



Universidad Nacional Autónoma De México
Facultad de Medicina
División de Estudios de Posgrado

Instituto Mexicano Del Seguro Social
Dirección De Prestaciones Médicas
Unidad De Atención Médica
Coordinación De Unidades Médicas De Alta Especialidad
UMAЕ Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”
Centro Médico Nacional La Raza
Departamento De Anestesiología

Tesis:

Concordancia del consumo de oxígeno obtenido por gasometría arterial y venosa y el obtenido con oximetría lineal en pacientes anestesiados para nefrectomía

Que para obtener el grado de **Médico Especialista en Anestesiología**

Presentan:

Guzmán Martínez Jenny Lourdes
Landa de Jesús Hans Abimael

Asesor de Tesis:

Dr. Diego Escarramán Martínez
Dr. Benjamín Guzmán Chávez

Ciudad de México, 2022





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.

Hoja de Autorización de Tesis:

Dr. Benjamín Guzmán Chávez

Profesor Titular del Curso Universitario de Anestesiología

Jefe del Servicio de Anestesiología

U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”

Centro Médico Nacional “La Raza” IMSS

Dr. Diego Escarramán Martínez

Médico Adscrito al Servicio de Anestesiología.

U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”

Centro Médico Nacional “La Raza” IMSS

Dra. Guzman Martínez Jenny Lourdes

Médico Residente del Tercer Año de la Especialidad en Anestesiología

Sede Universitaria U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga
Mouret”

Centro Médico Nacional La Raza IMSS

Dr. Landa de Jesús Hans Abimael

Médico Residente del Tercer Año de la Especialidad en Anestesiología

Sede Universitaria U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga
Mouret”

Centro Médico Nacional La Raza IMSS

Número de Registro CLIS: R-2021-3501-122

Índice

Resumen	3
Abstract	4
Introducción	5
Material y método	7
Resultados.....	9
Discusión	10
Conclusiones	13
Bibliografía.....	14
Anexos.....	16
Anexo 1: Hoja de recolección de datos.....	16
Anexo 2. Formulas	17
Anexo 3 Resultados	18
Anexo 4 Número de registro institucional	23

RESUMEN

Antecedentes: El estrés quirúrgico activa la respuesta metabólica al trauma que conduce a un aumento del consumo de oxígeno tisular. Esto aumenta el riesgo quirúrgico, así como desarrollo de lesión renal aguda por hipoperfusión (hipoxia). Es por ello por lo que los pacientes sometidos a nefrectomía es esencial mantener adecuada perfusión renal. El taller de gases determina el consumo de oxígeno, la oximetría lineal evalúa el sistema de distribución y utilización de O₂ y debido a que no existen reservorios de O₂ en el cuerpo humano, se infiere que todo el gas captado es utilizado por las células por lo que el resultado sería igual al consumo de oxígeno.

Objetivo: Determinar si la obtención del consumo de oxígeno por medio de gasometría arterial y venosa concuerda con el obtenido por oximetría lineal

Material y método: Estudio de concordancia, prospectivo, observacional, transversal y comparativo en pacientes sometidos a nefrectomía. La muestra es de 32 pacientes quienes durante procedimiento quirúrgico se tomó gasometría arterial y venosa de 2-3 ocasiones y se calculó el consumo de oxígeno obtenido por taller de gases, así como la captación de oxígeno por oximetría lineal.

Resultados: Del total de la muestra 12 (37.5%) son de sexo femenino y se observó un promedio de 52 años. El procedimiento más frecuente fue nefrectomía por tumor renal (53.1%), seguido de donador renal (34.4%). En la toma 1 el promedio de consumo de oxígeno fue de 245.1, en la toma 2 de 255.8 y en la Toma 3 se obtuvo promedio de 292.1. Con respecto a la captación de oxígeno, en la Toma 1 se reportó un promedio de 248.7, en la Toma 2 el promedio fue de 261.4 y en la Toma 3 fue de 304.8 No existió diferencia estadísticamente significativa entre los valores de consumo de oxígeno obtenido por el método taller de gases y la captación de oxígeno obtenido por el método de oximetría lineal con valor $P=0.69$, $P= 0.31$ y $P= 0.19$ en las Tomas 1,2 y 3 respectivamente.

Conclusión: La captación de oxígeno obtenido por el método de oximetría lineal es de fácil acceso y es útil durante el transanestésico para la toma de decisiones en pacientes sometidos a nefrectomía. **Palabras clave:** Consumo de oxígeno, Captación de oxígeno, oximetría lineal, taller hemodinámico.

ABSTRACT

Background: Surgical stress activates the metabolic response to trauma, leading to increased tissue oxygen consumption, which increases surgical risk, as well as acute kidney injury due to hypoperfusion (hypoxia). That is why in patients undergoing nephrectomy it is essential to maintain adequate renal perfusion. The gas workshop determines the oxygen consumption, the line oximetry evaluates the O₂ distribution and utilization system and since there are no O₂ reservoirs in the human body, it is inferred that all the captured gas is used by the cells by so the result would be equal to the oxygen consumption.

Objective: determine if the obtained oxygen consumption by means of arterial and venous gasometry agrees with that obtained by linear oximetry.

Material and method: Concordance, prospective, observational, cross-sectional and comparative study in patients undergoing nephrectomy. The sample is made up of 32 patients who, during the surgical procedure, had arterial and venous blood gases taken 2-3 times and the oxygen consumption obtained by the gas workshop was calculated, as well as the oxygen uptake by linear oximetry.

Results: Of the total sample, 12 (37.5%) are female and an average of 52 years was observed. The most frequent procedure was nephrectomy for kidney tumor (53.1%), followed by kidney donor (34.4%). In intake 1 the average oxygen consumption was 245.1, in intake 2 it was 255.8 and in intake 3 an average of 292.1 was obtained. With respect to oxygen uptake, in Take 1 an average of 248.7 was reported, in Take 2 the average was 261.4 and in Take 3 it was 304.8 There was no statistically significant difference between the values obtained for oxygen consumption obtained by the gas workshop method and the oxygen uptake obtained by the linear oximetry method with value $P=0.69$, $P= 0.31$ and $P= 0.19$ in Takes 1, 2 and 3 respectively.

Conclusion: The oxygen uptake obtained by the linear oximetry method is easily accessible and is useful during transanesthesia for decision-making in patients undergoing nephrectomy.

Keywords: Oxygen consumption, Oxygen uptake, linear oximetry, hemodynamic workshop.

INTRODUCCIÓN

El cuerpo humano utiliza una combinación de procesos aeróbicos y anaeróbicos para impulsar los procesos celulares vitales ⁽¹⁾. La tasa metabólica puede medirse por medio del consumo de oxígeno (VO₂). ^(1,2)

El consumo de oxígeno (VO₂) Es el volumen de oxígeno consumido por los tejidos corporales por unidad de tiempo ^(3,4,5) determinada por las necesidades metabólicas tisulares y limitada por la disponibilidad de oxígeno en los tejidos. ^(6,7)

El VO₂ en un paciente anestesiado es de 2-3 ml/kg/min. ⁽⁸⁾

La gasometría arterial y venosa es una herramienta de monitoreo hemodinámico que proporcionan información del estado micro circulatorio y metabólico real del paciente. ^(5, 9) El cual valora la perfusión tisular pudiendo detectar la presencia de tejido hipoperfundido a pesar de flujo sanguíneo sistémico y regional normal. ⁽¹⁰⁾

Estas gasometrías representan los estados de oxigenación y desoxigenación respectivamente de la aurícula derecha, lo que representa un panorama indirecto del gasto cardiaco. ⁽³⁾ por lo que podemos obtener los siguientes datos: ^(3, 5, 11, 12)

Contenido arterial de oxígeno (CaO₂mL/dL) = [Hb (g/dL) × 1.34 × SaO₂] + [PaO₂ (mmHg) × 0.0031]. Valor normal 16-20 mL/dL

Contenido venoso de oxígeno (CvO₂mL/dL) = [Hb (g/dL) × 1.34 × SvO₂] + [PvO₂ (mmHg) × 0.0031]. Valor normal 12-15 mL/dL

Diferencia arterio-venosa de oxígeno (Da-v) = CaO₂ – CvO₂. En reposo, la diferencia arterio-venosa de oxígeno es de 3-5 mL/dL.

Velocidad de consumo de oxígeno (VO₂) = (D a – v) (GC) ⁽¹⁰⁾ Valor normal de 120-180 mL O₂/min/m²

Disponibilidad De Oxígeno (DO₂) = (CaO₂) × (GC) × (10), Valor normal de 500 a 600 mL/min/m²

La Oximetría lineal permite la evaluación cuantitativa del sistema de distribución y utilización de O₂; permite inferir la captación y consumo de O₂; brindando los siguientes datos: fracción inspirada de oxígeno (FiO₂), fracción espirada de oxígeno (FeO₂). La FiO₂ - FeO₂ expresa la captación de O₂ (CpO₂), como en el cuerpo humano no existen reservorios de O₂ se puede inferir que todo el gas

captado fue utilizado por las células por lo que el resultado sería igual al consumo de oxígeno ^(13, 14).

$$CpO_2 = V_c \times FR \times (FiO_2 - FeO_2) = VO_2$$

Donde CpO_2 = captación de O_2 , V_c = volumen corriente, FR = frecuencia respiratoria, FiO_2 = fracción inspirada de O_2 y FeO_2 = fracción espirada de O_2

Su valor es del 4% y el 5%, significa que de cada 100 ml inspirados en cada ciclo respiratorio el organismo capta alrededor de 5 ml de O_2 . ⁽¹³⁾

El método de Biro es otra alternativa probada, la fórmula propuesta para calcular el consumo de oxígeno (VO_2) solo requiere la medición precisa de FIO_2 , así como el flujo y la composición del gas fresco. Además, este método no se ve afectado por la presencia de gases anestésicos. ⁽¹⁴⁾

Durante la anestesia se produciría un descenso del consumo de oxígeno derivado de la ausencia de energía cinética ⁽²⁾, sin embargo, el estrés quirúrgico activa la respuesta metabólica al trauma que conducen a un aumento del consumo de oxígeno tisular, lo que aumenta importantemente el riesgo quirúrgico, morbilidad y mortalidad perioperatoria. ^(1, 10) Un aspecto central de los cuidados anestésicos y perioperatorios es determinar el estado de perfusión de los tejidos y la optimización hemodinámica, tanto a nivel micro como macrocirculatorio. ^(7, 12, 15, 16).

Una de las complicaciones que se puede presentar es la lesión renal aguda por hipoperfusión (hipoxia) ⁽¹⁰⁾, se estima que el 41.2% de estos pacientes no se recuperara, y solo el 20% de estos pacientes recuperara la función renal normal ⁽¹⁷⁾, por lo que en pacientes que son sometidos a nefrectomía es esencial mantener la perfusión renal del riñón contralateral ⁽¹⁸⁾.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio de concordancia, prospectivo, en el Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional la Raza "Dr. Antonio Fraga Mouret", en el servicio de Anestesiología, en pacientes derechohabientes del IMSS los criterios de inclusión fueron: ambos sexos, mayores de 18 años, que ingresaron programados o de urgencia a quirófano realizándoseles nefrectomía, bajo anestesia general, a los que se les colocara catéter venoso central y línea arterial, como criterios de exclusión: Pacientes a los que no se les coloque catéter venoso central, no se les coloque línea arterial, durante el transanestésico disfuncione catéter venoso central y/o línea arterial.

El objetivo principal fue, determinar la concordancia entre dos métodos, para el consumo de oxígeno; Taller de gases y oximetría lineal.

Fue autorizado por los comités locales de ética e investigación con Número de Registro CLIS: R-2021-3501-122, La metodología se basó en la Metodología Strober.

Para el presente estudio se utilizaron las fórmulas que se colocan en el anexo número 2.

Se estandarizó el proceso mediante fentanilo 3-5 mcg/kg, Propofol 1-1.5 mg/kg, cisatracurio 0.1 mg/kg, se mantuvo la anestesia mediante Sevoflurane 0.8/1 CAM, tras la inducción todos los pacientes se intubaron con laringoscopia convencional, se mantuvieron con ventilación con volumen control y parámetros de protección pulmonar, tras inicio de la cirugía, se tomaron de dos a tres mediciones con intervalo de una hora. Se obtuvo del monitor del ventilador mecánico la FiO₂, FeO₂, FR y Volumen corriente, obteniendo la captación de Oxígeno (consumo de oxígeno). Se realizaron cálculos descritos en el anexo 1 y 2.

Para el análisis descriptivo se utilizó media (desviación estándar) o mediana (rango intercuartil), para variables cuantitativas según se necesitó, mientras que, para variables dicotómicas se utilizara la frecuencia (porcentaje). La asimetría y Kurtosis fueron calculadas para variables cuantitativas. Se realizó un subanálisis con base al nivel de FiO₂ y se compararán los grupos utilizando la prueba t de

Student de muestras independientes y, chi cuadrada o prueba exacta de Fisher según sea lo adecuada. El análisis de concordancia se utilizó el método de Bland Altman (límites de concordancia). La concordancia promedio se evaluó comparando el promedio de las diferencias de las mediciones de los individuos mediante la prueba t de Student de nuestras pareadas, el resultado se presentó en forma de intervalos de confianza del 95% (IC95%) calculados de la siguiente manera: (diferencia promedio + 1.96) (error estándar). Se tomó como valor p menor 0.5, estadísticamente significativo y un análisis estadístico en SPSS versión 25 y Rstudio.

RESULTADOS

Del total de la muestra 12 (37.5%) son de sexo femenino y se observó un promedio de 52 años. (Tabla 1) El procedimiento más frecuente fue nefrectomía por tumor renal (53.1%), seguido de donador renal (34.4%). (Tabla 2)

Respecto al taller de gases, en la Toma 3 se excluyeron 10 pacientes por falta de toma de la muestra por motivos ajenos al investigador. En la toma 1 el promedio de consumo de oxígeno fue de 245.1 con desviación estándar de 85, en la toma 2 fue de 255.8 y desviación estándar de 77.2 finalmente en la Toma 3 se obtuvo promedio de 292.1 con desviación estándar de 82.1. (Tabla 3)

En la oximetría lineal, con respecto a la captación de oxígeno, en la Toma 1 se reportó un promedio de 248.7 y desviación estándar de 69.6. En la Toma 2 el promedio fue de 261.4 con desviación estándar de 60 y en la Toma 3 fue de 304.8 con desviación estándar de 57.3 (Tabla 4).

No existió diferencia estadísticamente significativa entre los valores obtenidos para el consumo de oxígeno obtenido por el método taller de gases y la captación de oxígeno obtenido por el método de oximetría lineal. (Tabla 5)

La verificación del supuesto para la construcción de los gráficos de Bland Altman con la prueba t de Student de una muestra para la diferencia entre los valores obtenidos por el taller de gases y oximetría lineal demostraron no existir significancia estadística: $p = 0.69$, $p = 0.31$, $p = 0.19$ para las Tomas 1, 2 y 3 respectivamente. Todos los gráficos muestran adecuada concordancia entre ambos métodos en las tres tomas. La media y los límites se muestran en la graficas 1 - 3.

DISCUSIÓN

Uno de los objetivos durante la anestesia es optimizar el estado hemodinámico del paciente, esto se logra al mantener un equilibrio entre el aporte y consumo de oxígeno, se ha visto que al no lograr este equilibrio aumenta tanto la morbilidad como la mortalidad perioperatoria.^(10, 15) Para este propósito, el análisis de gases en sangre venosa y arterial^(5, 9) proporciona una herramienta fácilmente disponible en la práctica clínica diaria sin embargo en algunos hospitales de nuestro país este recurso se encuentra limitado; por ello es importante contar con otros recursos que pudieran ser más accesibles y prácticos.

Aunque existen varios estudios donde se comparan diferentes métodos y equipos de monitoreo para obtener el consumo de oxígeno, hasta donde sabemos, el presente estudio es el primero que mide e investiga si el consumo de oxígeno obtenida por oximetría lineal tiene concordancia con la obtenida con taller hemodinámico con gasometría arterial y venosa.

Un método alternativo para el VO₂ intraoperatorio es el de Biro⁽¹⁴⁾ que ha propuesto utilizar la diferencia de concentración de oxígeno entre el flujo de gas fresco y el sistema circular para calcular el consumo de oxígeno sistémico durante la anestesia de bajo flujo; sin embargo, este método no ha mostrado buena confiabilidad.⁽¹⁶⁾

Otro método alternativo es la calorimetría indirecta comprende el VO₂ pulmonar el cual tiene la ventaja de que se puede utilizar en pacientes tanto bajo anestesia general, regional o neuroaxial, la desventaja es que se requiere el monitor de calorimetría, lo que implica contar con este tipo de equipo, además de que en algunos estudios se ha demostrado que la calorimetría subestima el consumo de oxígeno.

En el resultado de nuestro estudio de una muestra de 32 pacientes sometidos a nefrectomía, no existió diferencia estadísticamente significativa entre los valores obtenidos para el consumo de oxígeno (VO₂) obtenido por el método taller de gases y la captación de oxígeno (CpO₂) obtenido por el método de oximetría lineal, valor $p = 0.69$, $p = 0.31$, $p = 0.19$ para las muestras 1, 2 y 3

respectivamente. Mediante los gráficos de Bland Altman muestran concordancia entre ambos métodos en las tres muestras.

Es bien sabido que el consumo de oxígeno puede verse modificado ante edad, género, ciertos estados fisiológicos (embarazo, deportista) y patológicos (respiratorias, sepsis), que pueden incrementar o disminuir su valor, en nuestra población hubo homogeneidad en cuanto a edad y género, sin embargo, tuvimos a un paciente con diagnóstico de sepsis en cual además de en contarse incrementado VO₂, se encontró una gran diferencia entre el consumo de oxígeno obtenido por gasometría arterial y venosa y el obtenido con oximetría lineal siendo este último muy inferior al primero.

También se encontró que los pacientes que tuvieron nefrectomía para donación tuvieron niveles de consumo de oxígeno más constantes; en comparación con los pacientes que fueron sometidos a nefrectomía por tumor, donde hubo un aumento del consumo de oxígeno en estos pacientes coincidiendo con la disminución del hematocrito. Dado que el monitoreo inicio ya cuando el paciente se encontraba bajo anestesia e intubado no se pudo corroborar el descenso del 30% del consumo de oxígenos con la anestesia que se refiere en algunos estudios. ⁽¹⁹⁾

La obtención del consumo de oxígeno por oximetría lineal tiene algunas ventajas dentro de las que se encuentra el bajo costo ya que la mayoría de las máquinas de anestesia cuenta con oximetría lineal, rapidez para obtener nuestra medición ya que solo requiere realizar el cálculo de la fórmula, no hay riesgos adicionales a la anestesia; sus desventajas son que solo nos da el consumo de oxígeno y solo se puede obtener en pacientes bajo anestesia general. ⁽¹⁶⁾

La implicación clínica de este resultado nos otorga una herramienta más para la toma de decisiones durante el transanestésico, de fácil acceso en momentos críticos, sobre todo en ocasiones donde no contamos con los insumos necesarios para realizar un taller de gases y únicamente contamos con el monitoreo convencional de una cirugía (oximetría lineal).

Dado el pequeño tamaño de la muestra y que solo es en pacientes adultos que fueron sometidos a nefrectomía en su mayoría por tumor renal y para donación

renal, los resultados deben considerarse indicativos. Por lo que se requiere de estudios más amplios para corroborar estos resultados.

CONCLUSIONES

El consumo de oxígeno puede ser obtenido mediante distintos métodos tanto invasivos como no invasivos. La utilización el método de oximetría lineal, el cual es de fácil acceso, rápido y con el que cuenta casi cualquier máquina de anestesia, no requiere de costos y riesgos adicionales para los pacientes. En nuestro estudio se encuentro concordancia en el consumo de oxígeno obtenido por gasometría arterial y venosa y el obtenido por oximetría lineal, lo cual sugiere que este método es útil durante el transanestésico para la toma de decisiones para así disminuir la morbilidad y mortalidad en pacientes sometidos a nefrectomía; sin embargo, es necesario la realización de futuros estudios para corroborar esta concordancia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Maheshwari K. Principles for minimizing oxygen debt: can they translate to clinical application and improve outcomes? *BestPract Res Clin Anaesthesiol.* 2020 Sep 28. DOI: 10.1016/j.bpa.2020.09.004
2. Calvo Vecino JM, Abad Gurumetab A, Navarro Pérez R. Monitorización del consumo metabólico de oxígeno en anestesia pediátrica. *Utilidad clínica, Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim.* 2010 Ago-Sep;57(7):404-12. DOI: 10.1016/S0034-9356(10)70266-8
3. Darovic GO. Pulmonary artery pressure monitoring. Darovic GO, Hemodynamic monitoring. Invasive and noninvasive clinical application. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2002. pp. 191-243.
4. Perel A, Non-invasive monitoring of oxygen delivery in acutely ill patients: new frontiers. *Ann. Intensive Care,* 2015 Dec;5(1):24. DOI: 10.1186/s13613-015-0067-7
5. Sánchez-Díaz JS, Peniche-Moguel KG, Rivera-Solís G. et al. Hemodynamic monitoring with two blood gases: “a tool that does not go out of style”, *Colomb. J. Anesthesiol.* 2020 Ago 21;49(1), DOI: 10.5554/22562087.e928
6. Burtman DTM, Stolze A, Dengler SEK, et al. Invasive Determinations of Oxygen Delivery and Consumption in Cardiac Surgery: An Observational Study, *J CardiothoracVascAnesth.* 2018 Feb 15;32(3),1266–1272, DOI: 10.1053/j.jvca.2017.06.042
7. Ochagavía A, Baigorri F, Mesquida J, et al. Monitorización hemodinámica en el paciente crítico. Recomendaciones del Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos y RCP de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias. *Med Intensiva,* 2013 Dec 2;38(3)154-169, DOI: 10.1016/j.medin.2013.10.006
8. Brattwall M, Warrén-Stomberg M, Hesselvik F, et al. Brief review: theory and practice of minimal fresh gas flow anesthesia. *Can J Anaesth.* 2012 Aug;59(8):785-97. DOI: 10.1007/s12630-012-9736-2.
9. Pascual ES, Sánchez DJS, Peniche MKG, et al. Evaluación de la perfusión tisular en pacientes con choque séptico normodinámico versus hiperdinámico. *Med Crit.* 2018;32(6):344-350. doi:10.35366/TI186C

10. Ince C, Hemodynamic coherence and the rationale for monitoring the microcirculation, *Crit Care* 2015 Dec 18;19(3):S8. DOI:10.1186/cc14726
11. Ranucci M, Romitti F, Isgrò G, Cotza M, Brozzi S, Boncilli A, Ditta A. Oxygen delivery during cardiopulmonary bypass and acute renal failure after coronary operations. *Ann Thorac Surg.* 2005 Dec;80(6):2213-20. doi: 10.1016/j.athoracsur.2005.05.069
12. Motta-Amézquita LG, Barrera-Fuentes M, Peña-Pérez CA, et al. Monitorización de oxigenación tisular, *Rev Mex Anest*, 2017 Abril-Junio;40(1);S350-64
13. Jegier MA, Monitoreo del Oxígeno. Oximetría y oxigrafía de línea, oxigrama. Prevención de la hipoxemia. *Rev. Arg. Anest* 2002; 60(4):227-36
14. Biro, Peter, A formula to calculate oxygen uptake during low flow anesthesia based on FIO₂ measurement. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, vol. 14, no. 2, February 1998, pp. 141-144.
15. Posadas Calleja JG, Ugarte Torres A, Domínguez Cherit G, El transporte y la utilización tisular de oxígeno de la atmósfera a la mitocondria, *NeumolCirTorax*. 2006;65(2):60-67.
16. Jakobsson J, Vadman S, Hagel E, The effects of general anaesthesia on oxygen consumption: A meta-analysis guiding future studies on perioperative oxygen transport, *Acta Anaesthesiol Scand*. 2019 Feb;63(2):144-153. DOI: 10.1111/aas.13265
17. Shiva N, Sharma N, Kulkarni YA, et al. Renal ischemia/reperfusion injury: An insight on in vitro and in vivo models. *Life Sci*. 2020 Sep 1;256:117860 DOI: 10.1016/j.lfs.2020.117860
18. Kim WH, Yoon HK, Lee HJ. Acute kidney injury and long-term renal function after partial nephrectomy-is there a true association? *Ann TranslMed*. 2019 Sep;7(6):S241, DOI: 10.21037/atm.2019.08.89.
19. Shibata M, Matsusaki T, Kaku R, Umeda Y, Yagi T, Morimatsu H. Intraoperative Oxygen Consumption During Liver Transplantation. *Transplant Proc*. 2015 Dec;47(10):2902-6. doi: 10.1016/j.transproceed.2015.10.057

ANEXOS

ANEXO 1: HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

	INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLITICAS DE SALUD COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD			
	“Concordancia del Consumo de oxígeno obtenido por gasometría arterial y venosa y el obtenido con oximetría lineal en pacientes anestesiados para nefrectomía”			
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		Folio: _____		
Nombre: _____			Fecha ____/____/____	
NSS: _____				
Edad _ _ años	Sexo: _			
	1. Masculino			
	2. Femenino			
Peso _____ kg _____ kg/m ²	Talla _____ m.			IMC
Estafo físico de la ASA _				
1. ASA I				
2. ASA II				
3. ASA III				
4. ASA IV				
5. ASA V				
Gasometría arterial y venosa				
	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4
Consumo de oxígeno ml/kg/min				
Oximetría lineal				
	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4
Consumo de oxígeno ml/kg/min				
Volume corriente (Vc) ml				
FiO ₂ 1. Alto (>94%) 2. Bajo (<94%)				

ANEXO 2. FORMULAS

Definición	Formula
Contenido arterial de oxígeno (CaO ₂ mL/dL)	$[Hb \text{ (g/dL)} \times 1.34 \times SaO_2] + [PaO_2 \text{ (mmHg)} \times 0.0031].$
Contenido venoso de oxígeno (CvO ₂ mL/dL)	$[Hb \text{ (g/dL)} \times 1.34 \times SvO_2] + [PvO_2 \text{ (mmHg)} \times 0.0031].$
Diferencia arterio-venosa de oxígeno (Da-v)	$CaO_2 - CvO_2.$
Velocidad de consumo de oxígeno (VO ₂)	$(D a - v) (GC) (10)$
CpO ₂	$V_c \times FR \times (FiO_2 - FeO_2)$

ANEXO 3 RESULTADOS

Variables	N=32
Género (femenino) *	12 (37.5)
Edad **	52 (16.2)
Índice de masa corporal **	26.3 (4)

Tabla 1. Variables sociodemográficas y antropométricas de pacientes sometidos a nefrectomía *Frecuencia (porcentaje), ** promedio (desviación estándar)

Diagnóstico **	N = 32
Donador Renal	11 (34.4)
Tumor renal	17 (53.1)
Absceso renal	1 (3.1)
Poliquistosis	1 (3.1)
Exclusión renal	2 (6.39)

Tabla 2. Frecuencia de diagnóstico de pacientes sometidos a nefrectomía

** Promedio (Desviación estándar)

Taller de gases **	Toma 1 (N = 32)	Toma 2 N = (32)	Toma 3 (N = 22)
Consumo de oxígeno (ml/kg/min)	245.1 (85)	255.8 (77.2)	292.1 (82.1)
Hemoglobina (gr/dl)	12.9 (2.0)	12.7 (1.9)	11.8 (1.9)
Saturación arterial de oxígeno (%)	99.1 (0.6)	98.9 (0.4)	98.8 (0.3)
Saturación venosa de oxígeno (%)	75.9 (8.7)	74.3 (7.8)	71.0 (8.4)
Presión arterial de oxígeno (mmHg)	165.8 (40.2)	141.8 (17.6)	144.4 (15.5)
Presión venosa de oxígeno (mmHg)	56.5 (13.9)	55.9 (12.3)	55.9 (12.5)
Contenido arterial de oxígeno	17.6 (2.7)	17.2 (2.5)	16.1 (2.5)

(mlO ₂)			
Contenido venoso de oxígeno (mlO ₂)	13.3 (2.7)	12.8 (2.6)	11.4 (2.4)
Diferencia arteria venosa de oxígeno (mlO ₂)	4.2 (1.1)	4.3 (1.0)	4.6 (1.1)
Gasto cardiaco (l/min)	5.7 (1.0)	5.8 (1.05)	6.3 (1.1)

Tabla 3. Resultados obtenidos por taller de gases en las 3 Tomas durante el operatorio

**Promedio (desviación estándar)

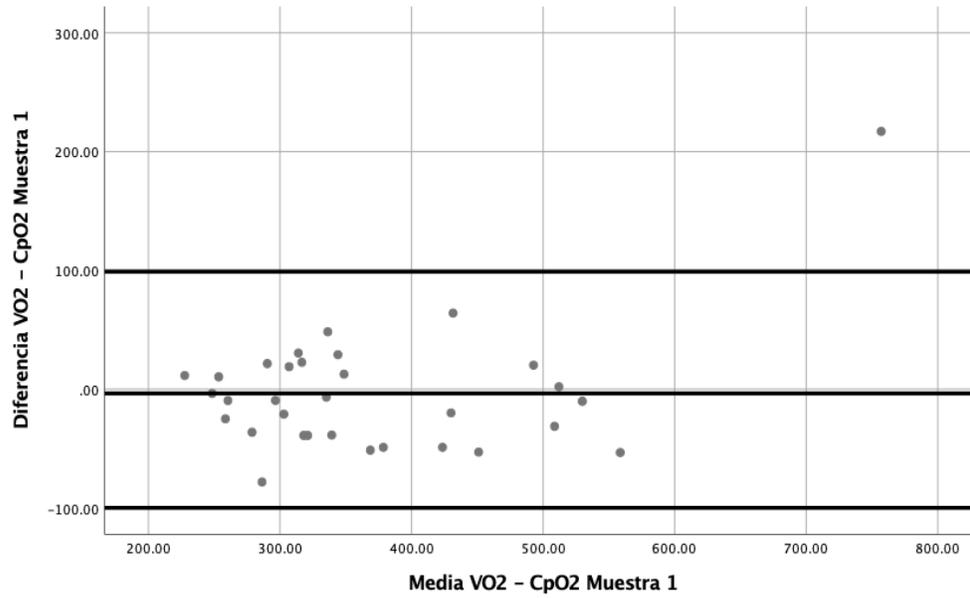
Oximetría lineal **	Toma 1 (N = 32)	Toma 2 N = (32)	Toma 3 (N = 22)
Captación de oxígeno (ml/kg/min)	248.7 (69.6)	261.4 (60)	304.8 (57.3)
Volumen tidal (ml)	419.3 (54)	423.28 (53.4)	435.2 (52.7)
Frecuencia respiratoria x minuto	14.8 (2.4)	16.5 (2.2)	17 (1.6)
Fracción inspirada de oxígeno (%)	68.3 (18.8)	57.16 (11.4)	59.5 (11.4)
Fracción espirada de oxígeno (%)	64.3 (19.0)	53.31 (11.6)	55.3 (11.8)

Tabla 4. Resultados obtenidos por Oximetría lineal de las 3 Tomas durante el operatorio

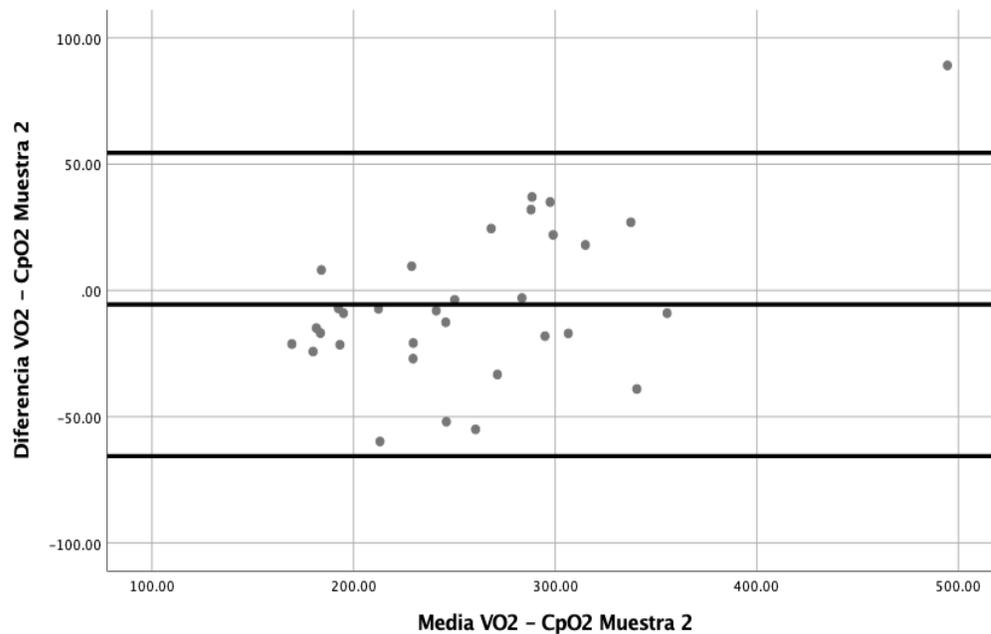
**Promedio (desviación estándar)

Muestra	Consumo de oxígeno (ml/kg/min) **	Captación de oxígeno (ml/kg/min) **	Valor p
1	245.1 (85)	248.7 (69.6)	0.69
2	255.8 (77.2)	261.4 (60)	0.31
3	292.1 (82.1)	304.8 (57.3)	0.19

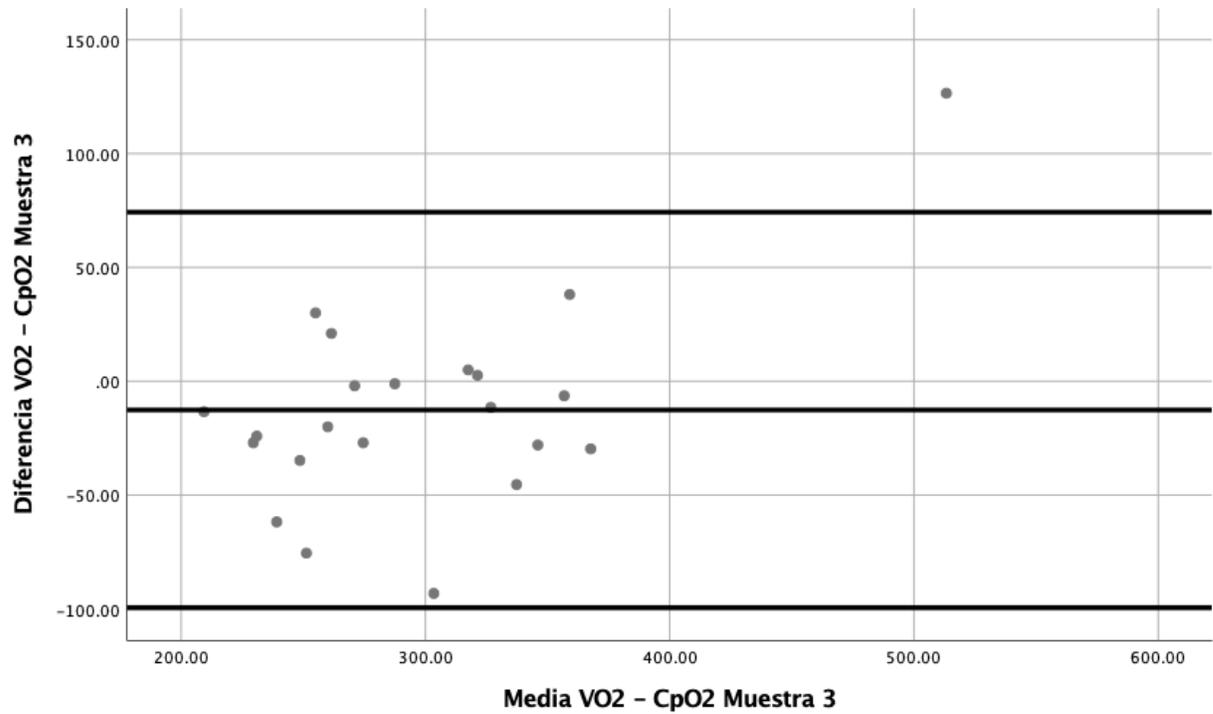
Tabla 5. Comparación del consumo de oxígeno vs captación de oxígeno en las diferentes tomas. **Promedio (desviación estándar)



Grafica 1: Bland - Altman para la concordancia de la primera toma entre el consumo de oxígeno por taller gasométrico y la captación de oxígeno por oximetría lineal. Media -3.62, limite superior 98.93, límite inferior -106.16.



Gráfica 2: Bland - Altman para la concordancia de la segunda toma entre el consumo de oxígeno por taller gasométrico y la captación de oxígeno por oximetría lineal. Media -5.56, límite superior 54.47, límite inferior -65.59.



Gráfica 3: Bland - Altman para la concordancia de la tercera toma entre el consumo de oxígeno por taller gasométrico y la captación de oxígeno por oximetría lineal. Media -12.62, límite superior 74.26, límite inferior -99.5.

ANEXO 4 NÚMERO DE REGISTRO INSTITUCIONAL



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 3501
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA

Registro COFEPRIS 17 CI 09 002 047
Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 09 CET 033 2017121

FECHA Martes, 07 de diciembre de 2021

Dr. Diego Escarraman Martínez

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Concordancia del Consumo de oxígeno obtenido por gasometría arterial y venosa y el obtenido con oximetría lineal en pacientes anestesiados para nefrectomía**, que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**.

Número de Registro Institucional

R-2021-3501-122

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE


Dr. Jose Arturo Velazquez Garcia
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3501

Imprimir

IMSS
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

