

Impacto de la preservación de la temperatura corporal sobre el consumo de oxígeno durante el periodo transanestésico en cirugía laparoscópica

Mariana Guadalupe García Hernández,* Juan Pablo Sánchez Rodríguez,*
Jaime Pablo Ortega García,* Edmundo Alvarado Sil,*
Fabiola De Los Santos Cárdenas,* Ildefonso Añorve Ramírez,* José Luis García Flores*

RESUMEN

El consumo de oxígeno se define como el volumen de oxígeno que utiliza el organismo, en relación con el metabolismo de la persona en determinadas condiciones fisiológicas. **Objetivo:** Evaluar la relación que guarda el consumo de oxígeno en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica con fracciones inspiradas de oxígeno al 21% conservando la temperatura corporal y la presencia o ausencia de temblor postanestésico. **Material y métodos:** Fueron estudiados 10 pacientes divididos en dos grupos: grupo control (sin medio térmico) y grupo experimental (con sabana térmica). El consumo de oxígeno fue medido pre y postinducción, al inicio del neumoperitoneo y durante la fase de meseta. **Resultados:** Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la temperatura durante la fase de meseta ($p = 0.011$) a favor del grupo experimental; y en la fracción espirada del bióxido de carbono durante el neumoperitoneo ($p = 0.020$) en el grupo control. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el consumo de oxígeno ni en la incidencia del temblor postanestésico. **Conclusión:** Se recomienda el uso de medios térmicos para evitar la pérdida de calor durante el periodo transanestésico en cirugía laparoscópica.

Palabras clave: Consumo de oxígeno, temperatura corporal, cirugía laparoscópica.

ABSTRACT

Oxygen consumption is the volume of oxygen that the body uses, and it is related with the metabolism of the person under certain physiological conditions. **Objective:** To evaluate the relationship between oxygen consumption in laparoscopic surgery with the preservation of temperature and postanesthetic shivering. **Material and methods:** 10 patients were divided in two groups: control group (without temperature preservation) and experimental group (temperature preservation). Oxygen consumption was measure before and after induction, before pneumoperitoneum and during the plateau phase. **Results:** There were statistically significant differences in temperature during the plateau phase ($p = 0.011$) in the experimental group and in the fraction exhaled carbon dioxide during pneumoperitoneum ($p = 0.020$) in the control group. There were no statistically significant differences in oxygen consumption. **Conclusion:** There were no statistically significant differences in oxygen consumption or in the incidence of postanesthetic shivering.

Key words: Oxygen consumption, body temperature, laparoscopic surgery.

INTRODUCCIÓN

El oxígeno es el componente más importante de la atmósfera terrestre (20.98%) para el mantenimiento de la vida. La habilidad del oxígeno como aceptor de electrones en nuestro planeta permitió el de-

sarrollo de energía altamente eficiente, producto de la fosforilación oxidativa, con lo que se logró el desarrollo de la vida de manera aeróbica desde los organismos multicelulares hasta los vertebrados. En el año 1600 Jonh Mayow describió que un aspecto del aire era necesario para la vida, más adelante se le conocería como oxígeno.¹

Conservar la ruta metabólica oxidativa durante la anestesia es fundamental por ser la más eficiente para obtener la energía de los sustratos sin la producción de lactato y con elevado valor energético. El consumo de oxígeno (VO_2) corresponde al vo-

*Departamento de Anestesia, Centro Médico ABC (Observatorio).

Recibido para publicación: 30/09/10. Aceptado: 08/02/11.

Correspondencia: Dra. Mariana Guadalupe García Hernández
Tel: 044 55 41 92 23 25. E-mail: mariana.26_11@hotmail.com.

lumen de oxígeno que el cuerpo consume, relacionado con el metabolismo de la persona en determinadas condiciones fisiológicas (reposo o ejercicio).² Es un valor complejo que varía con el sexo, la edad, la superficie corporal y en cuadros donde se afecta la actividad metabólica. Los pacientes que se encuentran en estado crítico ya presentan hipoxia, la cual se agrava si se incrementa el VO_2 , produciéndose un débito importante de oxígeno. De igual manera, se sabe que el trauma incrementa el VO_2 , pero disminuye durante la anestesia.^{3,4}

La detección oportuna y la corrección de la hipoxia tisular son esenciales para el manejo del paciente durante el periodo perioperatorio, sobre todo si su estado es crítico, porque posibilitan evaluar y decidir el tratamiento más adecuado.⁵ De esta manera, el uso de los monitores estándar de oxígeno durante la anestesia permite obtener buenos resultados, por la ventaja de no ser invasivos y por su fácil interpretación.^{6,7}

El consumo de oxígeno tiene una fuerte correlación con la temperatura del organismo, la cual es afectada durante el periodo transanestésico. El disminuir la temperatura de manera no intencionada durante la cirugía está asociado a complicaciones postoperatorias; entre las más importantes se encuentran alteraciones en la coagulación, aumento de sangrado, recuperación anestésica prolongada, temblor postanestésico, isquemia miocárdica y aumento de infecciones de la herida quirúrgica.⁸

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio piloto, experimental, longitudinal, comparativo y prospectivo.

Con aprobación del Comité Local de Investigación y Ética, y obteniendo el consentimiento informado de los pacientes y del equipo quirúrgico, en el Departamento de Anestesia del Centro Médico ABC, se estudiaron 10 pacientes distribuidos en dos grupos: grupo control (sin medio térmico) y grupo experimental (con sabana térmica). Criterios de inclusión: edad mayor de 18 años, sexo indistinto, programados para cirugía electiva laparoscópica, con índice de masa corporal (IMC) menor o igual a 28, ASA I o II. Criterios de exclusión: revocar el consentimiento informado y conversión

de cirugía laparoscópica a abierta. A todos los pacientes se les administro midazolam 1 a 2 mg por vía intravenosa (IV) 30 minutos antes de la inducción. Previo a la inducción, se evaluó el consumo de oxígeno basal de cada paciente con aire ambiente (fracción inspirada de oxígeno 21%) por medio de una mascarilla facial. La inducción se realizó con fentanilo 2 ug/kg, seguido de 2.5 mg/kg de propofol y 0.15 a 0.2 mg/kg de cisatracurio, todos administrados por vía intravenosa.

Durante el periodo transanestésico se mantuvo fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) de 21% durante las mediciones de los diferentes tiempos del acto anestésico: después de la inducción, inicio del neumoperitoneo y durante la meseta, definiendo ésta en fisiología pulmonar como un cambio menor a 30 unidades de medida en tres determinaciones consecutivas; en este caso define el fin del «ascenso» o estabilización de la determinación mayor del consumo de oxígeno. Al grupo experimental se le colocó cobertor térmico marca Warm Touch en miembros superiores. La temperatura en un inicio se mantuvo en 42 °C durante media hora; posteriormente y hasta el final de la cirugía en 37 °C. En ambos grupos se midió la temperatura con un termómetro transesofágico. El mantenimiento de la anestesia durante las mediciones fue realizado con propofol en infusión con tasa de 6 a 8 mg/kg/hora, fentanilo en infusión variable de 2 a 5 ug/kg/hora para mantener parámetros hemodinámicos estables y cisatracurio a requerimiento. La temperatura ambiente dentro de la sala se mantuvo entre 20 y 23 °C. Vía aérea: ventilación mecánica controlada con volumen de 8 mL/kg de peso ideal, FiO_2 de 21%, con frecuencia respiratoria graduada para mantener fracción espirada de bióxido de carbono (EtCO_2) entre 27 a 35 mm Hg. Como medicación coadyuvante, posterior a la inducción, se administró ranitidina 50 mg, ondansetron 8 mg, paracetamol 1 g y clonixinato de lisina 200 mg.

Se midió el consumo de oxígeno de manera no invasiva por medio de calorimetría indirecta (Calorímetro Deltatrac II Datex Engstrom No. de serie MBM-200-28-0). También se registró la presión arterial no invasiva, frecuencia cardíaca (FC), saturación de oxígeno (SatO_2), fracción espirada de bióxido de carbono (EtCO_2) y la presencia o no de tem-

blor postanestésico en el área de recuperación postanestésica. Los datos obtenidos fueron concentrados en el programa estadístico SPSS. El análisis estadístico se realizó con la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney; los datos son presentados como mediana y el rango intercuartilar respectivo. Un valor de $p < 0.05$ fue considerado significativo.

RESULTADOS

El 90% fueron mujeres. La mediana de la edad para el grupo control fue 38 años; y la del grupo experimental 32 años. La mediana del índice de masa corporal (IMC) fue 22 kg/m² para el grupo control y 20 kg/m² en el grupo experimental. El

Cuadro I. Características demográficas, duración de la cirugía y anestesia.

Medianas y rango intercuartilar de las características demográficas, duración total de cirugía y anestesia.

Variable	Grupo 1 (n = 5)	Grupo 2 (n= 2)	p
Edad (años)	38 (24.5-55)	32 (26-37)	0.463
IMC (kg/m ²)	22 (20-25)	20 (18-25)	0.399
Duración cirugía (minutos)	64 (50-68)	60 (56-75)	0.834
Duración anestesia (minutos)	75 (65-80)	72 (71-92)	0.528

IMC = Índice de masa corporal.

Cuadro II. Comparación de ambos grupos previos a la inducción:

Variable	Grupo 1	Grupo 2	p
Frecuencia cardiaca	69 (53-88)	75 (59-82)	0.917
PAM	87 (77-100)	96 (88-100)	0.465
SpO ₂	98 (95-99)	98 (95-99)	0.314
VO ₂	510 (415-768)	560 (400-730)	0.834
Temperatura	32 (29-32)	30 (28-35)	0.517
EtCO ₂	32 (29-33)	30 (28-35)	0.548

Abreviaturas: PAM = Presión arterial media. SpO₂ = Saturación arterial de oxígeno. VO₂ = Consumo de oxígeno.

EtCO₂ = Fracción espirada de bióxido de carbono.

Cuadro III. Comparación de ambos grupos posterior a la inducción.

Variable	Grupo 1	Grupo 2	p
Frecuencia cardiaca	74 (48-96)	77 (54-98)	0.754
PAM	102 (64-116)	90 (76-99)	0.754
SpO ₂	99 (94-100)	98 (96-99)	0.831
VO ₂	270 (194-613)	300 (278-475)	0.753
Temperatura	35.9 (35-36)	36.3 (35-37)	0.207
EtCO ₂	27 (25-29)	30 (28-31)	0.110

Abreviaturas: PAM = Presión arterial media. SpO₂ = Saturación arterial de oxígeno. VO₂ = Consumo de oxígeno.

EtCO₂ = Fracción espirada de bióxido de carbono.

Cuadro IV. Comparación de ambos grupos durante la fase de meseta.

Variable	Grupo 1	Grupo 2	p
Frecuencia cardiaca	66 (64-82)	72 (54-87)	0.917
PAM	96 (79-104)	102 (96-103)	0.249
SpO ₂	96 (94-98)	97 (96-97)	0.429
VO ₂	332 (272-740)	400 (300-660)	0.753
Temperatura	35.5 (35-36.8)	36.1 (35.9-36.5)	0.011
EtCO ₂	28 (25-30)	31 (26-32)	0.343

Abreviaturas: PAM = Presión arterial media. SpO₂ = Saturación arterial de oxígeno. VO₂ = Consumo de oxígeno.
EtCO₂ = Fracción espirada de bióxido de carbono.

Cuadro V. Comparación de ambos grupos al inicio del neumoperitoneo.

Variable	Grupo 1	Grupo 2	p
Frecuencia cardiaca	58 (56-88)	79 (59-82)	0.402
PAM	96 (67-105)	100 (95-108)	0.346
SpO ₂	96 (94-97)	96 (94-97)	0.661
VO ₂	200 (130-606)	503 (347-614)	0.347
Temperatura	35.8 (35.5-36.4)	36.3 (36-36.5)	0.209
EtCO ₂	25 (24.5-26.5)	31 (27-33)	0.020

Abreviaturas: PAM = Presión arterial media. SpO₂ = Saturación arterial de oxígeno. VO₂ = Consumo de oxígeno.
EtCO₂ = Fracción espirada de bióxido de carbono.

90% de los pacientes fueron clasificados como ASA I, sólo uno del grupo control fue catalogado como ASA II. La duración de la cirugía y la de la anestesia fueron similares en ambos grupos (*Cuadro I*). No se registraron diferencias durante la inducción ni después de ésta (*Cuadros II y III*). Sólo se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la temperatura durante la fase de meseta ($p = 0.011$) a favor del grupo experimental (*Cuadro IV*); y en la fracción espirada del bióxido de carbono (EtCO₂) durante el neumoperitoneo ($p = 0.020$) en el grupo control (*Cuadro V*). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en frecuencia cardiaca, presión arterial media, saturación y consumo de oxígeno durante las diferentes etapas del procedimiento anestésico. Ningún paciente presentó temblor postanestésico. El promedio de la temperatura fue 35.82 °C al llegar a la Unidad de Cuidados Posta-

nésico y 36.02 °C al alta en el grupo control; mientras que en el grupo experimental el promedio fue 36.18 °C al llegar a la Unidad de Cuidados y 36.26 °C al alta.

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue el comparar la eficacia del uso de medios térmicos, en especial sabana térmica, para mantener constante el consumo de oxígeno (VO₂) y evitar la presencia de temblor postanestésico durante cirugía laparoscópica y las complicaciones asociadas al aumento del VO₂.

Una buena anestesia tiene como objetivo mantener el equilibrio hemodinámico al garantizar una adecuada perfusión, previniendo la isquemia de los órganos más sensibles (miocardio, encéfalo, riñones); al reducir los requerimientos regionales de

oxígeno para alcanzar este propósito, se seleccionan combinaciones de anestésicos, sedantes, relajantes musculares y fármacos vasoactivos. Por esto, el mantenimiento del consumo de oxígeno relacionado con los cambios en la temperatura durante la anestesia para cirugía laparoscópica y para la anestesia en general es importante debido a las complicaciones que se presentan en el periodo postanestésico como es la alta morbilidad en pacientes ancianos y sujetos con cardiopatías. Debido a esto es importante conocer el consumo de oxígeno favorecido con diferentes medios térmicos y la implicación de los mismos.

Hirvonen y colaboradores demostraron que el consumo de oxígeno durante la cirugía laparoscópica disminuye con la anestesia, manteniendo estos valores durante toda la cirugía, presentando un incremento al terminar la administración de CO₂ para mantener el neumoperitoneo y regresando a valores normales durante la recuperación postanestésica.³

El consumo de oxígeno aumenta con el trauma quirúrgico, pero disminuye con la anestesia; incluso el consumo de oxígeno aumenta o disminuye durante los diferentes tiempos del acto quirúrgico como lo refiere Lind, quien encontró aumento de 15 a 16% del consumo de oxígeno durante la incisión en piel (relacionado con el aumento de la actividad simpática) en cirugía laparoscópica.⁴

El mejoramiento del consumo de oxígeno optimizando las variables hemodinámicas en pacientes sometidos a cirugía ha demostrado ser eficaz con disminuciones importantes en la mortalidad; excepto en los pacientes con sepsis sometidos a cirugía. Esto se debe a que en pacientes quirúrgicos sin sepsis el principal problema es la hipovolemia.⁹ El manejo de la prevención de la hipotermia incluye medios pasivos y activos. Dentro de los primeros se encuentran los campos estériles de algodón, los cuales se han usado para disminuir la pérdida de calor hacia el medio ambiente.^{10,11}

Con el mantenimiento de la temperatura ambiental entre 21-24 °C, se ha observado que 70% de los pacientes permanecen normotérmicos; los pacientes pediátricos requieren de 26 °C al menos para mantener la normotermia. Estas temperaturas no son bien toleradas por el equipo quirúrgico.¹²

Los medios activos de calentamiento mantienen mejor la normotermia o bien corrigen la hipotermia comparados con los sistemas pasivos.^{13,14}

Dentro de estos sistemas se encuentran los de aire forzado; constituyen actualmente el dispositivo por excelencia para mantenimiento de la normotermia y manejo de la hipotermia. Son sistemas eléctricos que brindan aire caliente al paciente por medio de una cubierta que básicamente es una combinación de plástico y papel asignado para uso único en el paciente. Estos dispositivos funcionan como un escudo radiante que evita la pérdida de calor por convección y radiación.¹⁵

El consumo de oxígeno es considerado universalmente como una medida de la actividad metabólica del organismo y como indicador de la adecuada perfusión tisular.¹⁶

Estudios previos han demostrado que los pacientes sanos pueden tolerar incrementos en el VO₂; sin embargo, estos cambios pueden ser deletéreos en sujetos con compromiso en la entrega de O₂ a órganos vitales, como todos aquellos que se encuentran en estado crítico, los cuales ya presentan hipoxia, la cual se agravaría con incrementos en el VO₂, produciendo una importante demanda de oxígeno.^{4,9} En este estudio se incluyeron pacientes con estado físico ASA I-II, que en condiciones normales podrían mantener un VO₂ óptimo, pero que bajo cirugía laparoscópica y anestesia general, estas mismas condiciones se ven modificadas. Por ello se pretende que el uso de medios térmicos permita mantener una temperatura corporal ideal, evitando así disminución en el VO₂ transanestésico.

En este estudio se encontró que durante el inicio del neumoperitoneo hay disminución estadísticamente significativa ($p = 0.020$) fracción espirada de bióxido de carbono (EtCO₂) del grupo control, manifestando cifras más constantes en el grupo experimental.

En ambos grupos disminuyó el VO₂ después de la inducción anestésica. Sin embargo, se registró diferencia durante el inicio del neumoperitoneo, ya que en el grupo experimental aumentó el VO₂ y en el grupo control disminuyó. Durante el periodo de meseta el VO₂ en ambos grupos fue similar.

El mejoramiento del VO₂ optimizando las variables hemodinámicas en pacientes sometidos a

cirugía ha demostrado ser eficaz con disminuciones importantes en la mortalidad. Shoemaker señala que los pacientes que sobrevivieron a eventos quirúrgicos de alto riesgo presentan alto índice cardíaco, aporte y consumo de oxígeno. Estos valores supramáximos se han asociado con la capacidad de los pacientes para responder al estrés quirúrgico.⁹

Durante la fase de meseta se encontró disminución importante de la temperatura en los pacientes del grupo control, siendo la diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.011$), lo que demuestra que el uso de medios térmicos disminuye la pérdida de calor en el periodo transanestésico, con probable aumento del VO_2 .

El VO_2 tiene una fuerte correlación con la temperatura del organismo, la cual es afectada durante el periodo transanestésico.⁸ En nuestro estudio encontramos que la correlación con la temperatura inicial y la inducción no tienen una disminución significativa.

CONCLUSIONES

Este estudio muestra la importancia de la conservación de la temperatura corporal en cirugía laparoscópica con el uso de medios térmicos (sabana térmica), el efecto que presenta sobre el consumo de oxígeno (VO_2) y la incidencia del temblor postanestésico.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el VO_2 ni en la incidencia del temblor postanestésico. Sin embargo, se recomienda el uso de medios térmicos para evitar la pérdida de calor durante el periodo transanestésico en cirugía laparoscópica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lindahl, Sten GE. Oxygen and life on the earth: An anesthesiologist view on oxygen evolution, discovery, sensing, and utilization. *Anesthesiology Clin N Am* 2008; 109: 7-13.
2. Fernández P. Vigilancia del consumo de oxígeno durante la anestesia total endovenosa y la anestesia balanceada. *Rev Asoc Mex Med Crit Ter Int* 2001; 15 (1): 5-10.
3. Hirvonen A, Nuutinen L, Kauko M. Ventilatory effects Blood gas changes and oxygen consumption during laparoscopic hysterectomy. *Anesth Analg* 1995; 80: 961-966.
4. Lind L. Metabolic gas exchange during gynecological laparotomy and laparoscopy. *Can J Anaesth* 1994; 41 (1): 19-22.
5. Yun-Chin. Monitoring Oxygen Delivery in the critical III. *Chest* 2005; 128: 554-560.
6. Pinsky MR, Payen D. *Functional Hemodynamic Monitoring*. Berlin: 2005; 241-258.
7. Powell RM, Buggy DJ. Ondansetron given before induction of anesthesia reduces shivering after general anesthesia. *Anesth Analg* 2000; 90: 1423-1427.
8. Ortiz L, Méndez-Gómez RM, Gago-Gómez V, Vázquez-Chena P, Rubio AB. Repercusión de la hipotermia en cirugía laparoscópica. Sessler. Mild Perioperative hypothermia. *M Engl J Med* 1997; 336: 1730-1737.
9. Poeze M, Greve JW, Ramsay G. Goal oriented haemodynamic therapy: a plea for closer look at using peri-operative oxygen transport optimization. *Intensive Care Med* 2000; 26: 635-637.
10. Sessler DI, McGuire J, Hynson J, Moayeri A, Heier T: Thermoregulatory vasoconstriction during isoflurane anesthesia minimally decreases cutaneous heat loss. *Anesthesiology* 1992; 6 (5): 670-675.
11. Buggy DJ, Crossley AW: Thermoregulation, mild perioperative hypothermia and postanaesthetic shivering. *Br J Anaesth* 2000; 84 (5): 615-628.
12. Morris RH. Influence of ambient temperature on patient temperature during intra-abdominal surgery. *Ann Surg* 1971; 173 (2): 230-233.
13. Borms SF, Engelen SLE, Himpe DGA, Suy MR, Theunissen WJH. Bair Hugger forced-air warming maintains normothermia more effectively than Thermo-Lite insulation. *J Clin Anesth* 1994; 6: 303-307.
14. Bickler P, Sessler DI. Efficiency of airway heat and moisture exchangers in anesthetized humans. *Anesth Analg* 1990; 71: 415-418.
15. Sessler DI. Complications and treatment of mild hypothermia. *Anesthesiology* 2001; 95 (2): 531-543.
16. Parolari A, Alamanni F, Gherli T, Bertera A, Dainese L. Cardiopulmonary bypass and oxygen consumption: oxygen delivery and hemodynamics. *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 1320-1327.