios clínicos, la cual contiene los lineamientos mínimos que deben cumplir los laboratorios clínicos, tanto documentales (Manual de la Organización, Manual de Bioseguridad, Manuales de Procedimientos, Manual de Toma de Muestra, Técnicas de diagnóstico, etc.), como de infraestructura, materiales, recursos humanos y tecnológicos (Mecanismos de actualización de su personal, Instalaciones físicas para la toma y análisis de muestras, Equipo de laboratorio, entre otros lineamientos). Sin embargo, no existen datos fidedignos acerca de que se cumpla en todos los laboratorios clínicos, y tenemos que reconocer que en la práctica la aplicación de la misma es mínima. [10]

Hoy en día, las jeringas de heparina precargadas están disponibles en algunos centros. Sin embargo, debido a la falta de disponibilidad de estas jeringas en algunos lugares y al factor costo, los residentes y el personal de enfermería realizan análisis de gases sanguíneos tomando una cantidad variable de heparina en jeringa. [1] De acuerdo a lo descrito en el 2014 por Sevcan y cols. concluyeron que no había diferencia significativa entre la jeringa de insulina heparinizada convencional y la jeringa para gasometría preheparinizada en términos de facilidad de operación. [11]

En contraste en el 2013 Lu y cols. Demostraron que el aire atrapado en la jeringa debe expulsarse lo más completamente posible, ya que la presencia de solo el 1% de burbujas de aire puede provocar una aberración en la medición de PO₂. Las muestras para el análisis de gases en sangre se deben llevar a presión ambiental al laboratorio porque los sistemas de suministro de tubos neumáticos agravan significativamente la aberración relacionada con las burbujas de aire en la medición de PO₂. [12] Kumar y Cols. Recomiendan no utilizar más de 0.1 cc de heparina en la jeringa para extraer sangre arterial o enjuagar la jeringa con heparina, ya que alterará todos los parámetros. Es recomendable recoger muestras anaeróbicamente y usar una jeringa de vidrio ya que las jeringas de plástico son permeables al aire. La muestra se debe procesar de inmediato, preferiblemente en 30 minutos porque las células consumen oxígeno y producen CO₂. PaO₂ varía con la dilución y se puede aumentar también dando un concepto erróneo de una buena ventilación. La heparina influye en varios parámetros del análisis de gases sanguíneos que varían según el tipo de heparina, la proporción seca frente a líquida en la preparación de la muestra, la cantidad de heparina y su mezcla con la muestra de sangre. [13]

Küme y cols. demostraron el peligro de la recolección de sangre de manera no estandarizada en la jeringa lavada con heparina líquida debe evaluarse cuidadosamente. Para prevenir

errores médicos severos debido a la toma de muestra de gas en sangre de manera no estandarizada, se puede recomendar heparina seca balanceada electrolíticamente. Si no es posible, deben utilizarse técnicas estandarizadas en las que el espacio muerto de las jeringas solo se llena con heparina y las muestras se recogen hasta la capacidad total de la jeringa. [14]

2.3. Marco teórico

La función fundamental del sistema respiratorio es proporcionar la homeostasis correcta de los gases pulmonares arteriales, O₂, CO₂ y pH. El análisis de gases en sangre arterial representa la prueba "definitiva" que se utilizará en la práctica clínica en la evaluación de la gravedad y las causas de: 1) anomalías en el intercambio gaseoso pulmonar; y 2) disturbios ácido-base. [3] En la mayoría de las ocasiones, se aprovecha la muestra de sangre arterial obtenida para medir el equilibrio ácido base y para valorar simultáneamente el equilibrio hidroelectrolítico. [15]. Sin embargo, Solak demostró que el analizador de gases en sangre mide el sodio más bajo comparado con los analizadores bioquímicos. [16]

Existen varios factores que afectan la precisión del análisis de gases en sangre hasta en un 75%, incluidos componentes pre analíticos como la habilidad de recoger la muestra, temperatura, sitio anatómico de la toma de la muestra, presencia de aire en la jeringa, tiempo de análisis, mezcla inadecuada, tipo de material de la jeringa, tipo y concentración de heparina. [13] La mayor parte de la variabilidad en la determinación de los gases en muestras de sangre arterial es "pre analítica", y la participación del tipo de equipos utilizados en la obtención de las muestras sanguíneas es fundamental. El tipo de equipo utilizado para la obtención de las muestras y el tiempo de almacenamiento previo a la lectura condicionan el resultado final de las determinaciones. La exactitud y precisión con la que en la actualidad actúan los equipos analizadores han reducido la variabilidad prácticamente a la que se deriva de la obtención y manipulación de las muestras. En esta variabilidad interviene en gran parte el tipo de equipo utilizado para obtener las muestras sanguíneas. Uno de los aspectos que más intervienen en esta fuente de variabilidad es la presencia de burbujas de aire en el interior de la jeringa. Un equipo que casi no las incorpore, que tenga un eficaz sistema de sellado y esté fabricado con un material que posibilite menos adherencia del gas en las paredes y facilite la expulsión de las burbujas será de buena utilidad. Una fuente importante de variabilidad en la determinación de los iones es la presencia de determinados tipos de heparina en el interior del equipo. La utilización de heparina cálcica no equilibrada electrolíticamente puede modificar de forma clara las concentraciones de los iones de calcio en la muestra analizada. [15] La mayoría de los

análisis químicos se realizan en la porción líquida (no celular) de la sangre venosa que se recupera después de la centrifugación de la sangre. La anticoagulación permite la separación inmediata de esta porción líquida (plasma), evitando así el retraso de una hora o más, necesaria para la retracción del coágulo y la separación de la porción líquida (suero) de sangre que no tiene ningún anticoagulante añadido. El método recomendado de anticoagulación para la mayoría de los analitos químicos portadores de plasma es la heparina de litio. Es esencial que la anticoagulación sea completa, no solo para una muestra homogénea necesaria para obtener resultados precisos, sino también para evitar la presencia de micro trombos que pueden bloquear la vía de la muestra de los analizadores de gases en sangre. Hay dos maneras en que la heparina puede interferir con los resultados. La primera es la alta concentración de heparina en sangre, y la segunda es la dilución de heparina de sangre si se usa heparina líquida en lugar de heparina seca (liofilizada). Los analitos tradicionales de sangre y gas (pH, pCO₂ y pO₂) están menos afectados que los electrolitos (especialmente el calcio ionizado), también medidos en modernos analizadores de gases sanguíneos. Los requisitos de la muestra en lo que respecta a la heparina son por lo tanto menos exigentes si sólo se miden pH, pCO₂ y pO₂. Para estos analitos, sigue siendo esencial que la concentración de heparina (sodio o litio) sea inferior a 200 UI/ml de sangre, y que la sangre no se diluya más del 5%. La inclusión de electrolitos en el repertorio de pruebas excluye el uso de heparina sódica en favor de la heparina de litio. La inclusión del calcio ionizado exige que la heparina se liofilizada y la concentración no debe exceder 10 UI/ml de sangre, a menos que se utilice una heparina especializada que elimine el efecto de la fijación de calcio por la heparina [7]. Otro aspecto muy importante es el tipo de aguja utilizada para la punción arterial. El bisel debe ser corto y muy afilado para no dañar la pared de la arteria y el diámetro interior de la aguja debe ser lo suficientemente amplio para permitir el ascenso rápido de la muestra sanguínea. Estos aspectos podrían modificar el tiempo de llenado y la magnitud del dolor. El retraso en el tiempo de lectura también puede modificar significativamente los resultados. [15]

Los errores pre analíticos en el análisis de gases arteriales en sangre pueden afectar de manera negativa las decisiones sobre el manejo del paciente cuando el tamaño del error es clínicamente importante. La Asociación Americana para el Cuidado Respiratorio ha adoptado pautas de práctica clínica que defienden las mejores prácticas para la toma de muestras, el manejo y el análisis de sangre arterial. Existe un consenso de evidencias sobre el almacenamiento de las muestras en hielo y el impacto de almacenar las muestras en plástico. El instituto de estándares clínicos y de laboratorio recomienda que las muestras tomadas en jeringas de plástico no se congelen, sino que deben mantenerse a temperatura ambiente y

analizarse dentro de los 30 minutos posteriores a la recolección, y que debe utilizarse jeringas de vidrio cuando se demore más de 30 minutos. Algunos libros de texto sobre atención respiratoria continúan defendiendo el almacenaje en hielo. Existe una falta de consideración en la literatura respiratoria sobre los efectos del material de la jeringa, el tiempo de almacenamiento de la muestra y la temperatura en las mediciones de saturación de oxígeno. [17]

Existen varias teorías para explicar los cambios observados en las mediciones de gas en sangre arterial de muestras no analizadas inmediatamente y almacenadas a temperaturas inferiores a 37 ° C en diferentes tipos de jeringas de plástico y vidrio. Varios eventos físicos y fisiológicos probablemente están ocurriendo. De acuerdo con la ley de solubilidad de Henry, la solubilidad del oxígeno y del dióxido de carbono aumenta, lo que disminuye la presión parcial del gas y, según la ley de Gay-Lussac, las presiones parciales de oxígeno y dióxido de carbono disminuyen con la disminución de la temperatura. De acuerdo con la fisiología de la hemoglobina, la P50 (la PO₂ a la que la hemoglobina está saturada en un 50%) disminuye, lo que indica un aumento de la afinidad de la oxihemoglobina y un desplazamiento a la izquierda de la curva de disociación de la oxihemoglobina. Se cree que el metabolismo de la sangre se reduce, hay menos consumo de oxígeno y mayor producción de dióxido de carbono. Cuando la sangre se recalienta a 37 ° C para el análisis, se piensa que estos procesos se revierten sin un cambio neto en los valores. Una teoría común es que el metabolismo de la sangre causa el cambio, que apoyaría la formación de hielo de las muestras para detener el metabolismo de eritrocitos y leucocitos. Cuando la sangre se almacena en vidrio durante 30 min a temperatura ambiente, no hay cambios significativos en PaO₂ o PCO₂. La refrigeración de la sangre de 37 ° C a 22 ° C puede disminuir eficazmente el metabolismo. Cuando la sangre se almacena en plástico, ocurren cambios opuestos e inconsistentes con el metabolismo, lo que apoya la teoría de la difusión de gases a través del plástico. Esta teoría postula que cuando el plástico se enfría a 0-4 ° C, las moléculas de plástico se contraen, abriendo poros más grandes para que el oxígeno se difunda a través, pero no lo suficientemente grande para que la molécula de dióxido de carbono más grande se difunda a través. Para obtener resultados precisos de PaO₂, las muestras extraídas en jeringas de plástico deben ser analizadas inmediatamente. No se recomienda el almacenamiento en hielo de jeringas de plástico que contengan muestras de sangre arterial. Si se predice el retraso del análisis, las muestras se deben extraer y almacenar en vidrio. En presencia de leucocitosis, las muestras se deben extraer en vidrio y almacenarse a 0-4 ° C. [18].

Las posibles complicaciones incluyen: Infección de la persona que manipula la muestra con virus de inmunodeficiencia humana, hepatitis C y otros patógenos transmitidos por la sangre.

[5]

Se enlistan una serie de complicaciones del procedimiento de la toma de gasometría arterial:

[1]

- a. Espasmo de la arteria puncionada.
- b. Reacciones vasovagales y síncope.
- c. Hematoma (mayor riesgo con punciones múltiples
- d. no exitosas).
- e. Trombosis arterial.
- f. Trauma vascular (la lesión más grave ocurre al desgarrar la pared de la arteria, es un evento muy raro; no obstante, para disminuir el riesgo se debe introducir la aguja en línea recta, evitar en todo momento oscilaciones de la aguja durante el intento de puncionar la arteria).
- g. Infección.
- h. Reacción alérgica al anestésico.
- i. Hemorragia.
- j. Dolor en sitio de punción.
- k. Parestesias durante o posterior a la punción (síntomas de lesión temporal del nervio correspondiente a la arteria intervenida. Se sugiere retirar la aguja y reintentar la punción).

A pesar de que el procedimiento suele ser doloroso, en un ensayo abierto Cortes y cols. concluyen que la aplicación de lidocaína en ungüento al 5%, 30 minutos previos a la toma de gasometría arterial, no disminuye la intensidad del dolor durante el procedimiento comparado con el placebo. [19]

3. Planteamiento del problema

En la actualidad la toma de gasometrías arteriales en los hospitales alrededor del mundo, principalmente en los servicios de urgencias, es una práctica habitual de suma importancia y repercusión en el proceso diagnóstico y terapéutico del paciente. En nuestro país, es un estudio de gran relevancia en diversas patologías de acuerdo a nuestras guías de práctica clínica. Así mismo en nuestra institución de salud y debido al impacto económico actual, muchas veces es el primer y en ocasiones el único estudio de laboratorio disponible en el área de urgencias de cada hospital. La manera de realizar dicho proceso involucra una técnica y manejo ya establecido con lineamientos estrictos que van desde la autorización del paciente, así como la apropiada toma de la muestra con el material adecuado e interpretación de resultados bioquímicos, éstos últimos totalmente dependientes de las variables pre analíticas. Existen distintas metodologías relacionadas al material y técnica de toma de las muestras, en la mayoría de los centros hospitalarios como el nuestro, es habitual realizar la toma de gasometrías con jeringas de insulina las cuales previo a la toma, se impregnan de heparina sódica líquida lo cual genera en primera instancia riesgo para el personal que toma la muestra al manipular punzocortantes, así como riesgo para el paciente tras haber alterado la integridad de la aguja así como exposición a agentes patógenos por contaminación, sin olvidar el tipo y cantidad de heparina necesaria de acuerdo a la normativa.

Sin embargo, esta prueba diagnóstica involucra un manejo estricto de la muestra, por lo que requieren de un material especializado en ello que apoye al operador durante su realización ya que resulta un proceso importante que tiene como finalidad disminuir el riesgo de complicaciones, ofrecer seguridad al paciente, disminuir el tiempo del procedimiento, así como calidad en la toma de la muestra y por ende en los resultados emitidos por la misma.

Por lo anterior se establece la siguiente pregunta de investigación.

¿Cuál será el resultado de la gasometría arterial tomada con jeringa de insulina heparinizada frente a jeringa para gasometría con heparina seca, en pacientes del servicio de urgencias del Hospital de Especialidades Belisario Domínguez?

4. Justificación

El obtener las muestras de gasometría arterial con jeringa de insulina heparinizada genera un impacto importante en el consumo de insumos, que propiamente ya es una limitante, así como el efecto directo que posee en el tratamiento del paciente de acuerdo a las guías clínicas. De acuerdo a las guías y normativas de la toma de estas muestras, se especifican características propias del material utilizado para obtener un resultado de calidad para el enfermo. Así mismo existen propiedades físicas y químicas de los elementos utilizados para el adecuado manejo de la gasometría arterial, así como el impacto que tienen los cambios fisiológicos de los elementos de la sangre en los resultados. Es por esta razón por lo que se propone la utilización de jeringas prefabricadas y previamente heparinizadas con heparina cálcica seca como parte del equipo apropiado para la extracción del estudio de laboratorio y se obtengan beneficios en la seguridad durante la toma de la muestra y eficiencia y calidad de resultados, beneficiando así el consumo adecuado de material y equipo de una unidad hospitalaria. Además de continuar con la innovación que caracteriza a un hospital de tercer nivel como lo es el nuestro.

5. Hipótesis

La seguridad y calidad en la toma de la muestra y resultados es diferente cuando se realiza la determinación con jeringas prefabricadas y heparinizadas con heparina cálcica seca que la obtenida con jeringas de insulina preparadas y heparinizadas con heparina sódica líquida.

6. Objetivos

6.1. General

Evaluar la seguridad, calidad y resultados de la gasometría arterial según el tipo de jeringa utilizado en la toma de la muestra.

6.2. Específicos

- Evaluar el tiempo de proceso entre la toma de la gasometría arterial y el análisis bioquímico de la misma.
- Evaluar los eventos adversos durante el proceso pre-analítico de la toma de la muestra.
- Comparar los resultados obtenidos entre ambos tipos de jeringas y evaluar sus diferencias.

7. Material y métodos

Área de investigación: Clínica

Diseño de estudio: Cuantitativo, Observacional, Transversal, Comparativo de tipo Prospectivo

Definición del Universo:

Tiempo. 1° de Julio a 31 de Octubre de 2017. Se incluye cronograma de estudio. (Anexo 1)

Lugar. Hospital de Especialidades Belisario Dominguez

Persona. Pacientes mayores de 18 años que requieren estudio gasométrico en el servicio de urgencias del Hospital de Especialidades Belisario Dominguez.

Tipo. Finito.

Definición de unidades de observación:

Criterios de inclusión

1. Pacientes mayores de 18 años que ingresen al servicio de Urgencias del Hospital Belisario Domínguez y se realice toma de gasometría con jeringa pre heparinizada.
2. Pacientes mayores de 18 años que ingresen al servicio de Urgencias del Hospital Belisario Domínguez y se realice toma de gasometría con jeringa de insulina heparinizada.

Criterios de exclusión

1. Muestra gasométrica no valorable
2. Toma de muestra fallida

Diseño de la muestra: Censo

Fuente de información

Se realizó toma de gasometría arterial con jeringa de insulina heparinizadas y con jeringa para insulina con heparina seca a pacientes que ingresaron al área de urgencias del Hospital de Especialidades Belisario Domínguez durante el periodo comprendido entre Julio a Octubre de 2017 y se procesaron en equipo de Analizador de gases en sangre GEM Premier 3000 del área de laboratorio del mismo hospital.

La recolección de datos fue a través de un formato estandarizado que incluyó las variables: datos generales del paciente, tiempo de procesamiento, eventos adversos, diagnóstico, nivel del dolor, resultados, tipo de Jeringa.

Se incluye imagen del formato de recolección de datos al final. (Anexo 2).

Variables

VARIABLE / CATEGORÍA	TIPO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	CALIFICACIÓN
Edad	Control	Tiempo transcurrido entre la fecha de nacimiento hasta la fecha de estudio registrado	Cuantitativo continuo	Años.
Tiempo de procesamiento	Dependiente	Tiempo transcurrido desde el primer intento de la toma de muestra hasta la impresión del resultado.	Cuantitativo continuo	Minutos
Eventos adversos	Dependiente	Análisis de los diferentes eventos relacionados a complicaciones secundarias a la toma de la muestra y periodo pre-analítico.	Cualitativo nominal	Punción, Burbujas, Coagulación de muestra, hematoma.
Dolor	Dependiente	Valoración numérica que el paciente le otorga a su dolor en la Escala Visual Análoga.	Cuantitativo continuo	1-10
Resultados	Dependiente	Consecuencia del procesamiento de la muestra	Cuantitativa continua	pH, pO ₂ , pCO ₂ , Lactato, HCO ₃ , Na, K, Cl, EB, SO ₂
Tipo de Jeringa	Independiente	Tipo de material para la toma de muestra	Cualitativa nominal	Heparinizada / de insulina

8. Análisis de resultados

En la población de estudio se incluyeron 84 pacientes que ingresaron al área de urgencias del Hospital de Especialidades Belisario Domínguez durante el periodo del 1º de Julio al 31 de Octubre de 2017, a los cuales se le realizó la toma de dos muestras de gasometría arterial, una con jeringa de insulina heparinizada con el anticoagulante en su forma líquida y otra con jeringa para gasometría con heparina seca respectivamente. En una primera etapa se realizó la aleatorización en la toma de muestras gasométricas con el subsecuente registro de datos requeridos según las variables establecidas. No se discriminó sobre las características generales del paciente para el estudio, por lo que el género y el diagnóstico era irrelevante para los resultados del estudio. Se elaboró la transcripción de datos a paquetería Office Excel y se plasmó el análisis estadístico de los datos obtenidos en programa SPSS-21.

De forma cualitativa se encontró que del total de pacientes sólo 1 paciente (1.2%) presentó incidente con la jeringa para gasometría heparinizada, como se muestra en la gráfica 1, manifestado como hematoma posterior en la zona de la punción arterial. Con la jeringa de insulina no se encontró incidente alguno.

INCIDENTES DE PACIENTES CON JERINGA HEPARINIZADA	Frecuencia	Porcentaje
Con incidentes (hematoma)	1	1.2
Sin incidentes	83	98.8
Total	84	100.0

Gráfica 1. Frecuencia de incidentes.



Fuente: Base de datos de elaboración propia.

Los resultados cuantitativos de cada variable valorada fueron los siguientes: tiempo, numero de intentos, dolor, pH, Pco2, po2, Na, K, Ca, Glu, Lac, Hto, HCO3, EB, SO2 y Hb. De los cuales se grafican únicamente los que se encontraron diferencia estadísticamente significativa con un valor de $p < 0.01$. Los datos estadísticos de todas las variables para cada jeringa se resumen en las siguientes tablas.

Estadísticas descriptivas	JH TIEMPO (minutos)	JI TIEMPO (minutos)	JH N° INTENTOS	JI N° INTENTOS	JH DOLOR (EVA)	JI DOLOR (EVA)	JH pH	JI pH	JH pCO2	JI pCO2	JH pO2	JI pO2
Media	17.62	18.18	1	1.11	4.24	4.35	7.3788	7.3619	36.77	35.37	74.10	65.77
Mediana	13.50	15.00	1	1.00	5.00	5.00	7.4100	7.4200	33.00	32.00	69.00	63.00
Moda	13	19	1	1	5	5	7.45	7.43	29 ^a	27	52	63
Desviación estándar	9.36	14.68	0	0.31	2.84	2.52	0.15	0.15	12.42	13.54	23.40	22.36
Varianza	87.66	215.47	0	0.10	8.06	6.37	0.02	0.02	154.32	183.44	547.61	500.03
Rango	30	56	0	1	10	10	.69	.68	49	52	91	101
Mínimo	7	4	1	1	0	0	6.86	6.87	22	21	39	13
Máximo	37	60	1	2	10	10	7.55	7.55	71	73	130	114

Fuente: Base de datos de elaboración propia.

Estadísticas descriptivas	JH Na	JI Na	JH K	JI K	JH Ca	JI Ca	JH Glu	JI Glu	JH Lac	JI Lac	JH Htc	JI Htc
Media	135.5	139.2	4.2	4.2	7.0	0.9	148.5	145.4	3.3	3.4	38.7	34.8
Mediana	136.0	139.0	3.8	3.9	1.1	0.9	119.0	131.0	1.8	1.7	40.0	32.0
Moda	131	137	3.40	4.30	1.1	.92	146	138	1.70	1.50	35	38
Desviación estándar	4.90	3.75	1.46	1.16	29.52	0.15	101.37	105.41	3.23	3.34	13.62	11.29
Varianza	23.99	14.03	2.14	1.34	871.53	0.02	10275.24	11111.20	10.43	11.14	185.50	127.50
Rango	18	16	6.10	5.30	218.32	.64	446	435	13.60	13.80	51	44
Mínimo	127	130	1.40	1.40	.68	.49	54	54	.40	.50	14	15
Máximo	145	146	7.50	6.70	219.00	1.13	500	489	14.00	14.30	65	59

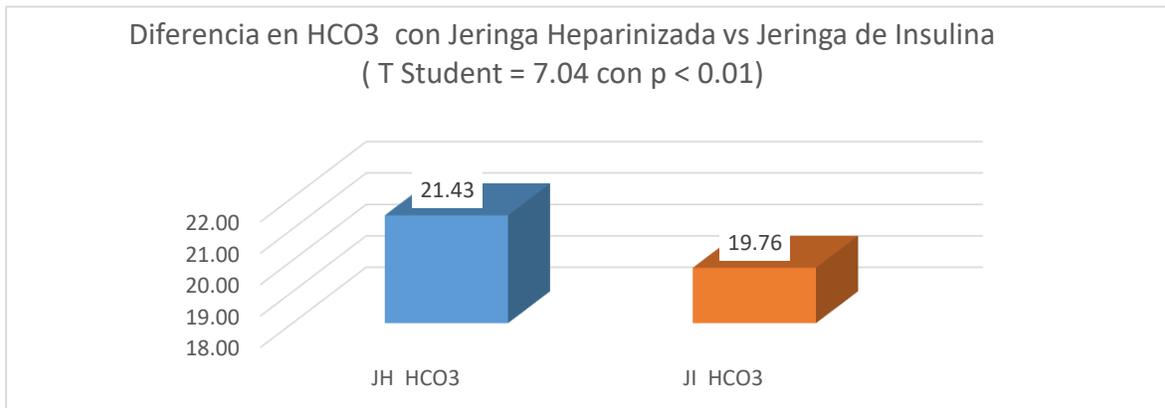
Fuente: Base de datos de elaboración propia.

Estadísticas descriptivas	JH HCO3	JI HCO3	JH Beecf	JI Beecf	JH SO2	JI SO2	JH THbc	JI THbc
Media	21.4	19.8	-2.6	-5.7	91.8	86.0	13.3	11.3
Mediana	21.5	20.6	-2.2	-4.5	94.5	91.5	13.1	10.2
Moda	20.9	20.8	-0.6	-3.7	95.0	91.0	11.2	12.2
Desviación estándar	5.20	5.43	9.55	6.70	5.87	20.07	3.68	3.65
Varianza	27.00	29.43	91.29	44.91	34.47	402.77	13.52	13.29
Rango	19.10	21.00	51.30	28.40	21	88	13.70	14.10
Mínimo	11.30	10.30	-22.20	-22.80	77	10	7.10	4.80
Máximo	30.40	31.30	29.10	5.60	98	98	20.80	18.90

Fuente: Base de datos de elaboración propia.

En cuanto al parámetro Bicarbonato se encontró una media de 21.4 con la jeringa para gasometría heparinizada, en comparación con 19.8 con la jeringa de insulina. Como se muestra en la siguiente gráfica.

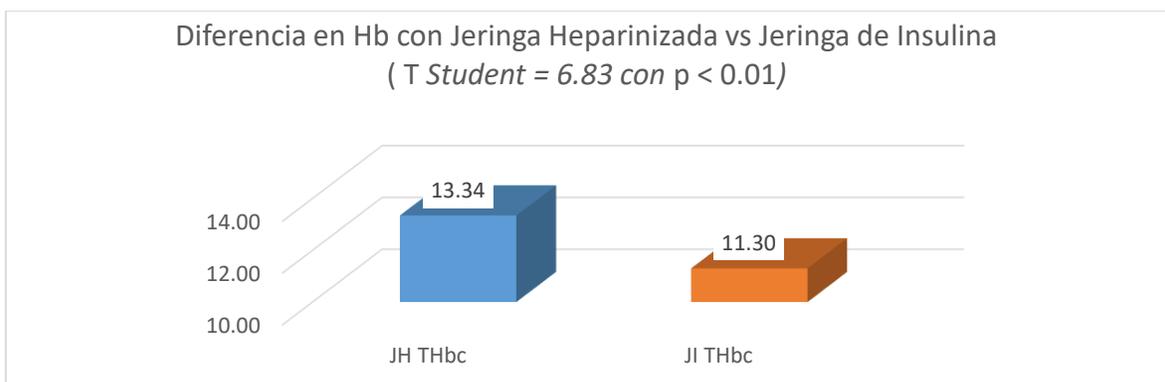
Gráfica 2. Diferencia en la Media de bicarbonato



Fuente: Base de datos de elaboración propia.

En cuanto al parámetro hemoglobina se encontró una media de 13.34 con la jeringa para gasometría heparinizada, en comparación con 11.3 con la jeringa de insulina. Como se muestra en la siguiente gráfica.

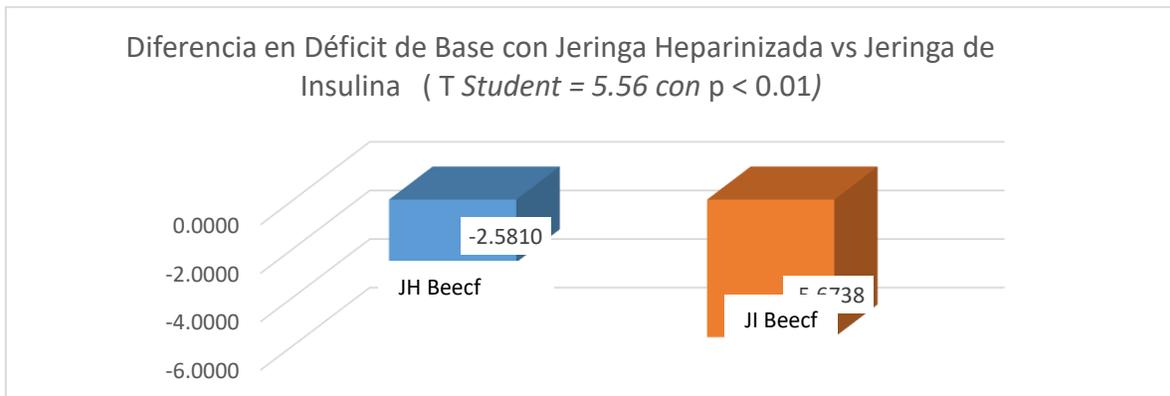
Gráfica 3. Diferencia en la Media de hemoglobina



Fuente: Base de datos de elaboración propia.

En cuanto al parámetro déficit de base se encontró una media de -2.58 con la jeringa para gasometría heparinizada, en comparación con -5.6 con la jeringa de insulina. Se encontraron valores negativos tomando en cuenta que el rango normal del exceso de base oscila entre +2 a -2. Como se muestra en la siguiente gráfica.

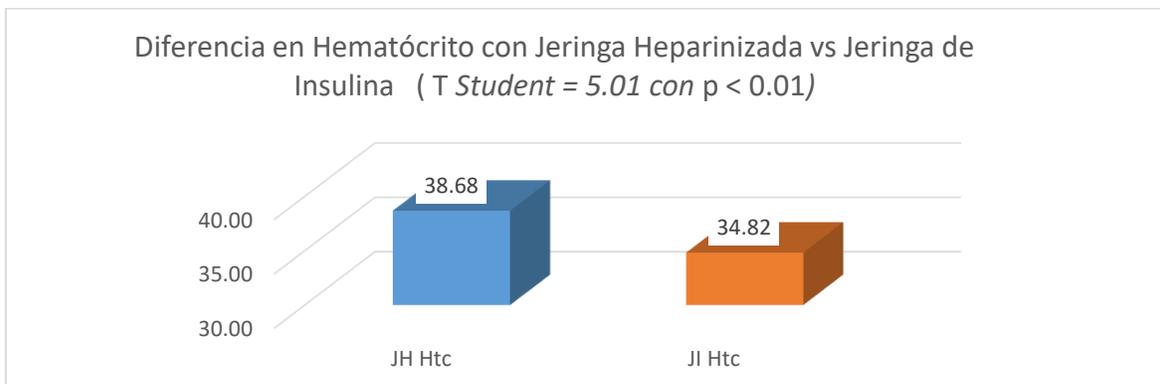
Gráfica 4. Diferencia en la Media de déficit de base



Fuente: Base de datos de elaboración propia.

En cuanto al parámetro hematocrito se encontró una media de 36.6 con la jeringa para gasometría heparinizada, en comparación con 34.8 con la jeringa de insulina. Como se muestra en la siguiente gráfica.

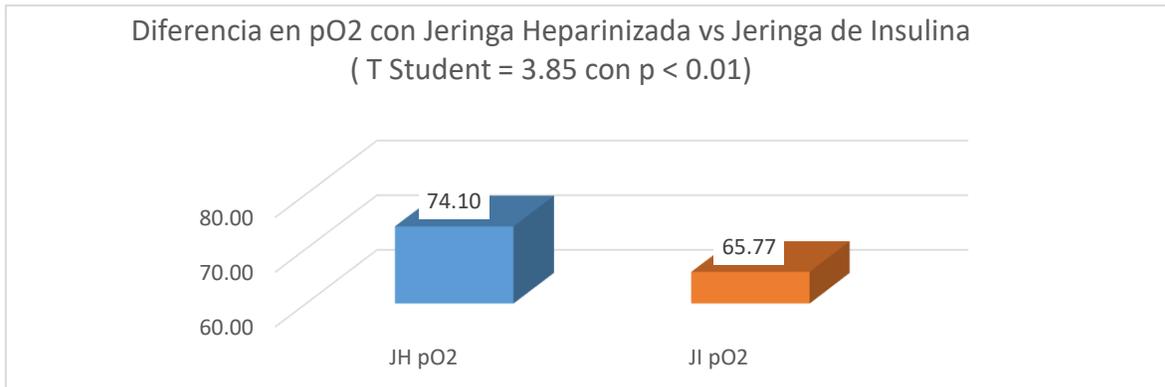
Gráfica 5. Diferencia en la Media de hematocrito



Fuente: Base de datos de elaboración propia.

En cuanto al parámetro presión parcial de oxígeno se encontró una media de 74.1 con la jeringa para gasometría heparinizada, en comparación con 65.7 con la jeringa de insulina. Como se muestra en la siguiente gráfica.

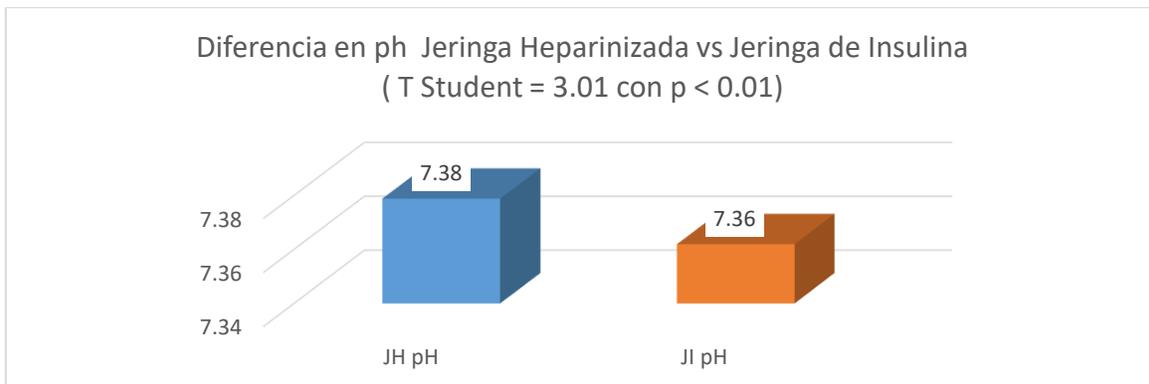
Gráfica 6. Diferencia en la Media de presión parcial de oxígeno



Fuente: Base de datos de elaboración propia.

En cuanto al parámetro potencial de hidrógeno se encontró una media de 7.38 con la jeringa para gasometría heparinizada, en comparación con 7.36 con la jeringa de insulina. Como se muestra en la siguiente gráfica.

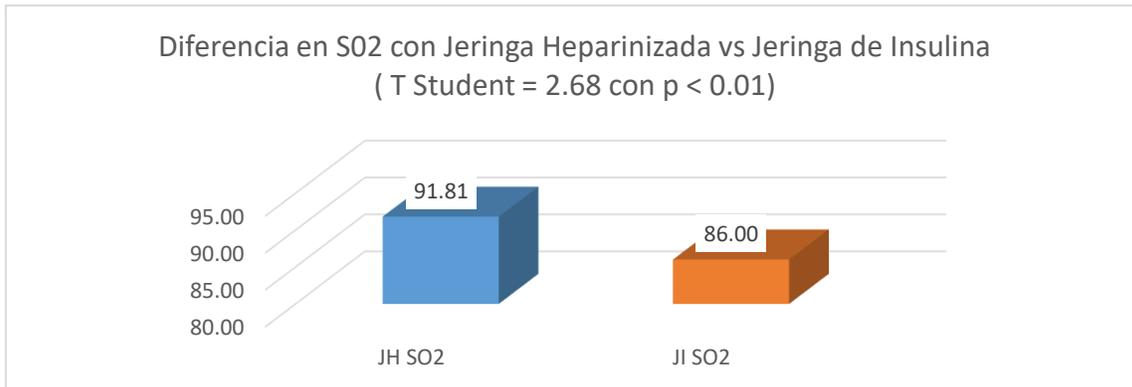
Gráfica 7. Diferencia en la Media de potencial de hidrógeno



Fuente: Base de datos de elaboración propia.

En cuanto al parámetro saturación de oxígeno se encontró una media de 91.8 con la jeringa para gasometría heparinizada, en comparación con 86 con la jeringa de insulina. Como se muestra en la siguiente gráfica.

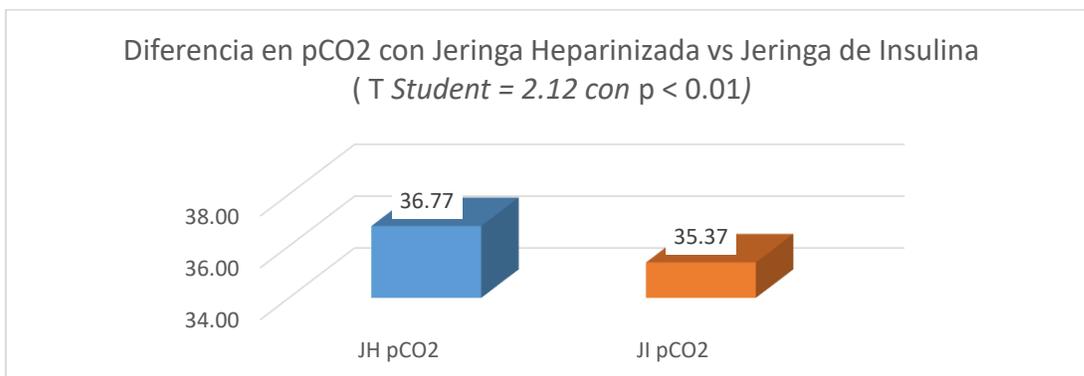
Gráfica 8. Diferencia en la Media de saturación de oxígeno



Fuente: Base de datos de elaboración propia.

En cuanto al parámetro presión parcial de dióxido de carbono se encontró una media de 36.7 con la jeringa para gasometría heparinizada, en comparación con 35.3 con la jeringa de insulina. Como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 9. Diferencia en la Media de presión parcial de dióxido de carbono



Fuente: Base de datos de elaboración propia.

Las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre ambos tipos de jeringas al comparar el tiempo, el dolor, el número de intentos y los niveles de lactato, sodio y potasio. No se incluyeron el calcio y glucosa debido que, a pesar de tener diferencia estadística significativa, estas fueron con un valor de $p < 0.05$.

9. Discusión

La gasometría arterial es quizás el estudio más utilizado en la práctica clínica en pacientes críticos en el área de urgencias. Por lo que es determinante para el paciente y el clínico su realización adecuada. Muchos factores pre analíticos pueden afectar los resultados del análisis de gases en sangre arterial. Comenzando desde la seguridad en la toma de la muestra. De acuerdo a lo descrito en el 2014 por Sevcan y cols. Quienes concluyeron que no había diferencia significativa entre la jeringa de insulina heparinizada convencional y la jeringa para gasometría preheparinizada en términos de facilidad de operación. Sin embargo, mostraron que los pacientes en quienes se utilizó la jeringa preheparinizada sintieron menos dolor y desarrollaron menos infecciones y hematomas en el sitio de punción. En nuestro estudio se demuestra que a pesar de no presentar diferencia estadística significativa en cuanto a dolor y tiempo (extracción y análisis de la muestra). Si lo manifiesta en cuanto al número de intentos para la toma de muestra. Esto podría entenderse que el número de intentos forma parte del tiempo de extracción y análisis, el cual pudo haber sido ampliado por el retraso en el procesamiento del resultado en el equipo por parte del personal de laboratorio. Llegando a tener retrasos de hasta más de 30 minutos, que de acuerdo a lo descrito por Kumar en el 2015, la muestra se debe procesar de inmediato, preferiblemente en 30 minutos porque las células consumen oxígeno y producen CO₂. En nuestra investigación se encontró que hay diferencia estadística significativa importante en valores como el dióxido de carbono, bicarbonato, hemoglobina, déficit de base, hematocrito, presión parcial de oxígeno, potencial de hidrogeno y saturación de oxígeno de acuerdo a la prueba T de student. Se incluyen al final la significancia estadística de todas las variables. (Anexo 3)

El parámetro que muestra mayor diferencia significativa es el bicarbonato, el cual por principio es un anión calculado, no medido. Nigam en su estudio en el 2016 refiere que el efecto de dilución de la heparina puede causar una caída en la concentración de pCO₂ y bicarbonato. Dicho lo anterior, en nuestro estudio se muestra menor cantidad del valor estadístico media en cuanto al bicarbonato obtenido con jeringa de insulina que con la de gasometría heparinizada. Y de acuerdo a lo establecido por Nigam, con la jeringa de insulina no se controla adecuadamente la dilución de heparina. Así mismo ya que la heparina es ácida el uso de heparina concentrada puede dar como resultado un aumento de pCO₂ y una reducción del pH. El aumento del pCO₂ se ve reflejado en la poca diferencia de media entre ambas jeringas, el cual puede determinar que con la jeringa de insulina al no controlar de manera exacta la cantidad de heparina, ocasiona un aumento en el dióxido de carbono. De igual manera, aunque con menor diferencia de media, se muestra una mayor reducción del pH con la jeringa de

insulina que con la preheparinizada. Si las condiciones de mantenimiento de la muestra se cumplen, el efecto de los 30 minutos sobre los iones es insignificante. No ocurre lo mismo con el valor de PaCO₂, que se modifica significativamente y que recuerda la necesidad de una lectura inmediata de la muestra en sangre arterial.

Cabe destacar que en el estudio no se discriminó en el diagnóstico general de cada paciente por lo que valores de gases o hasta el pH pudieran estar más alterados en unos que otros, tampoco se consideró que el paciente estuviera con apoyo mecánico ventilatorio.

10. Conclusiones

En este estudio se pone de manifiesto que existen diferencias significativas en cuanto a los resultados con la toma de gasometría arterial obtenido con la jeringa de insulina heparinizada con heparina sódica líquida, que es el material actualmente disponible para extraer estas muestras de sangre; en comparación con la jeringa preheparinizada con heparina cálcica seca el cual cuenta con características fisicoquímicas que apoyan a obtener un resultado más fiable de acuerdo a los cambios fisiológicos que se presentan. En cuanto a seguridad no hubo contraste entre ambos, sin embargo, si lo hubo en la cantidad de intentos para obtener la muestra, lo que favorece la mayor posibilidad de riesgo de punción accidental. Pudiendo ser ventajoso para proteger a pacientes y personal de lesiones primarias y secundarias en el área de urgencias. De igual manera valdría la pena realizar más estudios tomando en cuenta las características individuales de cada paciente como el diagnóstico, apoyo ventilatorio, etc. Y de igual manera interesante, incluir el análisis con sangre venosa.

En conjunto, el presente estudio deja claro la importancia de utilizar equipos de obtención de muestras sanguíneas adecuados, que, si bien el costo de estos puede restringir su distribución, los beneficios a largo plazo deben considerarse para tomar una decisión para el paciente.

11. Recomendaciones

Se recomienda de manera personal la utilización de jeringas pre heparinizadas y comenzar a dejar de utilizar de manera progresiva las jeringas de insulina las cuales se tienen que heparinizar y no se tiene un control estricto de la cantidad que como se ha visto, influye en los resultados. Esto a pesar de que a simple vista pareciera una adquisición costosa, a largo o incluso a mediano plazo se ve reflejado en la distribución y utilización adecuada de material, limitando el uso de la jeringa de insulina y reflejándose en el impacto de la inversión de otros materiales de la salud. Así mismo se continua con la innovación que caracteriza a un hospital de tercer nivel como el nuestro.

12. Bibliografía

- [1] A. Cortés-Telles, L. G. Gochicoa Rangel y R. Pérez Padilla, «Gasometría arterial ambulatoria.,» *Neumol Cir Torax*, vol. 76, nº 1, pp. 44-50, 2017.
- [2] L. Jiménez Murillo y F. J. Montero Perez, *MEDICINA DE URGENCIAS Y EMERGENCIAS*, 5a ed., Barcelona: Elsevier, 2015.
- [3] P. Palange y A. Ferrazza, «A simplified approach to the,» *Breath*, vol. 6, nº 1, pp. 14-22, 2013.
- [4] J. W. SEVERINGHAUS, P. ASTRUP y J. F. MUR, «Blood Gas Analysis and Critical Care Medicine,» *Am J Respir Crit Care Med*, vol. 157, p. S114–S122, 2012.
- [5] B. K. W. S. E. S. R. D. R. Michael D Davis RRT, M. D. Davis RRT, B. K Walsh y S. E. Sittig, «AARC Clinical Practice Guideline:,» *RESPIRATORY CARE*, vol. 58, nº 10, pp. 1694-1703, Octubre 2013.
- [6] . G. Baird, «Preanalytical considerations in blood gas analysis,» *Biochemia Medica*, nº 23, pp. 19-27, 2013.
- [7] C. Higgins, «The use of heparin in preparing samples for blood-gas analysis,» *Med Lab Obs*, pp. 16-20, 2013.
- [8] P. K. NIGAM, «Correct Blood Sampling for blood Gas Analysis,» *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, vol. 10, nº 10, pp. 1-2, 2016.
- [9] E. M. L. A. S. S. y. A. M. S. M. Ganzo Pion, M. Ganzo Pion, E. Martínez Larrull y A. Segado Sori, «Interpretación de la gasometría arterial,» *Medicine*, vol. 11, nº 88, pp. 5284-8, 2015.
- [10] A. M. T. Speziale, *CLINICA Y LABORATORIO: CIENCIA Y TECNOLOGIA*, México: Graphimedica SA de CV, 2012.
- [11] N. Ç. O. S. Y. B. B. Sevcan Baki Baskin, «The comparison of heparinized insulin syringes and safety-engineered blood gas syringes used in arterial blood gas sampling in the ED setting.,» *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 32, nº 5, p. 432–437, 2014.
- [12] J. Lu JY, J. Kao, T. Chien, T. Lee y K. Tsai, «Effects of air bubbles and tube transportation on blood oxygen tension in arterial blood gas analysis.,» *J Formos Med*, vol. 102, nº 4, pp. 246-249, 2013.

- [13] A. Kumar, S. Kushwah y S. Saha, «EFFECT OF EXTRA AMOUNT OF HEPARIN IN SYRINGE AND ITS EFFECT ON ARTERIAL BLOOD GAS ANALYSIS,» *EUROPEAN JOURNAL OF PHARMACEUTICAL*, vol. 2, nº 6, pp. 290-293, 2015.
- [14] T. Küme T , A. Sişman, A. Solak, B. Tuğlu y B. Cinkooğlu, «The effects of different syringe volume, needle size and sample volume on blood gas analysis in syringes washed with heparin.,» *Biochemia Medica*, vol. 22, nº 2, p. 189–201, 2012.
- [15] J. G. E. C. T. F. M. G. y. P. C. N. Calaf, «Comparación de equipos para obtener muestras,» *Arch Bronconeumol*, vol. 40, nº 8, pp. 377-80, 2014.
- [16] Y. Solak, «Comparison of serum sodium levels measured by blood gas analyzer and biochemistry autoanalyzer in patients with hyponatremia, eunatremia, and hypernatremia.,» *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 34, nº 8, pp. 1473-9, 2016.
- [17] H. Chris., «Useful tips to avoid preanalytical errors in blood gas testing: pH, pCO₂ y pO₂,» Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://acutecaretesting.org>. [Último acceso: 27 Marzo 2017].
- [18] T. P Knowles, R. A. Mullin y A. H. Jefferson, «Effects of Syringe Material, Sample Storage Time, and Temperature on Blood Gases and Oxygen Saturation in Arterialized Human Blood Samples,» *RESPIRATORY CARE*, vol. 51, nº 7, pp. 732-736, 2016.
- [19] B.-B. A. T.-B. L. Cortés-Telles A, A. Cortés-Telles, A. Bautista-Bernal y Torre-Bouscoul, «Efecto de la anestesia en ungüento sobre la intensidad del dolor durante la realización de una gasometría arterial. Un ensayo abierto.,» *Neumol Cir Torax*, vol. 1, nº 4, pp. 339-342., 2012.

13. Anexos

Anexo 1: Cronograma de la investigación.

CRONOGRAMA		
ETAPAS	ACTIVIDAD	TIEMPO
Etapa 1	-Elección del título de tesis.	Marzo 2017.
	-Recabar información sobre el marco teórico y referencial	Abril - Mayo 2017
Etapa 2	-Realizar protocolo de investigación.	Julio 2017 - Febrero 2018.
	-Revisión por el director de tesis.	Febrero 2018.
	-Entrega y registro del protocolo de tesis.	Marzo 2018.
Etapa 3	-Recolección de información en la hoja de datos y en resultados de laboratorio.	Julio – Octubre 2017.
	-Cálculo de sensibilidad y especificidad de la prueba.	Marzo 2018.
	-Realizar análisis de datos y conclusión de la tesis.	Marzo 2018.
Etapa 4	-Entrega de tesis.	Marzo 2018.

Anexo 2: Formato de recolección de datos.



Secretaría de Salud del Distrito Federal

Hospital de Especialidades de la Ciudad de México

"Dr. Belisario Domínguez "

Urgencias

Formato de solicitud para gasometría



Nombre del paciente:			Sexo	Expediente	Edad
----------------------	--	--	------	------------	------

Diagnóstico:				Cama
--------------	--	--	--	------

Nombre y firma del médico solicitante:			Cédula profesional
--	--	--	--------------------

Llenar por el médico residente quien tomo la muestra	Hora de toma de muestra:	Jeringa pre-heparinizada				Jeringa de insulina			
		región	radial	braquial	cubital	femoral	radial	braquial	cubital
Intento		1	2	3	>3	1	2	3	>3
Incidentes									
Dolor (EVA)									
Llenar por el personal que procesó la muestra	Hora de recepción								
	Incidentes								

Anexo 3: Significancia estadística de todas las variables.

Parámetros clínicos Jeringa heparinizada vs Jeringa de insulina	Diferencia de Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia		Prueba T Student	Significancia estadística
		Inferior	Superior		
JH HCO3 - JI HCO3	1.67	1.20	2.14	7.04	diferencia significativa p < 0.01
JH THbc - JI THbc	1.57	1.11	2.03	6.83	diferencia significativa p < 0.01
JH Beecf - JI Beecf	3.09	1.99	4.20	5.56	diferencia significativa p < 0.01
JH Htc - JI Htc	3.86	2.33	5.39	5.01	diferencia significativa p < 0.01
JH pO2 - JI pO2	8.32	4.02	12.62	3.85	diferencia significativa p < 0.01
JH pH - JI pH	0.02	0.01	0.03	3.01	diferencia significativa p < 0.01
JH SO2 - JI SO2	5.81	1.50	10.12	2.68	diferencia significativa p < 0.01
JH pCO2 - JI pCO2	1.40	0.09	2.72	2.12	diferencia significativa p < 0.01
JH Ca - JI Ca	6.41	-0.32	13.14	1.90	diferencia significativa p < 0.05
JH Glu - JI Glu	3.12	-0.64	6.87	1.65	diferencia significativa p < 0.05
JH DOLOR - JI DOLOR	-0.11	-0.71	0.50	-0.35	sin diferencia significativa
JH Lac - JI Lac	-0.06	-0.34	0.21	-0.45	sin diferencia significativa
JH K - JI K	-0.03	-0.15	0.10	-0.46	sin diferencia significativa
JH TIEMPO - JI TIEMPO	-0.56	-2.85	1.73	-0.49	sin diferencia significativa
JH N° INTENTOS - JI N° INTENTOS	-0.11	-0.17	-0.04	-3.16	diferencia significativa p < 0.01
JH Na - JI Na	-3.46	-4.48	-2.45	-6.79	diferencia significativa p < 0.01

Anexo 4: Abreviaturas

pH: Potencial de hidrogeno

pCO2: Presión parcial de dióxido de carbono

pO2: Presión parcial de oxígeno

Lac: Lactato

HCO3: Bicarbonato

K: Potasio

Na: Sodio

THbc: Hemoglobina

Beecf: Déficit de base efectiva

Htc: Hematocrito

Ca: Calcio

Glu: Glucosa

JH: Jeringa para gasometría preheparinizada con heparina cálcica seca

JI: Jeringa de insulina heparinizada con heparina sódica líquida