

Utilización de la oxigenación apneica en la simpatectomía transtorácica endoscópica

Use of apneic oxygenation in endoscopic transthoracic sympathectomy

Centro Nacional de Cirugía de Mínimo Acceso

Dra. Josefina Nodal Ortega¹, Dr. Juan Bautista Olivé González² Dra. Mayuri Machado Álvarez³, Dra. Ingrid Quintana Pajón⁴

¹Especialista de Primer Grado en Anestesiología y Reanimación. Centro de Cirugía Endoscópica. Ciudad Habana. Email: finadelp@infomed.sld.cu

²Especialista Primer Grado en Anestesiología y Reanimación. Profesor auxiliar. Centro de Cirugía Endoscópica. Ciudad Habana.

³Especialista de Primer Grado en Anestesiología y Reanimación. Centro de Cirugía Endoscópica. Ciudad Habana.

⁴Especialista de Primer Grado en Anestesiología y Reanimación. Centro de Cirugía Endoscópica. Ciudad Habana.

RESUMEN

Introducción: Es aún controversial la conducta anestésica de los pacientes tratados por toracoscopia para tratamiento quirúrgico de las hiperhidrosis en los miembros superiores. **Objetivos:** Identificar el comportamiento de los niveles de oxigenación y del dióxido de carbono al final de la espiración, así como los posibles efectos adversos al aplicar la técnica de Oxigenación Apneica en pacientes que se les realizará simpatectomía transtorácica endoscópica T2-T3. **Material y Método:** Se realizó un estudio descriptivo, transversal en 16 pacientes a los que se les aplicó la oxigenación apneica empleando tubo orotraqueal convencional. En el intraoperatorio se midió el tiempo de apnea por hemitórax y se evaluó la saturación periférica arterial de oxígeno (SpO₂) y el dióxido de carbono al final de la espiración (etCO₂), además de la frecuencia cardíaca (FC) y la tensión arterial no invasiva (TA). **Resultados:** a pesar de los tiempos de apnea la oxigenación se mantuvo óptima en todos los casos, el valor medio del etCO₂ no supera los 60 mmHg y no se encontraron cambios significativos de la FC y TA con respecto a los valores basales.

Conclusiones: La técnica de Oxigenación Apneica es útil en este tipo de procedimiento.

Palabras claves: Oxigenación apneica, preoxigenación, hiperhidrosis, simpatectomía.

ABSTRACT

Even now it is arguable the anesthetic behavior of patients underwent thoracoscopy for a surgical treatment of hyperhidrosis of upper extremities.

Objectives: To identify the behavior of oxygenation and carbon dioxide (CO₂) at the end of the exhalation, as well as the potential side effects with the application of apneic oxygenation in patients in which a T2-T3 endoscopic transthoracic sympathectomy will be carried out.

Material and Methods: A cross-sectional and descriptive study was conducted in 16 patients underwent apneic oxygenation using a conventional orotracheal tube. At intraoperative period the apnea time was measured by hemithorax and the arterial peripheral oxygen saturation (SpO₂) was assessed and the carbon dioxide at the end of the exhalation (etCO₂), as well as the heart rate (HR) and the non-invasive blood pressure (BP).

Results: Despite the apnea times the oxygenation remained optimal in all the cases, the mean value of etCO₂ in under the 60 mmHg without significant changes of HR and the BP regarding the basal values. **Conclusions:** The apneic oxygenation technique is useful in this type of procedure.

Key words: Apneic oxygenation, pre-oxygenation, hyperhidrosis, sympathectomy.

INTRODUCCIÓN

La toracoscopia fue introducida a inicios del siglo pasado para diagnóstico y tratamiento de los derrames pleurales y neumotórax espontáneo. Actualmente la cirugía toracoscópica videoasistida (VATS) se emplea en procedimientos cada vez más complejos, además de permitir el acceso de ambos hemitórax en un mismo tiempo quirúrgico como en la simpatectomía transtorácica endoscópica (STE), tratamiento de elección de las hiperhidrosis en miembros superiores y deja solo una pequeña cicatriz en la axila.¹

Otras ventajas que se pueden citar de este procedimiento quirúrgico son: beneficio de la función pulmonar, menor intensidad de dolor postoperatorio, menor estadía hospitalaria y retorno precoz a las actividades sociales.²

Desde el año 2006 el Centro Nacional de Cirugía de Mínimo Acceso (CNCMA) realiza las STE con muy buenos resultados.³

Del accionar del anestesiólogo también depende que la toracoscopia resulte con calidad, pues es imprescindible el colapso pulmonar, situación que facilita la técnica quirúrgica y disminuye el riesgo de lesión pulmonar.

El mejoramiento de los conocimientos en la fisiología respiratoria, así como el desarrollo de las técnicas de aislamiento pulmonar lo han posibilitado.

Los tubos de doble luz para la ventilación selectiva de un pulmón o un segmento del mismo es la conducción anestesiológica estándar para la cirugía torácica, la cual no está exenta de complicaciones. La inserción del tubo a ciegas, es la dificultad más frecuente con el consiguiente colapso parcial del pulmón en el hemitórax a trabajar por lo que se dificulta el correcto desenvolvimiento del proceder quirúrgico, y/o mala ventilación del pulmón contralateral que trae consigo un aumento del shunt con hipoxemia e hipercapnia. Es necesario un entrenamiento adecuado del personal de anestesiología y de un fibrobroncoscopio, equipo costoso, que comprueba la correcta posición del tubo incluso después de colocado el paciente posición para la intervención.⁴

La literatura recoge la aplicación de la ventilación unipulmonar con el tubo de doble luz unido a la insuflación del dióxido de carbono (CO₂) en la cavidad pleural para las STE con resultados disímiles.^{5,6}

No existe una conducta anestésica modelo para este procedimiento, la cirugía toracoscópica, específicamente la simpatectomía se ha simplificado y desarrollado a una velocidad vertiginosa. Los buenos resultados y las complicaciones mínimas se deben a protocolos surgidos de proyectos investigativos para ese fin; pero los anestesiólogos confrontamos las mismas dificultades de casi medio siglo y a pesar de los avances tecnológicos no se ha logrado desarrollar ni estandarizar una técnica anestésica paralela a la técnica quirúrgica en cuanto a eficacia y seguridad.

El primer estudio sobre Oxigenación Apneica, fue publicado por Frumin en 1959, en el que demostró que la presión de oxígeno en sangre arterial (PaO₂) y la saturación periférica de oxígeno (SpO₂) se mantuvieron óptimas en 30 minutos de apnea, la presión arterial del CO₂ (PaCO₂) ascendió a valores considerables sin comprometer el Ph por debajo de 7.15. ⁷ Actualmente se sabe, que una elevación gradual de la P_aCO₂ hasta niveles tan altos como 90 mm Hg, es bien tolerada sin que aparezcan efectos adversos significativos, además rara vez este nivel de acidosis respiratoria requiere tratamiento amortiguador. ^{8, 9}

En el 2001 se dio a conocer la utilidad del sistema Nasoral para lograr una oxigenación apneica correcta en la práctica anestésica.¹⁰ Además se perfeccionó su aplicación en obesos durante la inducción anestésica para incrementar la duración de la SpO₂ en valores por encima de 95 % en tanto se realizan las maniobras de laringoscopia e intubación.¹¹

El Centro Nacional de Cirugía de Mínimo Acceso, realiza la STE para tratamiento de las hiperhidrosis de miembros superiores desde hace algunos años, por lo que se propuso realizar un estudio al aplicar la Oxigenación apneica en estos pacientes con los siguientes objetivos: identificar el comportamiento de los niveles de oxigenación y del dióxido de carbono, así como los posibles efectos adversos hallados con la utilización de esta técnica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal en 16 pacientes en el Centro Nacional de Cirugía de Mínimo Acceso en Ciudad Habana, para STE con interrupción de la transmisión nerviosa de T2 a T3, como tratamiento quirúrgico de

la hiperhidrosis palmar moderada, a los que se les aplicó la técnica de Preoxigenación (PO) y Oxigenación Apneica (OA) y cumplían con los siguientes criterios de inclusión

- Estado Físico según la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA) I o II.
- Varones y mujeres entre 18 y 40 años.
- Aceptación voluntaria de participación en el estudio y consentimiento informado.

Se excluyeron, los pacientes que presentaban los siguientes criterios:

- Antecedentes de infecciones respiratorias a repetición por la posibilidad de adherencias pleuro-pulmonares.
- Signos predictivos de vía aérea difícil.
- Deformidades de la caja torácica con posible disminución de la capacidad residual funcional (CRF).
- Obesos con índice de masa corporal (IMC) ≥ 30 .
- Antecedentes de enfermedad neurológica que se asocie a aumentos de la presión intracraneal (PIC).

Complementarios requeridos:

- hemoglobina y hematocrito.
- coagulograma completo.
- grupo y factor.

Tiempo de ayuno 8 horas para sólidos y 4 horas para líquidos claros,

A todos se les canalizó una vena periférica en el preoperatorio, con trocar No 20. Se les administró diclofenaco 75mg, 30 minutos antes de la intervención quirúrgica.

Descripción de la Técnica OA. En el quirófano, todos los pacientes se les monitorizó la Saturación arterial de Oxígeno por pulsioximetría (SpO₂), el dióxido de Carbono al final de la espiración (etCO₂) por capnografía, electrocardiografía (ECG) en la derivación D II, frecuencia Cardíaca (FC) y tensión arterial no invasiva (TA) con un monitor Nihon Kodhen.

Estas variables fueron medidas antes, durante y al final de la OA, además del tiempo de apnea por hemitórax.

La inducción se realizó de la siguiente manera: fentanyl 2 µg/kg, Diprivan 1 % 1.5-2 mg/kg y atracurio 0.3 mg/kg IV. El mantenimiento anestésico se realizó con Diprivan al 1 % 3 mg/Kg/hora. Se administró además, en el intraoperatorio Ondansetron 8mg IV para profilaxis de náuseas y vómitos.

Se colocó máscara facial sobre la cara del paciente (boca y nariz) y se comenzó con la PO con Oxígeno (O₂) al 100 % y en ventilación manual por un período de 2 minutos. Se procedió a intubar bajo visión laringoscópica con tubo oro-traqueal convencional (TOT) y se acopló al ventilador Fabius GS comprobándose la correcta intubación por auscultación del tórax y capnografía. Se continuó la PO con normoventilación hasta completar un período de 5-7 minutos, mientras tanto se colocó al paciente en posición semisentada 40 grados y brazos en abducción 90 grados.

Cuando el cirujano estuvo listo para comenzar, se desacopló el paciente del respirador para introducir el trocar quirúrgico al tórax a través de la línea media axilar. Con esto, se evita la lesión pulmonar. Inmediatamente, se comprobó el colapso total del pulmón a través del monitor de la torre de toroscopia. Una vez dentro, se comenzó la OA de la siguiente manera; se acopló nuevamente el paciente a la máquina de anestesia en posición de stand by, con válvula de APL abierta, se desconectó la rama espiratoria del circuito paciente para así remover el CO₂ acumulado, a la vez se administró por la rama inspiratoria un flujo continuo de O₂ al 100 % a razón de 4 a 8 L/minuto, es decir igual al volumen minuto del paciente, durante todo el tiempo de apnea.

Al terminar el proceder quirúrgico se conectó la rama espiratoria a la máquina de anestesia, se cerró la válvula de APL y se comenzó la ventilación manual para la reexpansión pulmonar. Se cuidó no sobrepasar las presiones pico en las vías respiratorias por encima de 40 cmH₂O y cuando se observó en el monitor de la torre de cirugía toracoscópica la imagen del pulmón reexpandido, pleura parietal y extremo del trocar quirúrgico, se le orientó al cirujano que podía retirarse con toda seguridad de la cavidad torácica sin necesidad de dejar sonda pleural. Se inició entonces la ventilación de ambos pulmones hasta lograr cifras del etCO₂ en 35 mmHg, momento en que se comenzó la cirugía en el hemitórax contralateral, para lo que se aplicó la misma técnica descrita anteriormente.

Al finalizar la intervención quirúrgica, se extubaron todos los pacientes en el quirófano y se trasladaron a la sala de recuperación postanestésica para aplicar los siguientes cuidados:

- Flujo de Oxígeno a través de catéter nasal a razón de 3 L/minuto
- Monitorización de SpO₂
- Tratamiento del dolor según escala ordinal de Keelel. Se le preguntó al paciente si tenía dolor, si respondió sí, que lo ubicara en una puntuación del 0 al 4, donde 0 es no dolor y 4 sería dolor insoportable, entonces se trató de la siguiente manera:
 - Del 0 al 2: Dipirona 1.2g IV diluido con 20cc de Dextrosa al 5% o Cloro Sodio al 0.9% lento
 - > de 2: Tramal 25 mg IV en igual dilución.

A todos los pacientes, se les dio alta para la sala de hospitalización a la hora de operados según escala de Alderete con vía oral abierta.

Para el análisis estadístico de las variables se utilizaron las pruebas de hipótesis para la igualdad de medias y el test de correlación de Spermant.

RESULTADOS

Con relación a la SpO₂ esta se mantuvo óptima, entre 96 y 100 % en todos los pacientes, a pesar del amplio margen de apnea que osciló de 8 a 35 minutos por hemitórax, como lo muestra la siguiente gráfica. (Figura 1 y 2).

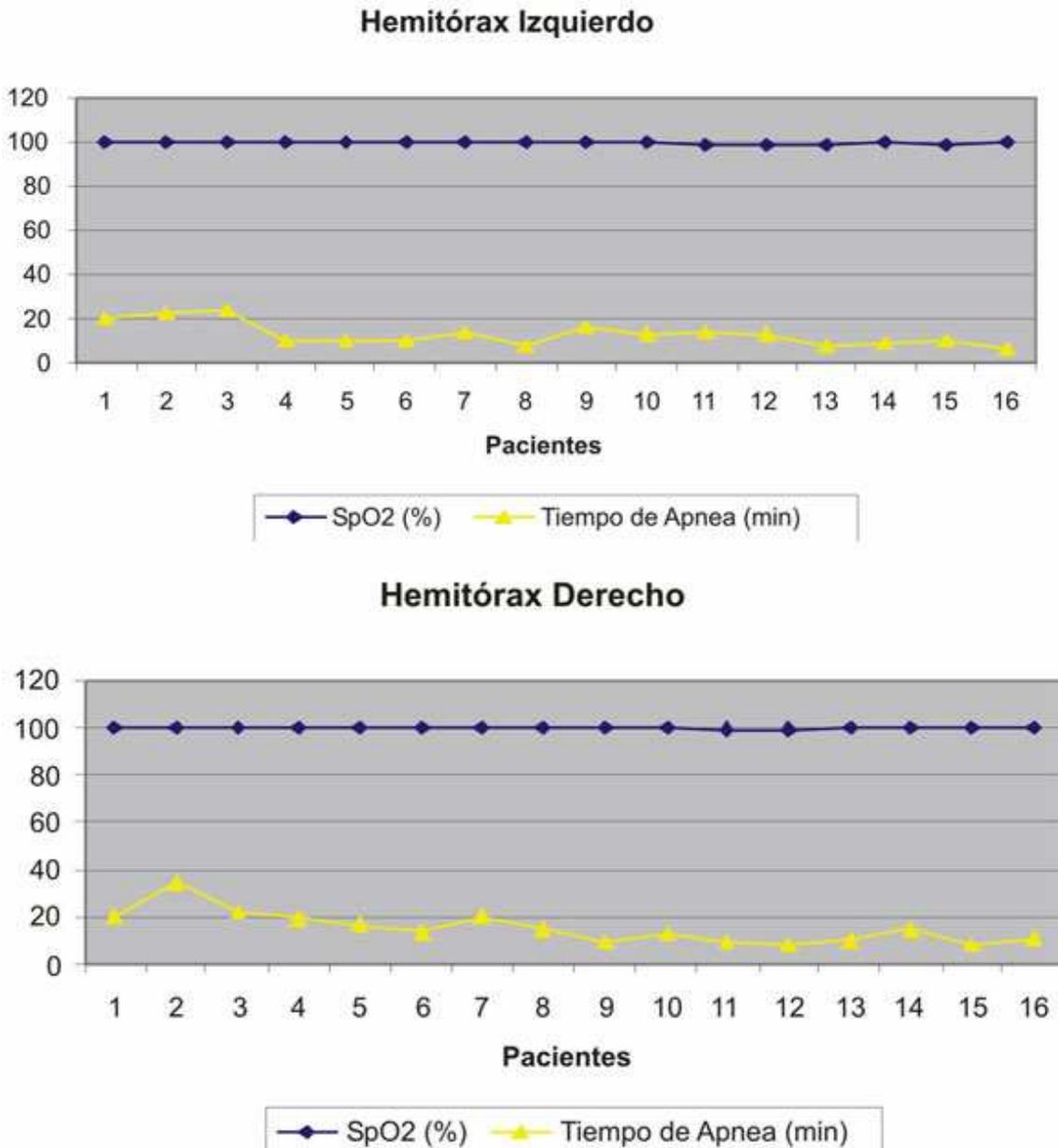


Figura 3 y 4: Comportamiento del valor medio del etCO₂ durante la cirugía por hemitórax. Eje de las x Número de pacientes (16 pacientes) Eje de las Y Tiempo de apnea en minutos/ Valor de la SpO₂ en % por hemotórax

Respecto al etCO_2 con la prueba de hipótesis para la igualdad de medias y una $p=0.95$, el valor del mismo no superó los 60 mm de Hg en los tiempos de apnea alcanzados en ambos hemitórax. ([Figura 3 y 4](#))

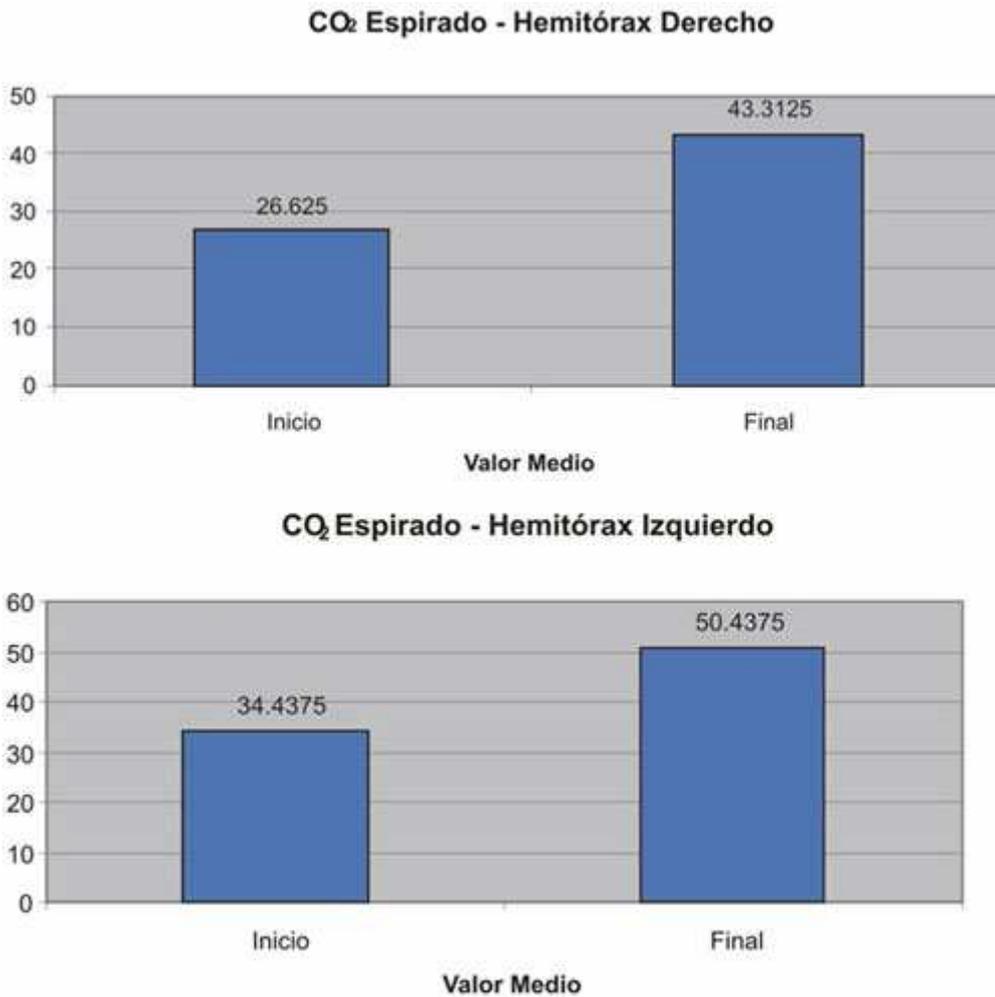
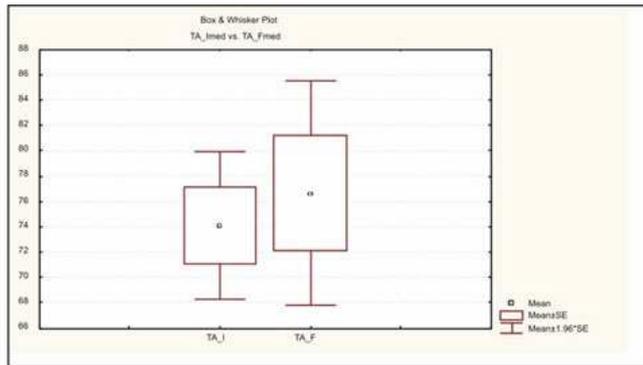
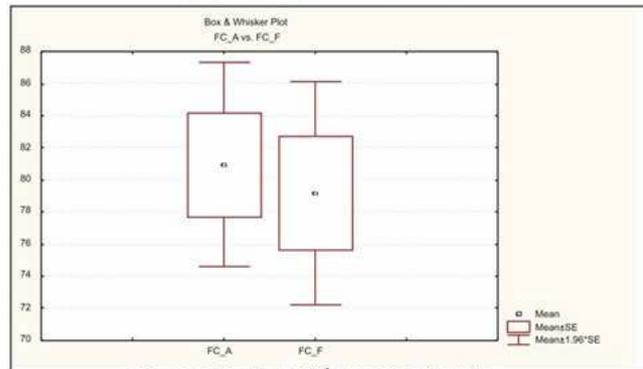


Figura 3 y 4: Comportamiento del valor medio del etCO_2 durante la cirugía por hemitórax.
Eje X: Valor medio del etCO_2 mmhg al inicio y final de la apnea por hemitórax Eje Y: etCO_2 mmhg

Teniendo en cuenta el análisis de la FC y TA no invasiva, la prueba de hipótesis de igualdad de medias para una $p=0.95$, demostró que estas variables se mantuvieron estables durante el acto anestésico - quirúrgico a pesar del tiempo de apnea y de los valores del etCO_2 correspondientes. ([Figura 5 y 6](#))



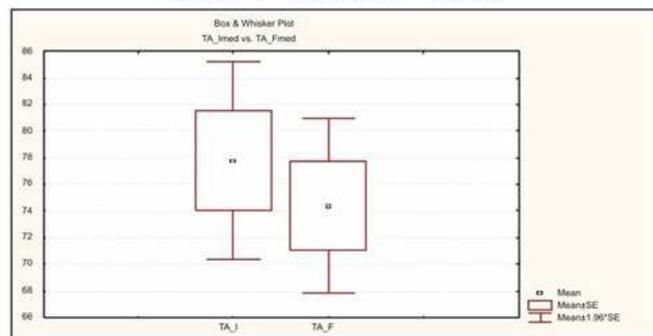
TA media Hemitórax Derecho



TA media Hemitórax Izquierdo

TA- I med: TA media al inicio de la cirugía
TA- F: TA media al final de la cirugía
Eje Y: Valor de la TA en mmhg

FC media Hemitórax Derecho



FC media Hemitórax Izquierdo

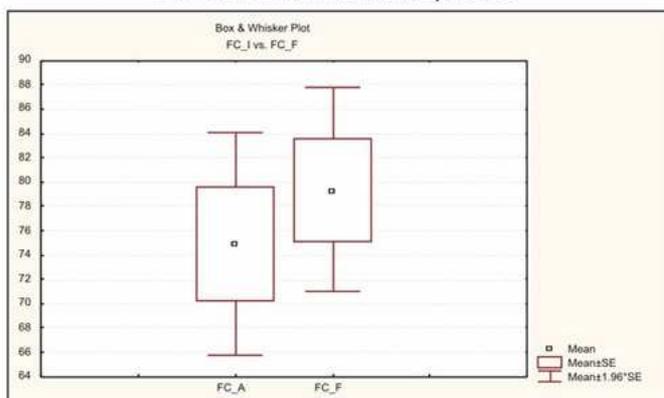


Figura 5 y 6: Comportamiento del valor medio de la TA y FC durante la cirugía por hemitórax.
FC- A: FC al inicio de la cirugía
FC- F: FC al final de la cirugía
Eje Y: Valor de la FC en latidos/minutos

DISCUSIÓN

En un sujeto sano si la apnea se produce respirando aire ambiente, en 90 segundos ocurre un descenso sustancial de la PaO₂ a valores que pueden provocar la pérdida del conocimiento. La presión alveolar de oxígeno (PAO₂) de 105 mmHg cae a 40 mmHg en 60 segundos por la captación de O₂ a 230 ml/minuto. Se reduce en dos tercios la CRF y ocurriría una hipoxia grave en 2 minutos. La preoxigenación (PO) evitaría en parte este fenómeno pues consiste en hacer respirar al paciente O₂ al 100 % previo a la apnea, a fin de aumentar las reservas de este gas, en particular su capacidad residual funcional así como la PaO₂ y la SpO₂ durante la fase de apnea y la intubación de la vía aérea. Con esto se desplaza el nitrógeno del depósito pulmonar (fenómeno que se conoce por desnitrógenación) proceso que logra la saturación de O₂ en la capacidad residual funcional a 90 % en un período de 3 a 5 minutos.¹³ Así se obtiene PAO₂ por encima de 660 de mmHg y un contenido pulmonar de O₂ de 3000 ml. Con ello se mantiene la PaO₂ por encima de 100 mmHg.^{7,12}

Si después de la PO se mantiene una atmósfera de O₂ a 100 % con flujo de 6 a 10 l/min de O₂ en apnea (con la glotis abierta), el movimiento de masas repone el O₂ captado por la sangre y la única caída de la PAO₂, sería debido a la acumulación alveolar de CO₂ que es muy lenta. Este es el fenómeno denominado OA.¹⁰

Si se practica correctamente la técnica, la oxigenación se puede mantener teóricamente por 100 minutos a partir de entonces la presión alveolar de CO₂ sería de 600 mmHg y por tanto la presión alveolar de O₂ de 60 mmHg que corresponde a una saturación periférica menor de 90 %.¹⁰⁻¹² La Oxigenación apneica aumenta el tiempo SpO₂ a 96 %. Actualmente el tiempo de desaturación durante la apnea es el indicador mas utilizado de oxigenación.⁷

Por otra parte al quedar en apnea después de respirar una fracción inspirada de O₂ (FiO₂), la presión alveolar de CO₂ (PACO₂) en 10 segundos aumenta de 40 a 45 mmHg que corresponden a la eliminación de CO₂ hacia los alvéolos a 20 ml/minuto. La presión de CO₂ espirado aumenta a 3 mmhg/minuto.⁷

Durante el primer minuto de apnea se produce un equilibrio entre las presiones parciales venosa, alveolar y arterial de CO₂. La diferencia de la presión de este gas en sangre venosa mixta y la arterial en humanos es de 6 mmHg, por tanto, en el primer minuto de apnea se debería producir tal incremento de la presión arterial de CO₂, además debería haber un aumento continuo de la misma a causa de la producción de CO₂ por el metabolismo celular. Se demostró que un adulto de 70 Kg, en reposo y apnea, la producción metabólica debería agregar 200 ml/minuto de CO₂ a la sangre. Esto resulta en un incremento continuo de la PaCO₂ de 3-4 mmHg/minuto.¹³ Se traduce en igual aumento del etCO₂ que corresponde al valor del CO₂ alveolar y su diferencia alveolo arterial es de 1-3 mmHg.

Partiendo de los valores basales de PaCO₂ eupneicos y aplicando correctamente la técnica de oxigenación, a los 10 minutos de apnea la PaCO₂ debería ser cercana a los 83 mmHg. Se admite que un flujo continuo de oxígeno dentro de la tráquea puede «lavar» alguna cantidad de CO₂ de los alvéolos durante la apnea, disminuyendo de esa manera la velocidad de incremento de la PaCO₂.^{7, 10,13}

A su vez, La FC y TA no invasiva decrecieron de forma no significativa con respecto a la basal tras la inducción anestésica, además, después de colocar a los pacientes en posición semisentada unido a la ventilación a presión positiva intermitente se observa un ligero incremento de la FC como mecanismo compensador para mantener el gasto cardiaco. Durante el resto del intraoperatorio no se presentaron

otros cambios, ni siquiera del ritmo cardiaco que en todos los pacientes se mantuvo sinusal.

El etCO₂ es un indicador fiel del valor del CO₂ tanto en sangre arterial como en la venosa mezclada en estos pacientes y demuestra que a pesar de la apnea, si se aplica bien la OA por un período de no más de 30 minutos, los ascensos de la PACO₂ y de la PaCO₂ no son tan importantes para causar desequilibrio del medio interno que conlleve a acidosis metabólica por un agudo descenso del ph con la consiguiente inestabilidad hemodinámica. Esto fue estudiado desde 1973 por Fraioli y Sheffer¹⁴ y más adelante por Ikeda y Shweiss.¹⁵

Todos los pacientes se dieron de alta de la sala de cuidados post anestésicos a la hora de haber salido del quirófano y se trasladaron a la sala de hospitalización, cumpliendo con los criterios de Alderete. Al pasar aproximadamente 3 a 4 horas, después de abrir vía oral, comprobar correcta deambulación y en ausencia de dolor intenso se les dio alta del Centro.

Se concluye que al aplicar correctamente la técnica de OA, los valores de oxigenación periférica se mantuvieron óptimos aún con tiempos de apnea tan elevados como 30 minutos. El riesgo de la misma estaría relacionado con las ascensos del etCO₂, que conllevaría a cambios en el medio interno; sin embargo, los niveles alcanzados en todos los pacientes son aceptados y considerados como permisibles sin haberse encontrado complicaciones afín con la práctica de esta técnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guijarro Jorge R, Arnau Obrer A, Fernández Centeno A, Regueiro Mira F, Pérez Alonso A, Cañizares Carretero M. Nuestra experiencia en el tratamiento de las hiperhidrosis de los miembros superiores mediante videotoracoscopia: análisis tras las primeras 100 intervenciones. Arch Bronconeumol 2002; 38: 421-426
2. Fischer G W, Cohen E. An update on anesthesia for thoracoscopic surgery. Current Opinion in Anaesthesiology 2010; 23(1): 7-11
3. Hernández JM, Martínez MA, Torres JR, Barreras, JE. Cirugía de la Hiperhidrosis en Cuba. Los primeros 5 casos. Rev Cub Cir 2006; 45 (2). En Línea. Consultado 20/12/09. URL disponible en http://bvs.sld.cu/revistas/cir/vol45_2_06/cir09206.pdf
4. Cardona LM, Espina JA. Técnicas de aislamiento pulmonar selectivo. Rev Col Anest 2006; 34 (3): 171-176
5. Wong RY, Fung ST, Javan B, Chen Hj, Lee JH. Use of a single lumen endotracheal tube and continuous CO₂ insufflation in transthoracic endoscopic sympathectomy. Act Anaesthesiol Sin 1995; 33(1):21-6
6. Monia DL, Artur AB, Airton Bagatini, TSA. Simpatectomia por Videotoracoscopia no Tratamiento da Hiperhidrose Palmar: Implicacoes Anestésicas. Rev Bras Anesthesiol 2005; 55:361-368.
7. Nodal J, Olivé JB, Olazábal E, Machado M, Hernández JM: Oxigenación Apneica en Simpatectomía Endoscópica. Primera Experiencia en Cuba. Rev Cub Anest y

Reanim 2008; 7. En línea. Disponible en http://bvs.sld.cu/revistas/scar/vol7_1_08/scar06108.htm

8. Capote ME. Estado de mal asmático: Enfoque terapéutico. MEDISAN 2001; 5(4):60-75.

9. Francis T, Daniel R B. Appropriate Ventilatory Settings for Thoracic Surgery: Intraoperative and Postoperative. Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia 2008 Vol 12 (2) 97-108.

10. Martínez P V, Madrid V. Estudio multicéntricos sobre la utilidad del sistema NasOral para la desnitrogenación y Oxigenación apneica en anestesia. Rev Esp Anestesiol Reanim 2001; 48: 53-58.

11. Satya Krishna Ramachandra, MD; Amy Cosnowski ,BS; Amy Shanks, MS; Christopher R. Turner MD, MBA. Apneic oxygenation during prolonged laryngoscopy in obese patients: arandomized, controlled trial of nasaloxxygen administration. J Clin Anesthesia 2010; 22: 164-168.

12. Martinez P V, Madrid V. Preoxygenation: best method for both efficacy and efficiency. Anesthesiology 1999; 91: 603-605.

13. Gentz BA, Shupak RC, Bhatt SB, Bay C. Carbon dioxide during apneic oxygenation: the effects of preceding hypocapnia. J Clin Anesth 1998; 10: 189-194.

14. Fraioli RL, Sheffer LA. Pulmonary and cardiovascular effects of Apneic Oxygenation in man. Anesthesiology 1973; 39 (6): 588-96

15. Ikeda S, Shweiss JF. Changes in systemic and pulmonary hemodynamics and acid _ base balance prolonged apneic oxygenation. Anesthesiology Sept 1991; 75 (3): ppg A1117.