



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
THE AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL CENTER I.A.P.

IMPACTO DE LA PRESERVACIÓN DE TEMPERATURA
CORPORAL SOBRE EL CONSUMO DE OXÍGENO
DURANTE EL PERIODO TRANSANESTÉSICO EN
CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA

TESIS DE POSGRADO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA

PRESENTA:

DRA. MARIANA GUADALUPE GARCÍA HERNÁNDEZ

PROFESOR TITULAR DEL CURSO:
DR. PASTOR LUNA ORTIZ

ASESOR DE TESIS:
DR. JUAN ANTONIO COVARRUBIAS VELA



MÉXICO, D.F.

FEBRERO 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dr. Pastor Luna Ortiz

Profesor Titular del Curso de Anestesiología
The American British Cowdray Medical Center I.A.P.
División de Estudios de Postgrado
Facultad de Medicina, UNAM

Dr. Carlos Hurtado Reyes

Jefe del Departamento de Anestesiología
Profesor Adjunto del Curso Universitario de Anestesiología
The American British Cowdray Medical Center I.A.P.

Dr. Juan Antonio Covarrubias Vela.

Asesor de Tesis
Médico Adscrito al Departamento de Anestesiología
The American British Cowdray Medical Center I.A.P.

Dr. José Halabe Cherem

Jefe de División de Enseñanza e Investigación Clínica
The American British Cowdray Medical Center I.A.P.

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

A mi familia, especialmente a ti Flaquita y a Emmanuel, por su cariño, apoyo, paciencia y por que siempre han estado a mi lado. Sin ustedes no podría llegar a la meta.

A todos mis maestros, por transmitir sus conocimientos, experiencia, apoyo, dedicación. Mil gracias.

A mis amigos por estar conmigo y apoyarme en los buenos y malos momentos.

Al Centro Médico ABC, por haberme dado la oportunidad de ser parte de ustedes, por brindarme todas las facilidades a lo largo de estos tres años de formación académica.

A todos los pacientes que a lo largo de estos tres años y en toda mi carrera me han permitido aprender, dejando en mí un poco de ellos.

Lo difícil no es triunfar...

Lo difícil es hacerlo, en las condiciones que la vida nos impone

JPSR

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

ÍNDICE

Contenido	Página.
1. Introducción	01
2. Marco Teórico	03
2.1 Antecedentes	03
2.2 Consumo de Oxígeno transanestésico	05
2.3 Fases de la pérdida de calor	10
2.4 Consecuencias de la hipotermia intraoperatoria no intencionada	11
2.5 Fisiopatología del temblor post anestésico	14
2.6 Efectos del temblor post anestésico	15
2.7 Termorregulación	15
2.8 Prevención de la hipotermia inadvertida transanestésica	16
2.9 Anestesia Total Intravenosa	18
2.9.1 Propofol	22
2.9.2. Fentanil	24
3. Planteamiento del problema	27
4. Justificación	27
5. Pregunta de investigación	28
6. Objetivos	28
7. Hipótesis	28
8. Material y Métodos	29
9. Resultados	37
10. Discusión	39
11. Conclusiones	43
12. Anexos	
12.1 Tablas de resultados	44
12.2 Gráficas de resultados	46
12.3 Consideraciones Éticas	48
12.4 Carta de consentimiento informado	49
12.5 Ficha o instrumento de recolección de la información	51
13. Referencias	52

1. Introducción

El oxígeno (O_2) es el componente más importante de la atmósfera terrestre. Por esto, 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 un elevado valor energético. El consumo de oxígeno (VO_2) corresponde al volumen de oxígeno que el cuerpo consume, relacionado con el metabolismo de la persona en determinadas condiciones fisiológicas (reposo o ejercicio). (3)

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 que 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.

Durante la cirugía realizada bajo anestesia general y/o anestesia total endovenosa y relajación muscular, existen signos de actividad autonómica fáciles de medir como por ejemplo: aumento de la presión arterial (TA), la frecuencia cardíaca (FC), o la presencia de sudación o lagrimeo, las cuales se utilizan frecuentemente como signos de monitorización durante la anestesia. (7)

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, algunos garantizan la provisión de mezclas aceptables de gases y el establecimiento de la presencia de cierto nivel mínimo de la función pulmonar; pero aportan poco para satisfacer la finalidad de vigilar el empleo tisular de oxígeno de manera directa. (2,5)

Por lo tanto 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 (O_2) 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 post anestésico como es la alta morbimortalidad en pacientes ancianos y pacientes con cardiopatías. Debido a esto es importante conocer el consumo de oxígeno favorecido con diferentes medios térmicos y la implicación de los mismos.

El disminuir la temperatura de manera no intencionada durante la cirugía esta asociado a complicaciones postoperatorias entre las más importantes se encuentran las alteraciones en la coagulación, aumento de sangrado, recuperación anestésica prolongada, temblor postanestésico, isquemia miocárdica, y aumento de infecciones de la herida quirúrgica. (9)

2. Marco teórico

2.1 Antecedentes

El advenimiento de la fotosíntesis oxigénica y la acumulación de oxígeno en nuestra atmósfera abrieron nuevas posibilidades para el desarrollo de la vida en la tierra. 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 desarrollo 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. (1).

En el año 1600 Jonh Mayow describió que un aspecto del aire era necesario para la vida, mas adelante se le conocería como oxígeno (1)

Dentro de los aspectos más importantes de la utilización de oxígeno que relacionan el periodo transanéstesico y el control de la temperatura se encuentran dos; el primero se refiere a la termogénesis sin temblor donde el tejido adiposo pardo consume oxígeno y produce calor y el segundo se refiere al uso de aminoácidos como combustible para la producción de calor durante la anestesia. (1).

La mayoría de las actividades celulares requieren de oxígeno principalmente obtenido de la degradación del ATP (adenosin trifosfato) y de otros componentes de alta energía. El oxígeno debe de estar presente en cantidades

suficientes en la mitocondria para mantener concentraciones efectivas de ATP por un sistema de transporte de electrones. (2).

Por eso 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 un elevado valor energético. (3)

El transporte de oxígeno de la atmósfera a las células del organismo sigue un camino fisiológico sencillo que involucra convección (mayor parte del flujo), difusión y combinación química con la hemoglobina. Durante la inspiración el oxígeno es transportado de la atmósfera al alveolo donde difunde a la sangre y se une de manera reversible a la hemoglobina (absorción de oxígeno). El oxígeno unido a la hemoglobina es entonces transportado en un proceso que depende del gasto cardiaco a los tejidos donde el oxígeno se disocia de la hemoglobina y difunde siguiendo un gradiente descendente de concentración a las células y por último a la mitocondria. Cuando el 90% del oxígeno es consumido el transporte sigue un mecanismo inverso de convección entre la atmósfera y los pulmones y entre los pulmones y los tejidos), difusión (entre los pulmones y la sangre) y reacciones químicas (entre el oxígeno y la hemoglobina). (4).

La mayoría de las actividades celulares requieren de oxígeno, estas actividades se dividen en: funciones de supervivencia incluido el transporte transmembrana, crecimiento, reparación celular, procesos de mantenimiento y funciones facultativas como contractilidad, transporte de electrolitos, proteínas, y

actividades de biosíntesis, cuando falla el suministro de oxígeno las funciones facultativas son las primeras afectadas finalmente se produce disfunción orgánica que origina alteraciones irreversibles y muerte celular. (2)

La cantidad de oxígeno disponible en la célula es determinado por factores centrales y periféricos. Los factores centrales dependen de una adecuada función cardiorrespiratoria (índice cardiaco, presión arterial de oxígeno y concentración de hemoglobina). Los factores periféricos dependen del gasto cardiaco a diferentes órganos y la regulación de la microcirculación que esta regida por el control autonómico del tono vascular. (2)

2.2 Consumo de Oxígeno transanestésico

El consumo de oxígeno corresponde al volumen de oxígeno que el cuerpo utiliza, relacionado con el metabolismo de la persona en determinadas condiciones fisiológicas (reposo o ejercicio). Es un valor complejo que varía con el sexo, la edad, la superficie corporal, y en cuadros donde se afecta la actividad metabólica. (3).

La tasa metabólica puede medirse por medio del consumo de oxígeno. (3) Todas las células requieren oxígeno para su metabolismo aeróbico y el mantenimiento de la función celular normal. Debido a que el oxígeno no se forma en las células estas requieren un suministro constante que cubra las necesidades metabólicas de cada célula; cuando el suministro de oxígeno no es suficiente puede desencadenar disfunción orgánica como en el caso de *shock*. (4)

Por lo tanto la detección oportuna y la corrección de la hipoxia tisular es esencial para el manejo de los pacientes durante el periodo perioperatorio principalmente si su estado es crítico, permitiendo evaluar y decidir el tratamiento más adecuado. (4).

El consumo de oxígeno durante el periodo transanestésico puede ser medido por medios no invasivos, o indirectos como la calorimetría; y por medios invasivos. (3)

Para comprender como se lleva a cabo la medición del consumo de oxígeno por medios no invasivos es importante mencionar el principio de Fick el cual establece que la difusión del oxígeno es directamente proporcional a la permeabilidad del oxígeno en un medio difusible y un gradiente de presión para cruzar una barrera e inversamente proporcional a la distancia de difusión. (4).

Así el consumo de oxígeno puede ser determinado de manera indirecta por la ecuación de Fick (como el producto del bióxido de carbono [CO_2] y la diferencia de oxígeno arteriovenosa), independientemente del análisis del gas espirado. Por lo tanto el consumo de oxígeno y el aporte de oxígeno son calculados a partir de las mismas variables: índice cardiaco, concentración de hemoglobina y saturación de oxígeno. Calculándose a partir del flujo de sangre y la diferencia el contenido de oxígeno arterial y venoso. Una de sus desventajas es que no se considera la contribución del consumo de oxígeno pulmonar (2, 5).

Otra forma de medir el consumo de oxígeno es por medio de la calorimetría indirecta que presenta algunas limitaciones y fuentes de error, dentro de las principales destaca su imprecisión cuando se administra una fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) alta. Se aplica el mismo principio de Fick pero las mediciones son obtenidas a partir del producto del flujo de gas y la diferencia del contenido de oxígeno entre el gas inspirado y el gas espirado. (2,5).

La fórmula para calcular el consumo de oxígeno por calorimetría indirecta se muestra a continuación:

$$VO_2 = \frac{FiO_2 \times (1 - FeO_2 - FeCO_2)}{(1 - FiO_2 - FeO_2)} \times VE$$

Donde:

VO_2 = Consumo de oxígeno.

FiO_2 = Fracción inspirada de oxígeno.

$FeCO_2$ = Fracción espirada de bióxido de carbono (CO_2).

FeO_2 = Fracción espirada de oxígeno.

VE = Ritmo de flujo espiratorio.

Hirvonen et al 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 CO_2 para mantener el neumoperitoneo regresando a valores normales durante la recuperación postanestésica. (6).

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 un aumento del 15 al 16% del consumo de oxígeno durante la incisión en piel relacionado con el aumento de la actividad simpática, en cirugía laparoscópica. (7).

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; como excepción a esto se encuentran los pacientes con sepsis sometidos a cirugía. Esto es debido a que en pacientes quirúrgicos sin sepsis el principal problema es la hipovolemia. (8).

El consumo de oxígeno tiene una fuerte correlación con la temperatura del organismo la cual es afectada durante el periodo transanestésico. (9)

La disminución de la temperatura no intencionada durante la cirugía ha sido asociada a diferentes complicaciones postoperatorias como: alteraciones en la coagulación, aumento de sangrado, recuperación anestésica prolongada, temblor postanestésico, isquemia miocárdica, y aumento de infecciones en la herida quirúrgica. (9)

Durante la anestesia hay diferentes factores que interfieren con la termorregulación normal, la abolición de las respuestas voluntarias, la atenuación de las respuestas hipotalámicas, y la reducción del metabolismo. Así, la respuesta compensadora ó rango interumbral frente a los cambios de temperatura cuando el

organismo es sometido a los efectos de la anestesia general, aumenta de 0.2°C a 2.5°C con respecto a los valores normales. (9).

El propofol reduce linealmente la vasoconstricción y el umbral del temblor. Los opiáceos disminuyen el mecanismo de la vasoconstricción para la conservación de calor debido a sus propiedades simpaticolíticas. Los relajantes musculares disminuyen el tono muscular, previenen los escalofríos y la producción metabólica de calor disminuye hasta un 15 %. (9).

La pérdida de calor durante la anestesia sigue las leyes físicas de la radiación, conducción, convección y evaporación.

Radiación: equivale al 60% de las pérdidas.

Evaporación: 20% de las pérdidas. A través de las estructuras expuestas como mucosas, vísceras, piel y pulmones.

Conducción: 5% de las pérdidas. Es la transferencia de calor por contacto de un objeto a otro, si entre ellos existe una diferencia de calor.

Convección: 15% de las pérdidas. Es la pérdida de calor por transferencia al aire en movimiento y a través del sistema circulatorio desde el compartimiento central al periférico.

La radiación y la convección son los principales mecanismos de pérdida de calor durante el periodo transaestésico. (9).

2.3 Fases de la pérdida de calor

La pérdida de calor durante la anestesia general, se produce en tres fases:

1. **Fase de redistribución:** posterior a la inducción anestésica, la inhibición de la vasoconstricción termorreguladora, mediada por los fármacos anestésicos, permite la redistribución de calor del compartimiento central a los periféricos, lo que disminuye la temperatura central de 1 a 2°C aumentando la de los tejidos periféricos. Esta pérdida se puede disminuir con el precalentamiento cutáneo previo a inducción anestésica.

2. **Fase lineal:** la pérdida de calor es superior a la producción y la temperatura central disminuye 0.3°C a 0.5°C por hora. En esta fase la producción de calor es constante y el descenso de la temperatura esta en función de la pérdida de calor, por eso la medida es evitar la pérdida de calor cutánea.

3. **Fase meseta:** Se produce después de dos horas de anestesia, en esta fase se produce un equilibrio entre la producción y la pérdida de calor por vasoconstricción como efecto termorregulador.

En cirugía laparoscópica la pérdida de calor es debida a la insuflación de gas a bajas temperaturas y se debe principalmente a la evaporación de agua, se calcula una pérdida de 0.3°C por cada 50 litros de CO₂ insuflado; por lo tanto en este tipo de cirugía existe una pérdida de calor a pesar de no estar expuesta la cavidad abdominal directamente. (9).

2.4 Consecuencias de la hipotermia intraoperatoria no intencionada

La hipotermia intraoperatoria leve (33-35°C) proporciona una considerable protección a los tejidos durante episodios isquémicos ó hipóxicos en neurocirugía y cirugía cardiovascular, pero también da lugar a una serie de alteraciones que son perjudiciales para el individuo y que empeoran sustancialmente el pronóstico postoperatorio.

Sistema Cardiovascular. La hipotermia intraoperatoria, incluso leve ha sido uno de los factores claramente relacionados con la morbilidad cardiaca (arritmias, isquemia miocárdica) que ocurre en el postoperatorio. Una disminución de la temperatura central de tan sólo 0,5-1,2°C dispara la respuesta simpática incrementando los niveles de noradrenalina. Esto se traduce en una respuesta de vasoconstricción generalizada y un incremento de la presión arterial aumentando la poscarga y el consumo de oxígeno miocárdico. El aumento de la resistencia vascular sistémica reduce la perfusión periférica, lo que explica el descenso de la pérdida de temperatura cutánea.

Coagulación. Se altera el mecanismo multifactorial de la coagulación, retardando significativamente las reacciones enzimáticas de la cascada de la coagulación y disminuye la velocidad de la formación y propagación del tapón plaquetario y del coágulo de fibrina. Se produce una mayor tendencia a la hemorragia por el aumento de la viscosidad sanguínea, la desviación hacia la izquierda de la curva de disociación de la oxihemoglobina y el alargamiento del tiempo de hemorragia, Tiempo de Protrombina (TP) y Tiempo parcial de Tromboplastina Activada (TPTa),

a lo que se añade una disminución de la actividad plaquetaria, todo esto en presencia de concentraciones plasmáticas normales de factores de coagulación.

En este sentido se ha demostrado que la hipotermia moderada incrementa sustancialmente las pérdidas hemáticas y los requerimientos transfusionales. Al recuperar la situación de normotermia, la coagulación ocurre normalmente.

Sistema Inmunológico. La hipotermia leve intra y perioperatoria aumenta tres veces la incidencia de infecciones quirúrgicas y la estancia hospitalaria. Por un lado, el mecanismo vasoconstrictor de la termorregulación proporciona una menor presencia de oxígeno en los tejidos lesionados con la consiguiente disminución de la primera defensa contra los patógenos quirúrgicos como es la destrucción oxidativa por los neutrófilos, y disminuye la perfusión de la herida, reduciendo la llegada de componentes inmunes y nutricionales. Además hay una inhibición directa de numerosas funciones inmunológicas y de respuesta ante el estrés. Mantener la normotermia intraoperatoria disminuye la incidencia de infecciones y de complicaciones perioperatorias.

Distribución de fármacos. La reducción del flujo sanguíneo así como del metabolismo hepático y renal provoca una disminución en las necesidades de los fármacos anestésicos y aumenta la duración de sus efectos. La duración del efecto del vecuronio es el doble a 34°C que a 37°C, algo similar ocurre con el atracurio y el cisatracurio. La concentración alveolar mínima (CAM) de los agentes inhalatorios disminuye de forma lineal a medida que desciende la temperatura, un 5% por cada grado de descenso.

Debido a todo esto, se ha observado una prolongación de la recuperación postanestésica. Como consecuencia, el mantenimiento de la normotermia central durante el periodo perioperatorio, aparte de mejorar el confort del paciente y evitar complicaciones, ayuda a disminuir el tiempo de estancia en la unidad de recuperación postanestésica, y puede contribuir a reducir los costes de hospitalización.

Escalofrío. Los temblores y escalofrío son la más obvia y frecuente consecuencia de la hipotermia inadvertida (más del 60% de los pacientes que se recuperan tras una anestesia general). Se correlacionan con la temperatura central al final de la anestesia y entre los riesgos que conllevan están el mayor dolor postoperatorio, el malestar, el aumento del consumo de oxígeno, de las presiones intracraneal y ocular y de la producción de CO₂.

Durante la fase de recuperación de la anestesia general, la situación de hipotermia desencadena la vasoconstricción y el temblor como respuesta compensadora a la hipotermia intraoperatoria, para aumentar la producción de calor. (10)

El temblor postanestésico no siempre es desencadenado por la hipotermia, pues existen ocasionalmente movimientos clónicos no generadores de calor e independientes de la temperatura corporal. Sin embargo es una complicación frecuente de la hipotermia perioperatoria inadvertida, y se define como una actividad muscular involuntaria que aumenta la producción metabólica de calor, aumentando la tasa metabólica a más del 600% de sus valores basales. Puede

uplicar o incluso triplicar el consumo de oxígeno y producción de dióxido de carbono lo que predispone al aumento de cortocircuitos pulmonares, daño miocárdico, disminuyendo la reserva respiratoria, siendo mas frecuente en pacientes ancianos. Incluye tres patrones diferentes de actividad muscular. El primero es un patrón tónico y se observa como rigidez, el segundo se describe como movimientos tónicos sincrónicos, y el tercer patrón de movimiento es espontáneo (11). Su incidencia es de un 40 a 65%. El temblor es debido a una respuesta homeostática a la hipotermia durante la anestesia, involucrando los sistemas opiáceos, α_2 adrenérgico, anticolinérgico y serotoninérgico en su génesis (11).

2.5 Fisiopatología del temblor post anestésico

Es un movimiento involuntario oscilatorio de gran actividad muscular, que se produce cuando la región preóptica del hipotálamo se enfría. El incremento en el tono muscular se relaciona con los cambios de temperatura en la actividad neuronal en la formación mesencefálica reticular en la región pontina dorsolateral y la formación medular reticular. (11)

El temblor post anestésico ocurre aproximadamente en 40% de los pacientes no “calentados” los cuales se encuentran recuperándose de la anestesia general en el área de cuidados post anestésicos; se presenta en el 50% de los pacientes con temperatura central menor o igual a 35.5°C y se encuentra en el 90% de los pacientes con temperatura central menor de 34.5°C, lo cual desencadena una respuesta simpática y “discomfort”. (11)

2.6 Efectos del temblor post anestésico

De acuerdo a Frank, SM, se ha observado en estudios prospectivos el alto riesgo de eventos adversos miocárdicos, en los cuales se triplicaba la incidencia con la disminución de la temperatura central alrededor de 1.3°C. Existe un aumento en las concentraciones plasmáticas de catecolaminas asociada a altas complicaciones cardiacas. (11)

2.7 Termorregulación

El proceso de termorregulación responde a tres componentes: Las vías térmicas aferentes, la regulación central y la respuesta eferente. (11)

Estos componentes funcionan para mantener la termorregulación central normal.

Las señales provenientes de receptores fríos que viajan a través de las fibras A δ y las fibras provenientes de los receptores al calor convergen en las fibras C, estas se integran a nivel de la médula espinal para hacer su relevo a la transmisión térmica al hipotálamo. (11)

En la región pre-óptica del hipotálamo anterior se localiza el centro autonómico termorregulador en los mamíferos y es donde se encuentra el umbral termorregulador.

La principal defensa en contra de la hipotermia en los humanos incluye la actividad vasomotora de la piel, la termogénesis no asociada a temblor, el temblor

y la sudoración. La termorregulación por medio del temblor es la última línea de defensa que es activada solo cuando los cortos circuitos arteriovenosos como vasoconstricción son insuficientes para mantener la temperatura central. (11)

La anestesia general modifica estos umbrales ampliando el margen normal del mismo de 2 a 4 °C, provocando un aumento de la respuesta hacia la hipertermia y disminución de la respuesta al frío.

2.8 Prevención de la hipotermia inadvertida transanestésica

El manejo 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 (12,13).

El mantenimiento de la temperatura ambiental entre 21-24°C, se ha observado que el 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 (14).

Los medios activos de calentamiento mantienen mejor la normotermia o bien corrigen la hipotermia comparados con los sistemas pasivos (15).

Dentro de estos sistemas se encuentran los de aire forzado; constituyen actualmente el dispositivo por excelencia para mantenimiento de la normotermia, así como 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 el mecanismo de convección y radiación (16).

La pérdida de calor por administración o irrigación de líquidos es significativa y proporcional a la cantidad administrada de líquidos. Un litro de solución ó un paquete globular a temperatura ambiente disminuye ésta 0.25°C en adultos (15).

Los calentadores de fluidos minimizan estas pérdidas y deben ser usados cuando se administran grandes cantidades de fluidos o hemoderivados. El calentamiento de fluidos no sustituye el calentamiento dado por los sistemas aislantes (16)

Existen además sistemas de calentamiento rápido de fluidos, de los cuales destacada el sistema Hot Line ®, un sistema coaxial donde los fluidos administrados fluyen a través de un lumen interior, en el lumen exterior fluye liquido caliente que mantiene a los fluidos internos a temperatura corporal (17).

En las últimas cuatro décadas se ha incrementado el número de procedimientos en cirugía general por medio de laparoscopia, con lo que han surgido estudios acerca del VO_2 y la relación directa con la cirugía laparoscópica. 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 morbimortalidad en pacientes ancianos y pacientes con cardiopatías. Debido a esto es importante conocer el consumo de oxígeno favorecido con diferentes medios térmicos y la implicación de los mismos. (18)

El consumo de oxígeno es considerado universalmente como una medida de la actividad metabólica del organismo y como indicador de la adecuada perfusión tisular. (19).

Shoemaker demostró que los pacientes que sobrevivieron a eventos quirúrgicos de alto riesgo presentaron alto índice cardíaco, aporte y consumo de oxígeno. Estos valores supramáximos se han asociado a la habilidad de los pacientes para responder al estrés quirúrgico. (20)

2.9. Anestesia Total Intravenosa

La anestesia total intravenosa (TIVA) es una técnica que utiliza solo fármacos intravenosos (I.V), para la inducción y el mantenimiento anestésico, evitando cualquier tipo de anestésico inhalatorio. La aplicación de la TIVA ha sido especialmente posible en los últimos años, gracias al desarrollo de fármacos intravenosos (I.V) de acción rápida y corta duración, en particular el propofol y fentanilo; esto permite un mejor control del estado hipnótico/analgésico durante todo el procedimiento quirúrgico.

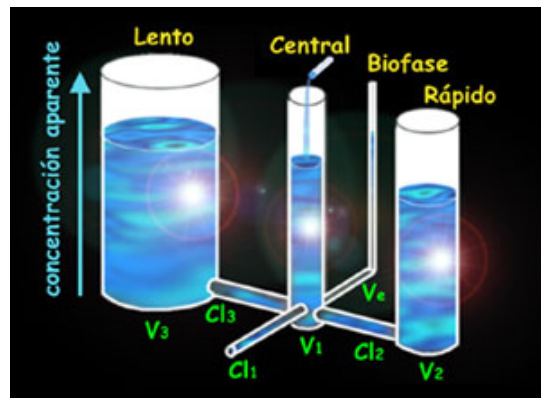
La mayor parte de los fármacos utilizados en anestesiología se “comportan” según un modelo tricompartmental. El compartimento central V_1 esta integrado por los órganos con mayor irrigación: cerebro, corazón, riñones, recibe el 75% del gasto cardíaco. En este se encuentra integrado el compartimento del efecto o biofase en el caso de los anestésicos generales y de los hipnóticos y es también donde ocurre el aclaramiento central o metabólico: biotransformación hepática y

eliminación renal. También se desarrolla el aclaramiento intercompartmental por el “paso” del fármaco a los otros compartimentos.

El compartimento periférico “rápido” V_2 constituido por la masa muscular y el compartimento periférico “lento” V_3 constituido por los tejidos más pobremente irrigados: piel, grasa, la importancia de este último deriva en que a pesar de estar poco perfundido constituye un gran reservorio de los fármacos liposolubles.

El aclaramiento intercompartmental se produce tras la administración en el compartimento central de la siguiente manera:

V_1 hacia el V_2 , y posteriormente del V_1 hacia el V_3 . La estabilidad de los tres compartimentos se conoce como estado de equilibrio.



Tras la administración del fármaco en el compartimento central (V_1) comienzan inmediatamente tres fases de gran importancia:

1ª - Fase de distribución rápida (a) hacia los tejidos peor irrigados

2ª - Fase de distribución lenta (b) que se caracteriza por el paso del fármaco del V_1 al V_3 y también por el retorno del V_1 al V_2

3ª - Fase de eliminación o terminal (g) en la cual se produce el retorno desde V_2 y V_3 hacia el compartimento central V_1 y es precisamente en este retorno cuando pueden aparecer los procesos de remorfización, recurarización etc. Por otro lado es en esta fase cuando se desarrollan la mayor parte del aclaramiento metabólico o central.

Uno de los aspectos fundamentales de la TIVA es la inducción anestésica y el mantenimiento de la hipnosis o pérdida de la consciencia durante el procedimiento quirúrgico, esto se logra mediante la administración de fármacos intravenosos bien, en bolos para la inducción ó de forma continua para el mantenimiento.

La capacidad de alcanzar y mantener una concentración terapéutica determinada se adquiriría con mayor facilidad utilizando dosis variables de infusión continua en lugar de la administración de bolos intermitentes. Al mismo tiempo, con numerosas ventajas: a) mayor estabilidad hemodinámica; b) descenso en la incidencia de efectos secundarios o recuerdo al despertar; c) dosis totales más bajas de fármacos administrados y d) mayor rapidez en la recuperación de las funciones autonómicas. Con la introducción de los primeros sistemas manuales de infusión se mejoraron los resultados clínicos, aunque todavía se consideraban modelos imprecisos y rígidos. Se optó por dos tipos de administración:1) Bolos

endovenoso inicial seguido de una infusión constante e 2) infusión constante desde el inicio sin administrar bolos adicionales. Para la primera opción, Prys-Roberts incorporó un esquema manual de infusión conocido como 10-8-6. Consistía en un bolos inicial de 1mg/kg de propofol administrado en 20 segundos, posteriormente se inicia una infusión de 10 mg/Kg/h durante 10 minutos, después 8 mg/Kg/h durante otros 10 minutos, y finalmente 6 mg/Kg/h. Este esquema fue basado en un modelo farmacocinético tricompartmental y diseñado para alcanzar una concentración plasmática de propofol de 3-4 microgramos/ml en 5 minutos manteniéndose posteriormente en un nivel constante. Se consideró que era una concentración adecuada para alcanzar un nivel anestésico óptimo cuando se combinaba con óxido nitroso (N₂O) y/o opioides. El principal problema se presentaba cuando era necesario modificar la profundidad anestésica. Un aumento en el ritmo de infusión significaba un tiempo variable en alcanzar la nueva concentración plasmática y el tiempo de equilibrio plasma-biofase. Podía solucionarse, administrando un ritmo de infusión muy alto al inicio y reducir posteriormente la dosis, o bien, administrar bolos de propofol al mismo tiempo que se aumentaba el ritmo de infusión. Sin embargo, la concentración alcanzada con los bolos quizás, no era la adecuada ni el método el más conveniente. Si se optaba por un ritmo de infusión constante, sin bolos desde el inicio, el aumento de la concentración plasmática del fármaco era muy lento, aproximadamente 4-5 vidas medias antes de conseguir una concentración estable y un tiempo de equilibrio (plasma-cerebro) de aproximadamente 1hora y 11 minutos para alcanzar una concentración de 4.4 microgramos/ml de propofol, es decir seguía siendo un método desfasado con el estímulo quirúrgico o las necesidades del paciente.

2.9.1 Propofol

Propiedades físicas

Es un alquilfenol (2-6-diisopropilfenol) que tiene propiedades anestésicas. Es estable a temperatura ambiente e insensible a la luz pero es insoluble en agua. Debido a esto se utilizó en un principio el Cremofor como disolvente, pero la alta incidencia de reacciones anafilácticas obligó a una nueva reformulación en una emulsión con lecitina de huevo al 1% (tipo intralipid).

Efectos sobre el Sistema Nervioso Central: La inducción de la anestesia con propofol es suave, rápida y con mínima excitación, muy similar a la del tiopental. La dosis usual requerida para obtener la pérdida de consciencia es de 1-3 mg/Kg. Esta dosis puede ser reducida utilizando bien opiáceos ó aminorando la velocidad de administración.

Se han descrito movimientos excitatorios en niños, aunque su incidencia es menor que con los barbitúricos. La dosis de inducción anestésica permite la colocación de la mascarilla laríngea sin la necesidad de utilizar relajantes musculares. El propofol, al igual que los barbitúricos reduce el flujo sanguíneo y el metabolismo cerebral, así como la presión intracraneal. Es un potente antiemético, quizás debido a un mecanismo central que reduce la incidencia de vómitos postoperatorios. Este efecto se ha observado incluso a dosis subhipnóticas.

Efectos sobre el Sistema Cardiovascular: El propofol disminuye la presión arterial, el gasto cardiaco y las resistencias vasculares sistémicas en mayor grado

que dosis equipotentes de Tiopental. Tiene también un efecto inotrópico negativo pero en este caso menor que el producido por los barbitúricos.

Efectos sobre el Sistema respiratorio: El propofol produce apnea con mayor incidencia durante la inducción anestésica que otros agentes. Este fármaco reduce el volumen tidal y disminuye la sensibilidad de la respuesta a la hipercapnia en mayor grado que el tiopental.

Otros Efectos: Puede causar dolor o disconfort significativo en el lugar de la inyección, esto se evita mezclando la emulsión con lidocaína (2ml 2%). Los niveles de Histamina y de la hormona adrenocorticotropica (ACTH) no son afectados por este hipnótico.

TIEMPO MEDIO SENSIBLE A CONTEXTO Y TIEMPO MEDIO DE ELIMINACION							
Alfent. Sufent. Fent. Propofol Thiop. Midazolam (Diprivan)							
Tiempos de eliminación media (min)							
<hr/> 111 577 462 280 346 173 <hr/>							
Tiempo medio sensible a contexto aproximado (min)							
Duración	1 h	30	15	18	10	75	30
de la	3 h	60	20	100	18	110	60
Infusión	8 h	65	50	280	45	180	80
	SS	65	110	300	55	200	85

Bryson H.M., Fulton B.R. and Faulds D. Propofol. An Update of its Use in Anesthesia and Conscious Sedation. *Drugs* 50:513-559, 3, 1995.

2.9.2 Fentanilo

El fentanilo es un analgésico opioide sintético que pertenece al grupo de las fenilpiperidinas. La acción analgésica es mucho mayor a la de la morfina (dosis de 100 microgramos son equivalentes a 10 mg de sulfato de morfina) en cuanto a sus efectos analgésicos. Sus principales acciones de valor terapéutico son la capacidad para producir sedación y analgesia.

Entre sus principales usos se encuentran: sedación, coadyuvante analgésico, medicación preanestésica, y en anestesia general y anestesia regional.

Mecanismo de acción:

Se une a receptores estereoespecíficos y en varios sitios del sistema nervioso central, modifica la percepción del dolor e inhibe las vías ascendentes del mismo.

Farmacocinética y farmacodinamia

Se han propuesto varios subtipos de receptores de opioides los cuales intervienen en los efectos adversos y terapéuticos de los diferentes tipos de analgésicos opioides. La acción de los opioides puede estar determinada por las funciones sobre estos receptores, los que podrían ser agonistas totales, parcialmente mixtos o inactivos para cada tipo de receptor.

El fentanilo produce acciones agonistas sobre los receptores μ principalmente aunque en menor medida también ejerce efectos sobre los receptores Kappa. Después de la administración del fentanilo por vía intravenosa presenta un inicio de acción rápida y de corta duración.

El fentanilo tiene una amplia distribución en los tejidos corporales y se acumula en el músculo esquelético y grasa. El flujo sanguíneo relativamente bajo en el tejido graso limita el rango de acumulación del medicamento en estas áreas, aunque en sujetos obesos se puede acumular cuando se utilizan dosis múltiples o con administraciones prolongadas.

La depuración del fentanilo pudiera dar como resultado, concentraciones plasmáticas terapéuticas, que pueden ser mantenidas después de suspender el tratamiento, disminuyendo o aumentando la duración de su acción.

Cerca de 90% del fentanilo está unido a proteínas plasmáticas principalmente a albúmina y lipoproteínas pudiendo ser modificada por cambios en el pH plasmático.

La biotransformación es principalmente hepática y es metabolizado por N-desalquilación e hidroxilación a norfentanilo, el índice de metabolismo depende de la dosis total, del funcionamiento hepático y de la liberación del medicamento de los diferentes tejidos corporales.

Se ha propuesto un modelo trifásico para la vida media de eliminación del fentanilo: Una distribución rápida de 1.7 minutos, una redistribución de 13 minutos y una eliminación de 3.5 horas.

El fentanilo alcanza su efecto analgésico máximo cuando se administra por vía intravenosa de 3 a 5 minutos y por vía intramuscular de 20 a 30 minutos.

La duración de sus efectos analgésicos son: por vía intramuscular de 1 a 2 horas y por vía intravenosa de 0.5 a 1 hora.

Cuando se utilizan dosis altas de fentanilo el tiempo que se requiere para despertar es de 42 a 210 min a dosis promedio de 122 microgramos por kg de peso.

El fentanilo es eliminado hasta 80% por la orina principalmente como metabolitos y el resto es recuperado en las heces sin cambios. (25)

Efectos adversos:

Cardiovascular: hipotensión y bradicardia, arritmias, edema ortostático, hipertensión, síncope, taquicardia.

Sistema Nervioso Central: confusión, sedación, mareo, depresión del sistema nervios central, agitación amnesia, ansiedad, euforia, fiebre, fatiga, alucinaciones, dolor de cabeza, insomnio, reacción paranoide, nerviosismo.

Dermatológicas: reacción en el sitio de la aplicación, prurito, edema, rash.

Genitourinario: retención urinaria.

Hematológico: anemia.

Neuromuscular: parestesias, rigor.

Respiratorio: apnea, bronquitis, disnea, hemoptisis, hipoxia, faringitis, rinitis, sinusitis.

3. Planteamiento del problema

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 morbimortalidad en pacientes ancianos y pacientes con cardiopatías. Por lo cual es importante conocer el consumo de oxígeno favorecido con diferentes medios térmicos y la implicación de los mismos.

En el tratamiento de los pacientes quirúrgicos se ha demostrado que la corrección de las variables hemodinámicas a valores normales en el periodo perioperatorio disminuye la mortalidad asociada a alto riesgo quirúrgico.

4. Justificación

Son bien conocidas las implicaciones que tiene la hipotermia inadvertida durante el periodo transanestésico. Debido a ello se han usado diferentes medios térmicos para mantener la normotermia, sin embargo no existen estudios que correlacionen el consumo de oxígeno transanestésico con la utilización de medios térmicos y la presencia del temblor post anestésico.

5. Pregunta de investigación

¿El control adecuado de la temperatura corporal durante el transanestésico en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica me permite mantener el consumo de oxígeno y prevenir el temblor postanestésico?

6. Objetivos

Principal

Evaluar la relación entre el consumo de oxígeno en cirugía laparoscópica, con el uso de diferentes medios térmicos.

Secundarios

Evaluar si la utilización de medios térmicos esta asociado a menor temblor postanestésico

7. Hipótesis

Nula: El control adecuado de la temperatura corporal en el transanestésico de pacientes sometidos a cirugía laparoscópica, mantiene el consumo de oxígeno constante y previene el temblor postanestésico.

Alterna: La disminución de la temperatura corporal en el transanestésico en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica disminuye el consumo de oxígeno y produce aumento del temblor postanestésico.

8. Material y métodos

Universo:

Pacientes sometidos a cirugía laparoscópica electiva (colecistectomía y funduplicatura tipo Nissen) que ingresen al Centro Médico ABC campus observatorio del 23 de Junio al 30 de Julio del 2009.

Diseño del estudio:

Estudio piloto, experimental, longitudinal, comparativo y prospectivo.

Tamaño de muestra:

10 pacientes 5 por grupo.

Asignación de pacientes:

Asignación por conveniencia. Se recluto primero a los pacientes del grupo control y posteriormente el grupo de casos ó experimental. Programados para cirugía electiva laparoscópica en colecistectomía y funduplicatura tipo Nissen.

Criterios de inclusión:

CONTROLES Y CASOS:

Edad mayor de 18 años
Genero indistinto
Sometidos a cirugía laparoscópica programada
ASA I ó II
IMC < o igual a 28.
Consentimiento informado por escrito y firmado

Criterios de exclusión:

Que el paciente retire el consentimiento informado

Conversión de cirugía laparoscópica a abierta.

Criterios de no inclusión:

IMC > 28

No firme consentimiento informado.

Variables:

Edad. Es el tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento de la cirugía.

Tipo de variable: continua.

Escala de medición: años.

Genero. Condición orgánica que distingue al hombre de la mujer.

Tipo de variable: nominal.

Escala de medición: dicotómico Masculino / Femenino.

Estado Físico

Clasificación del Estado Físico de la American Society of Anesthesiologists (ASA).

Fue desarrollada para proporcionar una terminología común y facilitar la recopilación de datos estadísticos, fue comunicada originalmente por Saklad en 1941. La denominación de "riesgo operatorio" fue evitada intencionalmente porque incluía consideraciones sobre la intervención propuesta y la habilidad del cirujano.

En 1961, Dripps et al modificaron el sistema, denominándolo sistema de puntuación del estado físico. Estas modificaciones fueron adoptadas por la ASA en 1962 y son el sistema que se utiliza en la actualidad. (24)

Estado físico I. Paciente saludable.

Estado físico II. Paciente con enfermedad sistémica leve, controlada y no incapacitante. Puede o no relacionarse con la causa de la intervención.

Estado físico III. Paciente con enfermedad sistémica grave, pero no incapacitante. Por ejemplo: cardiopatía severa o descompensada, diabetes mellitus no compensada acompañada de alteraciones orgánicas vasculares sistémicas (micro y macroangiopatía diabética), insuficiencia respiratoria de moderada a severa, angor pectoris, infarto al miocardio antiguo, etc.

Estado físico IV. Paciente con enfermedad sistémica grave e incapacitante, que constituye además amenaza constante para la vida, y que no siempre se puede corregir por medio de la cirugía. Por ejemplo: insuficiencias cardíaca, respiratoria y renal severas (descompensadas), angina persistente, miocarditis activa, diabetes mellitus descompensada con complicaciones severas en otros órganos, etc.

Estado físico V. Se trata del enfermo terminal o moribundo, cuya expectativa de vida no se espera sea mayor de 24 horas, con o sin tratamiento quirúrgico. Por ejemplo: ruptura de aneurisma aórtico con choque hipovolémico severo, traumatismo craneoencefálico con edema cerebral severo, embolismo pulmonar masivo, etc. La mayoría de estos pacientes requieren la cirugía como medida heroica con anestesia muy superficial.

Tipo de variable: Ordinal.

Escala de medición: I, II, III, IV, V.

IMC: Medición de la masa corporal que puede utilizarse para determinar el sobrepeso o la obesidad; se calcula mediante la división del peso expresado en kilogramos por la talla en metros al cuadrado.

Tipo de variable: Nominal

Escala de medición: kg/m^2

Temperatura. Es la expresión numérica de la cantidad de calor de un cuerpo. La temperatura normal es de ($37\text{ }^\circ\text{C}$).y son aceptadas variaciones de $0,2$ a $0,4\text{ }^\circ\text{C}$ del valor normal.

Tipo de variable: Continua.

Escala de medición: Grados Celsius.

Consumo de oxígeno: En fisiología, corresponde al volumen de oxígeno que el cuerpo consume, y se relaciona al metabolismo de la persona en determinadas condiciones fisiológicas (reposo o ejercicio). Es un valor complejo que varía con el sexo, la edad y la superficie corporal, además que varía en cuadros donde se afecta la actividad metabólica. El valor normal en reposo es 3.5 ml/Kg/min .

Tipo de variable: Continua.

Escala de medición: ml/min .

Temblo postquirúrgico:

El temblor postanestésico es un movimiento involuntario que afecta a uno o varios grupos musculares lo cual se presenta generalmente en la primera fase de recuperación después de la anestesia general.

Tipo de variable: Nominal.

Escala de medición: Dicotómica (si o no)

Frecuencia Cardíaca (Fc):

Es la frecuencia del pulso calculada mediante el recuento del número de contracciones ventriculares por unidad de tiempo.

Tipo de variable: Continúa

Escala de medición: latidos por minuto.

Tensión Arterial Media (TAM):

Es el promedio ponderado en tiempo de las presiones arteriales durante un ciclo de pulso; y se obtiene con la siguiente fórmula:

$$PAM = \frac{(PAS) + 2(PAD)}{3}$$

Donde PAS = Presión arterial sistólica

PAD = Presión arterial diastólica.

Tipo de variable: Continua

Escala de medición: mmHg (Milímetros de mercurio).

Saturación de oxígeno en sangre arterial (SpO₂)

Es la medición, no invasiva, del oxígeno transportado por la hemoglobina en el interior de los vasos sanguíneos.

Tipo de variable: Discontinua.

Escala de medición: %.

Procedimiento

Los pacientes fueron distribuidos en dos grupos: grupo control (sin medio térmico) y grupo experimental (con sabana térmica).

Previa toma de signos vitales a todos los pacientes se les administro midazolam 1 a 2 mg IV 30 minutos antes de la inducción.

Previo a la inducción se realizo toma del consumo de oxígeno basal de cada paciente con aire ambiente (FiO₂ 21%) por medio de una mascarilla facial.

La inducción se realizo con fentanilo 2 microgramos/Kg. IV, seguido de 2.5mg/Kg. de propofol IV y 0.15 a 0.2mg/Kg. de cisatracurio IV.

Posterior a la inducción e intubación orotraqueal de cada paciente se mantuvieron FiO₂ 21% durante las mediciones de los diferentes tiempos del acto anestésico (posterior a la inducción, inicio del neumoperitoneo y la durante la meseta definiendo esta 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 en miembros superiores, de las siguientes características; marca warm Touch. Equipo electroneumático, para proporcionar el calentamiento conductivo de manera constante y controlada de aire en una sábana, con panel de control para: encendido y apagado, selección de la temperatura del aire, baja 32°C +/- 3°C, media 37°C +/- 3°C, alta 43°C +/- 3°C. La temperatura en un inicio se mantuvo a 42°C durante media hora; posteriormente a 37°C hasta el final de la cirugía.

En ambos grupos se midió la temperatura con un termómetro transesofágico; posterior a la inducción, inicio del neumoperitoneo y durante la meseta; así como al llegar y al alta de la unidad de cuidados postanestésicos.

El mantenimiento de la anestesia durante las mediciones fue realizado con propofol en infusión con una tasa de 6 a 8mg/Kg./hr, fentanilo en infusión variable de 2 a 5micogramos/Kg/hr para mantener parámetros hemodinámicas 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 8ml/Kg. de peso ideal, FiO₂ del 21%, con frecuencia respiratoria graduada para mantener un EtCO₂ entre 27 a 35 mmHg.

Se administro como medicación coadyuvante posterior a la inducción ranitidina 50mg, ondasetron 8mg, paracetamol 1g y clonixinato de lisina 200mg IV.

En algunos casos fue incluida la monitorización de la profundidad anestésica con Índice Biespectral (BIS) manteniendo parámetros de 35 a 45.

Medición de variables

Se midió el consumo de oxígeno de manera no invasiva por medio de calorimetría indirecta, por medio del calorímetro marca Deltatrac II Datex Engstrom con No. de serie MBM-200-28-0, durante las fases previamente mencionadas. Así mismo se registro (presión arterial no invasiva (PANI), FC, SatO₂, Et CO₂ y la presencia o no de temblor post anestésico en el área de recuperación postanestésica.

Los datos obtenidos fueron concentrados en el programa estadístico SPSS y fueron capturados por el propio investigador.

Análisis estadístico

El tamaño de nuestra muestra es de 5 pacientes por grupo, por lo tanto no se puede asumir una distribución normal de los datos, debido a esto, se realizó 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.

9. Resultados

En el presente estudio se incluyeron 10 pacientes sometidos a cirugía laparoscópica, en el periodo comprendido del 23 de Junio al 30 de Julio del 2009; 5 pacientes correspondieron al grupo control y 5 al grupo experimental. De los cuales el 90% fueron mujeres. La mediana de la edad para el grupo control fue de 38 años; y la del grupo experimental fue de 32 años. La mediana del Índice de Masa Corporal para el grupo control fue de 22kg/m²; y la del grupo experimental fue de 20kg/m².

El 90% de los pacientes fueron clasificados como ASA I, solo un paciente del grupo control fue clasificado como ASA II.

La duración de la cirugía y la duración de la anestesia fue similar en ambos grupos: la mediana de la duración de la cirugía en el grupo control fue de 54 minutos y la del grupo experimental fue de 60 minutos, la mediana de la duración de la anestesia para el grupo control fue de 75 minutos y la del grupo experimental fue de 72 minutos.

Las características demográficas de la población; y el tiempo de duración de cirugía y anestesia se muestran en la Tabla 1.

Se registraron las variables hemodinámicas, así como el consumo de oxígeno, saturación de oxígeno y la fracción espirada de bióxido de carbono en

diferentes momentos del procedimiento anestésico, que consideramos representan mayor importancia en la variación de consumo de oxígeno. Solo se evidenciaron 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 la frecuencia cardíaca, presión arterial media, saturación y consumo de oxígeno; durante las diferentes etapas del procedimiento anestésico.

En cuanto al promedio de la temperatura inicial previo a la inducción en los 10 pacientes fue de 36.7°C , posterior a la inducción el promedio de la temperatura para el grupo control fue de 35.96°C y en el grupo experimental de 36.4°C .

10. Discusión

El principal 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 y evitar la presencia de temblor postanestésico durante cirugía laparoscópica. De esta manera evitar las complicaciones asociadas al aumento del VO_2 . (9)

El consumo de oxígeno es considerado universalmente como una medida de la actividad metabólica del organismo y como indicador de la adecuada perfusión tisular. (19).

Estudios previos han demostrado que los pacientes sanos pueden tolerar incrementos en el VO_2 , sin embargo, estos cambios pueden ser deletéreos en pacientes con compromiso en la entrega de O_2 a órganos vitales, como todos aquellos que se encuentran en estado crítico, los cuales ya presentan hipoxia lo cual se agravaría con incrementos en el VO_2 , produciendo una importante demanda de oxígeno. (7,8)

En este estudio se incluyeron pacientes con estado físico ASA I-II, que en condiciones normales podrían mantener un VO_2 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 una disminución en el VO_2 transanestésico.

Hirvonen et al 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 CO_2 para mantener el neumoperitoneo regresando a valores normales durante la recuperación postanestésica. (6).

En este estudio se encontró que durante el inicio del neumoperitoneo, hay una disminución estadísticamente significativa con una $p= 0.020$, en la $EtCO_2$ del grupo control, manifestando cifras mas constantes en el grupo experimental.

Se ha demostrado que el VO_2 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 un aumento del 15 al 16% del consumo de oxígeno durante la incisión en piel relacionado con el aumento de la actividad simpática, en cirugía laparoscópica. (7).

En este estudio se encontró que en ambos grupos disminuyó el VO_2 posterior a la inducción anestésica, sin embargo existe una diferencia durante el inicio del neumoperitoneo, ya que en el grupo experimental aumento el VO_2 , y en

el grupo control disminuyó. Durante el periodo de meseta el VO_2 en ambos grupos fue similar. No encontrando diferencias estadísticamente significativas.

El mejoramiento del VO_2 optimizando las variables hemodinámicas en pacientes sometidos a cirugía ha demostrado ser eficaz con disminuciones importantes en la mortalidad. (8)

Shoemaker demostró que los pacientes que sobrevivieron a eventos quirúrgicos de alto riesgo presentaron alto índice cardiaco, aporte y consumo de oxígeno. Estos valores supramáximos se han asociado a la habilidad de los pacientes para responder al estrés quirúrgico. (20)

Durante el estudio no existieron diferencias estadísticamente significativas en las variables hemodinámicas, probablemente debido al tamaño de la muestra con respecto a la frecuencia cardiaca se observó una disminución en ambos grupos posterior a la inducción, manteniendo la misma tendencia en los diferentes periodos en el grupo experimental y con una segunda disminución de la frecuencia cardiaca durante el neumoperitoneo en el grupo control.

En cuanto a la PAM, posterior a la inducción, ambos grupos, presentan cambios similares a los encontrados en la frecuencia cardiaca. La SpO_2 no presentó diferencia entre ambos grupos.

El consumo de oxígeno tiene una fuerte correlación con la temperatura del organismo la cual es afectada durante el periodo transanestésico. (9) .En nuestro estudio encontramos que la correlación con la temperatura inicial y la inducción no tiene una disminución significativa.

En el estudio durante la fase de meseta se encontró una disminución importante de la temperatura en los pacientes del grupo control con una $p=0.011$, siendo así estadísticamente significativa. Demostrando que el uso de medios térmicos disminuye la pérdida de calor en el periodo transanestésico, con un probable aumento en el VO_2 .

Ningún paciente presentó temblor postanestésico. El promedio de la temperatura al llegar a la unidad de cuidados postanestésico en el grupo control fue de 35.82°C y al alta fue de 36.02°C comparado con el grupo experimental donde el promedio al llegar a la unidad de cuidados fue de 36.18°C y al alta de 36.26°C .

11. Conclusiones

Presentamos la experiencia en 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 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.

12. Anexos

12.1 Tablas de resultados

Tabla.1 Características demográficas, duración de la cirugía y anestesia.

Variable	Grupo 1 n=5	Grupo 2 n=5	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.

La tabla muestra las medianas y rango intercuartilar de las características demográficas, duración total de cirugía y anestesia.

Tabla 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

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

La tabla muestra las variables hemodinámicas, VO₂, temperatura, EtCO₂ previos a la inducción anestésica

Tabla 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

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

La tabla muestra las variables hemodinámicas, VO₂, temperatura, EtCO₂ posterior a la inducción anestésica

Tabla IV. 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

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

La tabla muestra las variables hemodinámicas, VO₂, temperatura, EtCO₂ al inicio del neumoperitoneo.

Observando una p=0.020 en el EtCO₂

Tabla V. 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

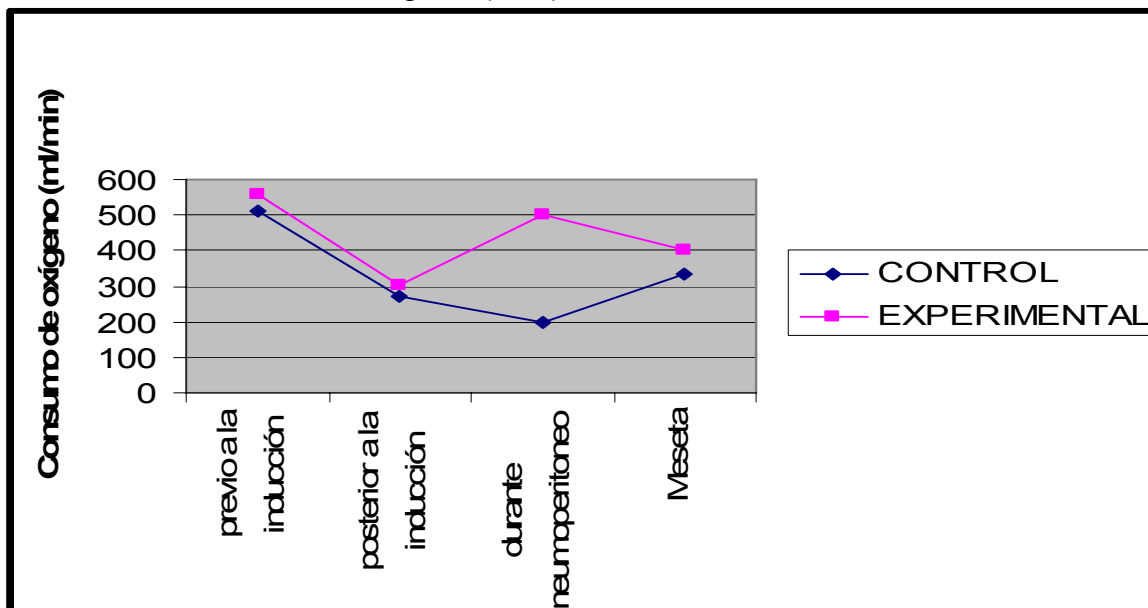
PAM: Presión arterial media, SpO₂: Saturación arterial de oxígeno, VO₂: Consumo de Oxígeno, EtCO₂: Fracción espirada de bióxido de carbono.

La tabla muestra las variables hemodinámicas, VO₂, temperatura, EtCO₂ durante la fase de meseta

Observando una p=0.011 en la temperatura

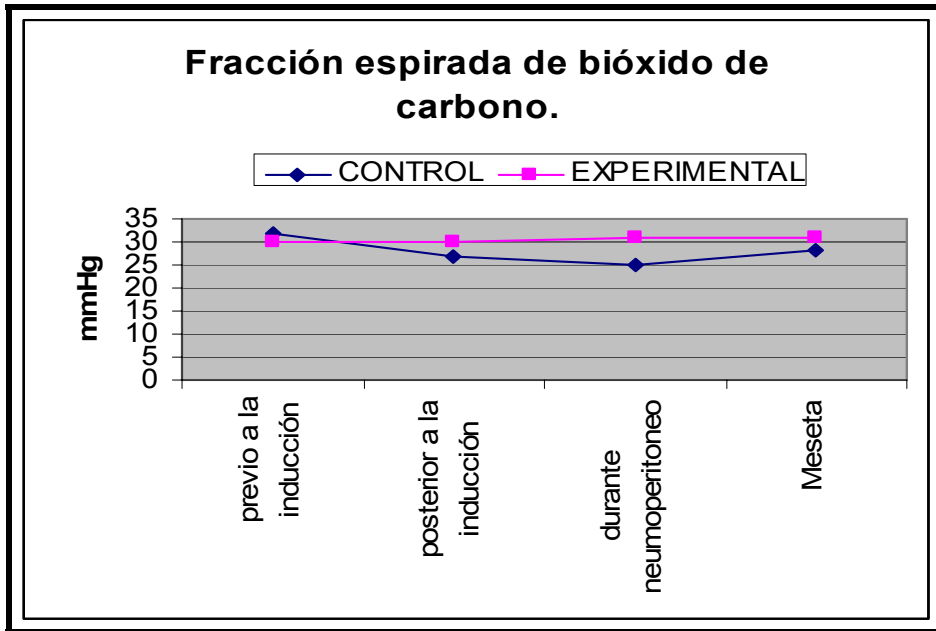
12.2 Gráficas y/o figuras de resultados

Gráfica 1. Consumo de Oxígeno (VO₂)



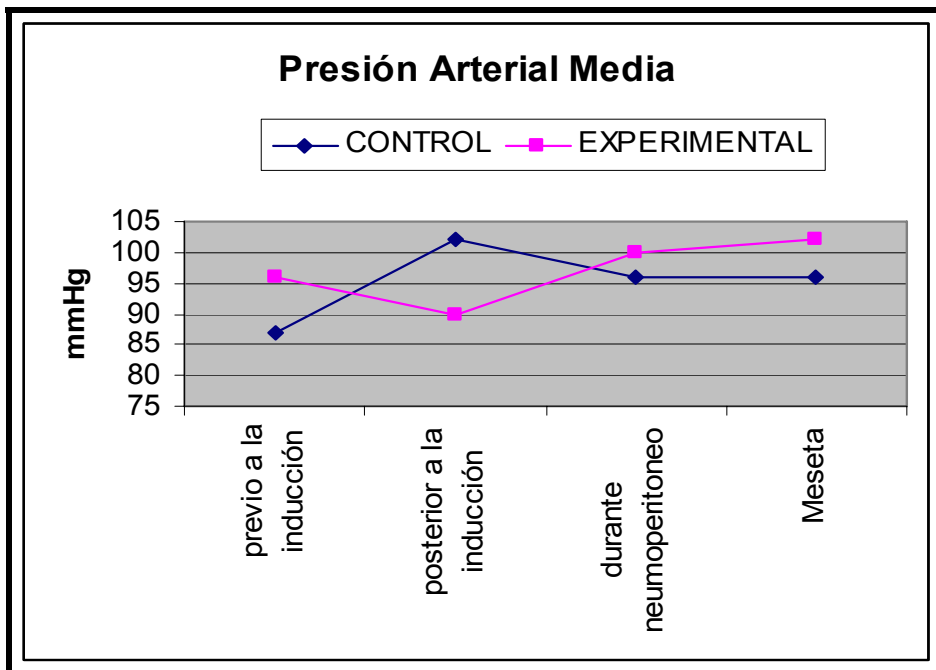
La gráfica muestra el VO₂ durante los diferentes periodos en el transanestésico, en ambos grupos

Gráfica 2. Fracción espirada de bióxido de carbono.



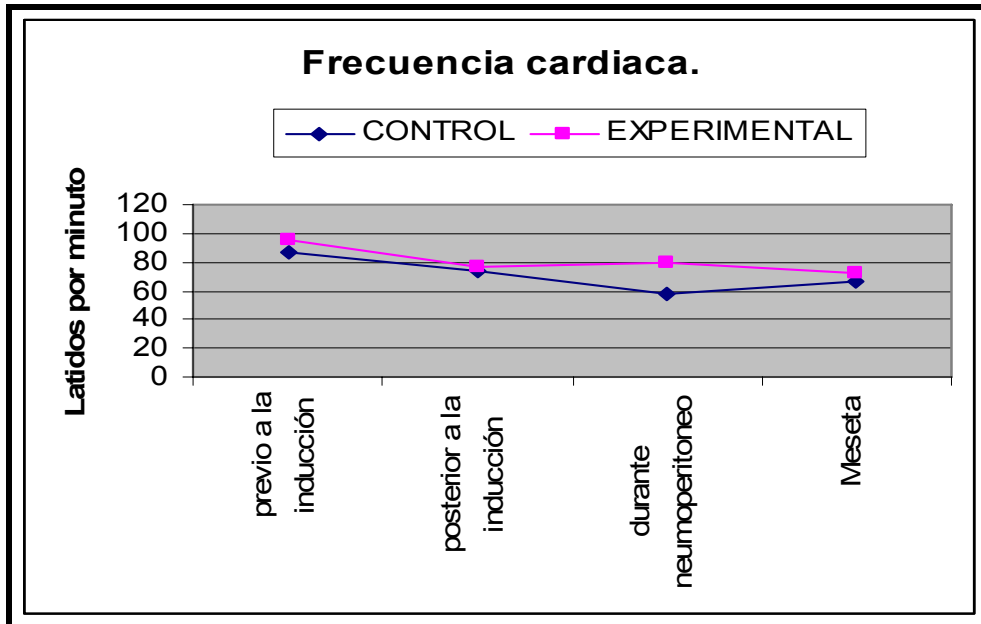
La gráfica muestra la EtCO₂ durante los diferentes periodos en el transanestésico, en ambos grupos

Gráfica 3. Presión arterial media



La gráfica muestra la presión arterial media de ambos grupos durante los diferentes periodos en el transanestésico.

Gráfica 4. Frecuencia cardiaca



La gráfica muestra la frecuencia cardiaca en ambos grupos durante los diferentes periodos en el transanestésico.

12.3 Consideraciones Éticas

El presente estudio cumple los lineamientos mencionados en:

- La Declaración de Helsinki.
- La Ley General de Salud
- El Reglamento de la ley general en materia de investigación en salud donde considera este tipo de estudios como:
 - Investigación con riesgo mínimo.
 - Si requiere de consentimiento informado, firmado por el paciente o su tutor legal.
 - Los datos serán confidenciales en ambos grupos.

12.4 Carta de consentimiento informado y Declaración de Consentimiento

Para participación en el protocolo de investigación clínica: Impacto de la preservación de temperatura corporal sobre el consumo de oxígeno durante el periodo transanestésico en cirugía laparoscópica

México D.F. a ____ de _____ del 2009.

Se extiende la presente invitación para participar en un estudio de investigación a realizar en el Departamento de Anestesiología del Centro Médico ABC. Dicho trabajo busca medir el consumo de oxígeno transanestésico en cirugía laparoscópica comparando el uso de medios térmicos (sabana térmica); correlacionándolo con la presencia de temblor postanestésico.

Su participación en este estudio es completamente voluntaria y de participar o no su decisión no afectará la atención, ni los cuidados médicos a que será sometido en el Centro Médico ABC, ni le proporcionara ningún beneficio específico pero si nos permitirá conocer si al usar medios térmicos podemos evitar la presencia de temblor postanestésico y mantener el consumo de oxígeno. No existen riesgos, molestias ni efectos secundarios adicionales a los que podrían presentarse en caso de una anestesia general de rutina ya que nosotros no modificamos en forma alguna el protocolo de anestesia general. La participación en el estudio no conlleva remuneración alguna ni costo de ninguna especie. La información que se recopile será de carácter confidencial.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo en el centro médico ABC.

Finalmente me han comentado que el presente estudio ha sido registrado en el comité de Investigación y el Comité de Ética Institucional.

En caso de dudas o preguntas relacionadas con el estudio, favor de comunicarse al número: 5541922325.

Declaración de Consentimiento

México D.F. a _____ de _____ 2009.

Yo _____, declaro que he leído este formulario de consentimiento, cuyo contenido me fue explicado a mi entera satisfacción y voluntad expresada por este medio, doy mi consentimiento para ser incluido como sujeto en el protocolo de investigación titulado: Impacto de la preservación de temperatura corporal sobre el consumo de oxígeno durante el periodo transanestésico en cirugía laparoscópica

Nombre y Firma del Paciente.

Nombre y firma del testigo 1

Nombre y firma del testigo 2

Nombre y firma del investigador Principal

12.5 Ficha o instrumento de recolección de la información

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

1. Identificación.

Nombre:

Registro:

Edad:	Genero:	ASA:
Talla:	Peso:	IMC:

2. Preanestesia:

FC:	TA:	SpO ₂ :
-----	-----	--------------------

3. Transanestésico:

Evento	FC	TAM o TA	SpO ₂	Consumo O ₂ .	BIS	ETCO ₂	Temp
Preinducción							
Post-intubación.							
10 minutos							
20 minutos							
30 minutos							
Meseta							

4. Recuperación:

Evento	FC	TAM	SpO ₂	Temblor	Temp
Emersión					
Al salir sala					
Llegar UCPA					
Alta UCPA					

5. Observaciones:

Duración Cx	Duración Anestesia:	DT Fentanil	DT propofol
-------------	---------------------	-------------	-------------

13. Referencias bibliográficas

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. Pinsky, MR, Payen, D: Functional Hemodynamic Monitoring. Berlin, 2005; 241-258.
3. 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.
4. Yun-Chin: Monitoring Oxygen Delivery in the critical Ill. *Chest* 2005; 128: 554-60.
5. Powell RM, Buggy DJ. Ondansetron given before induction of anesthesia reduces shivering after general anesthesia. *Anesth Analg.* 2000; 90:1423-1427.
6. Hirvonen A, Nuutinen L, Kauko M: Ventilatory effects Blood gas changes and oxygen consumption during laparoscopic hysterectomy. *Anesth Analg* 1995, 80:961-6.
7. Lind L. Metabolic gas exchange during gynecological laparotomy and laparoscopy. *Can J Anaesth* 1994; 41(1):19-22.
8. 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.
9. Ortiz L., Méndez-Gómez RM, Gago-Gómez V., Vázquez-Chena P., Rubio AB. Repercusión de la hipotermia en cirugía laparoscópica. Sessler. Mild Perioperative hypotermia. *M ENGL J Med* 1997;336:1730-1737

10. Campos JM, Zaballos JM. Hipotermia intraoperatoria no terapéutica: causas, complicaciones, prevención y tratamiento (I parte). *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 2003; 50:135-144.
11. Quintero M, Ortega J, Rionda E, Jiménez A, Berrocal M, Luna P: Temblor postanestesico: prevención y manejo. *An Med Asoc Med Hosp ABC* 2008;53:191-195
12. Sessler DI, McGuire J, Hynson J, Moayeri A, Heier T. Thermoregulatory vasoconstriction during isoflurane anesthesia minimally decreases cutaneous heat loss. *Anesthesiology* .1992; 6(5):670-5.
13. Buggy DJ, Crossley AW. Thermoregulation, mild perioperative hypothermia and postanaesthetic shivering. *Br J Anaesth* 2000; 84(5):615-28.
14. Morris RH. Influence of ambient temperature on patient temperature during intra-abdominal surgery. *Annals of Surgery*.1971; 173(2):230-3.
15. 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; 6:303–7.
16. Sessler DI. Complications and treatment of mild hypothermia. *Anesthesiology* 2001; 95(2):531-43.
17. Bickler P, Sessler DI: Efficiency of airway heat and moisture exchangers in anesthetized humans. *Anesth Analg* 1990; 71:415–8.
18. Puri GD, Singh H. Ventilatory effects of laparoscopy under general anesthesia. *Br J Anaesth* 1992; 68:211-3.
19. 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.

20. 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.
21. Boyd O. Optimization of oxygenation and tissue perfusion in surgical patients. *Intensive Crit Care Nurs.* 2003;19(3):171-81
22. Yun-Chin: Monitoring Oxygen Delivery in the critical III. *Chest* 2005; 128: 554-60.
23. Saklad M. Grading of patients for surgical procedures. *Anesthesia* 1941; 2:281-85.
24. Keats AS. The ASA Classification of physical status a recapitulation. *Anesthesiology* 1978; 49:233.
25. Muñoz-Cuevas J.H. TIVA: Papel en la anestesia moderna. *Rev Mex Anest* 2006;29:141-147