



Facultad de Ciencias Médicas
Universidad Nacional de Rosario
Carrera de Especialización en Anestesiología

TRABAJO FINAL

TÍTULO

Efecto de la oxigenación apneica en la intubación orotraqueal en pacientes con sobrepeso y obesidad.

ALUMNA

Battilana, Julia Inés.

juliabattilana@hotmail.com

TUTOR

Manuello, Cristián David.

cristianmanuello@hotmail.com

RADICACIÓN DEL TRABAJO

Servicio de Anestesia, Analgesia y Reanimación del Hospital Escuela Eva Perón (HEEP), Granadero Baigorria, Santa Fe, Argentina.

RESUMEN

Introducción: Un método potencial para extender el tiempo de apnea segura es la oxigenación apneica (OA) mediante cánula nasal (CN), ya que mantiene la oxigenación sin ventilación mientras se manipula la vía aérea. Se propuso comparar la caída de la saturación de oxígeno (SpO_2) medida por oximetría de pulso, en dos grupos de pacientes con índice de masa corporal (IMC) ≥ 25 , a los que se les administró aleatoriamente OA mediante CN según protocolo NO DESAT, durante la inducción de anestesia general (AG), hasta la intubación orotraqueal (IOT).

Materiales y métodos: 60 pacientes con IMC ≥ 25 sometidos a AG, fueron aleatorizados en dos grupos: Grupo Oxigenación apneica (GOA), a aquellos que recibieron preoxigenación, ventilación manual y OA mediante CN durante la inducción anestésica; y Grupo Control (GC) a aquellos que, una vez colocada la CN, recibieron preoxigenación y ventilación manual y no recibieron OA. En el GOA, la IOT se realizó mientras continuaba la administración de oxígeno mediante CN.

Resultados: la diferencia entre los valores de SpO_2 (%) finalizada la IOT con respecto a los valores luego de la preoxigenación, fue estadísticamente significativa entre grupos. En el GOA, el valor mínimo fue 4 puntos y el 94% de los pacientes presentaron una diferencia ≤ 1 . En el GC el valor mínimo fue 8 puntos y el 57% presentaron dicha diferencia.

Conclusión: La OA mediante CN según protocolo NO DESAT, durante la inducción de AG hasta la IOT, disminuye el rango de descenso de la SpO_2 medida por oximetría de pulso, en los pacientes con IMC ≥ 25 .

PALABRAS CLAVE

Oxigenación apneica, Sobrepeso/Obesidad, Cánula nasal, Intubación orotraqueal, Oximetría de pulso, Anestesia General.

ÍNDICE

RESUMEN.....	2
PALABRAS CLAVE.....	2
INTRODUCCIÓN.....	4
MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
RESULTADOS.....	12
DISCUSIÓN.....	18
CONCLUSIÓN.....	20
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
ANEXO.....	23

INTRODUCCIÓN

Debido a que la intubación orotraqueal (IOT) puede convertirse en un procedimiento prolongado, se debe considerar el riesgo de desaturación de oxígeno durante la maniobra.

La preoxigenación es el llenado de oxígeno de los depósitos pulmonares, lo que equivale al valor de la capacidad residual funcional (CRF), es decir el volumen de gas que queda en el pulmón luego de una espiración normal. En adultos, la maniobra de preoxigenación consiste en hacer respirar al paciente oxígeno al 100% previo a la apnea, a fin de aumentar las reservas de este gas durante la fase de apnea y la IOT.¹

La CRF es importante puesto que se relaciona directamente con el volumen de intercambio de gases y por lo tanto con la oxigenación.² Por consecuencia, la preoxigenación aumenta la CRF de oxígeno, la presión parcial de oxígeno y la saturación periférica de oxígeno (SpO₂) medida por oximetría de pulso, permitiendo reducir la frecuencia y gravedad de la caída de la SpO₂ por oximetría de pulso.¹

La preoxigenación debe ser rutinaria, ya que las reservas de oxígeno no siempre son suficientes para cubrir la duración de la IOT. Si se realiza de manera adecuada, los pacientes pueden extender el periodo de apnea tolerable, definida como el retraso hasta que la SpO₂ alcanza el 90%², y así incrementar el margen de garantía entre el comienzo de la inducción y el momento en que la IOT está asegurada.³

Aunque se han evaluado varias técnicas de preoxigenación, la diferencia cuantitativa entre las técnicas resulta ser muy pequeña.⁴

La ventilación a volumen tidal (VT) durante 3 minutos, es decir 3 minutos de respiración espontánea con una fracción inspiratoria de oxígeno (FiO₂) del 100%, desplaza el nitrógeno del depósito pulmonar, logrando una fracción alveolar de oxígeno cercana al 95%, en pacientes con función pulmonar normal. Por otro lado, 6 a 8 ventilaciones a capacidad vital (CV), es decir 6 a 8 respiraciones profundas durante 60 segundos, consiguen incrementos comparables en las reservas de oxígeno. En ambos casos, la máscara facial debe ser adecuada y estar bien sellada.¹

Un método potencial para extender el tiempo desde la apnea hasta la desaturación es la "oxigenación apneica". Esto se refiere a la entrega de oxígeno al 100% a las vías respiratorias y los pulmones sin ventilación espontánea o asistida. El objetivo es mantener la oxigenación durante el período apneico mientras se realiza la manipulación

de la vía aérea. La oxigenación apneica no es un concepto nuevo, fue descrito por primera vez en humanos por Holmdahl en 1956⁵, y posteriormente se ha utilizado en varios entornos, principalmente en salas de cirugías.⁶

Fisiológicamente, la oxigenación apneica se basa en el concepto de que durante la apnea, los alvéolos continúan absorbiendo oxígeno incluso sin movimientos diafragmáticos o expansión pulmonar. En un paciente apneico, aproximadamente 250 ml/min de oxígeno se mueve desde los alvéolos hacia el torrente sanguíneo. Por el contrario, solo 8 a 20 ml/min de dióxido de carbono se introduce en los alvéolos durante la apnea, y el resto se amortigua en el torrente sanguíneo. La diferencia en el movimiento de oxígeno y dióxido de carbono a través de la membrana alveolar se debe a las diferencias significativas en la solubilidad del gas en la sangre, así como la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno. Esta diferencia de aproximadamente 240 ml/min, hace que la presión neta en los alvéolos se vuelva ligeramente subatmosférica, generando un flujo de masa de gas desde la faringe hasta los alvéolos. Así, el oxígeno administrado en las vías respiratorias superiores, difunde por la tráquea hacia los alvéolos.⁷

Para proporcionar oxigenación apneica durante la IOT, la cánula nasal estándar es el dispositivo de elección. Las cánulas nasales proporcionan una FiO_2 limitada en un paciente que respira espontáneamente, pero la disminución de la demanda de oxígeno del estado apneico permitirá que este dispositivo llene la faringe con un alto nivel de FiO_2 . Al aumentar el caudal a 15 l/min, se puede obtener una FiO_2 cercana al 100%. Aunque al proporcionar altos caudales con una cánula nasal no humidificada convencional puede ser incómodo, debido a su efecto desecante en la nasofaringe, este aumento debe realizarse una vez que el paciente ha sido anestesiado y no debería producir efectos perjudiciales utilizándola durante un corto intervalo de tiempo.⁷

Un beneficio adicional del uso de la cánula nasal es que puede dejarse durante los intentos de IOT. Esto se define como NO DESAT (*nasal oxygen during efforts securing a tube*); permite los beneficios continuos de la oxigenación apneica mientras se realizan técnicas de IOT.⁸ La maniobra implica la colocación de la cánula nasal antes de la inducción de anestesia general, conectándola a una segunda fuente de oxígeno a 5 l/min, mientras el paciente respira espontáneamente. La preoxigenación se realiza de manera convencional y en la inducción, con la aparición de la apnea, el oxígeno se administra a través de la cánula nasal a 15 l/min. Posteriormente, la IOT se realiza mientras continúa la administración nasal de oxígeno.⁶ La cánula nasal puede colocarse bajo la máscara

facial durante la preoxigenación y durante la ventilación manual, y luego, la IOT puede realizarse por laringoscopia directa o por video.⁷

El concepto de oxigenación apneica ha sido bien establecido en la literatura durante varios años. Teller y col. realizaron una investigación en pacientes quirúrgicos bajo anestesia general, para determinar si la administración de oxígeno nasofaríngeo después de la preoxigenación podría prolongar el período de apnea. Sus resultados demostraron que los pacientes preoxigenados durante 3 minutos con respiración de VT seguidos de administración de oxígeno nasofaríngeo al inicio de la apnea, tuvieron 10 minutos de oxigenación adecuada con SpO₂ igual o superior al 97%. En contraste, en ausencia de administración de oxígeno nasofaríngeo, la SpO₂ cayó a 91% dentro de un tiempo de apnea promedio de 6,8 minutos.⁹

En otro ensayo controlado, aleatorio de pacientes con anestesia general, Taha y col. han demostrado que durante la apnea después de la preoxigenación con cuatro respiraciones profundas en 30 segundos, seguidas de administración de oxígeno nasofaríngeo a 5 l/min, la SpO₂ se mantuvo por encima de 95% durante 6 minutos, momento en que se terminó la apnea. En contraste, sin la presencia de administración de oxígeno nasofaríngeo, se produjo una reducción de la SpO₂ menor a 95% en un tiempo promedio de 3,65 minutos.¹⁰

El mantenimiento de la oxigenación es la piedra angular en el manejo de la vía aérea de todo paciente, aunque reviste de mayor importancia en pacientes de alto riesgo como son los obesos, en relación a problemas anatómicos y fisiopatológicos.¹¹

La obesidad es una condición caracterizada por exceso de grasa corporal y se expresa clínicamente en términos de índice de masa corporal (IMC), siendo $IMC = \text{peso (kg)} / \text{altura}^2 \text{ (m)}$. Un IMC menor de 25 es considerado normal, entre 25 y 30 es considerado sobrepeso, mayor de 30, mayor de 40 y mayor de 50 kg/m² es considerado obesidad, obesidad mórbida y obesidad supermórbida respectivamente. La morbilidad y mortalidad aumentan con un IMC mayor a 30 kg/m².¹¹

Se ha demostrado que la obesidad se asocia con una caída más rápida de la SpO₂ durante la apnea después de la inducción de la anestesia, en comparación con los pacientes que tienen un peso normal. Esto es particularmente peligroso ya que la obesidad severa puede estar asociada con un mayor riesgo de IOT difícil y retraso en el manejo de la vía aérea. Esta caída más rápida, puede atribuirse al aumento del consumo de oxígeno así como a los mecanismos respiratorios deteriorados, lo que lleva a una reducción de la reserva de oxígeno.¹²

Los volúmenes y capacidades están modificados en la obesidad. La CV, el volumen de reserva espiratoria y la CRF están disminuidos, secundarios al aumento de masa del tórax y el abdomen. Además, la posición supina disminuye aún más la CRF, debido al desplazamiento cefálico del diafragma por el contenido abdominal. Los volúmenes pulmonares reducidos están asociados con un mayor riesgo de cierre de la vía aérea de pequeño calibre y atrapamiento aéreo, lo que hace que los pacientes obesos sean propensos a la formación de atelectasias durante la anestesia. Los pacientes con obesidad mórbida incluso presentarán atelectasias preexistente despiertos y en la posición erguida.¹¹ Como consecuencia, la CRF reducida en los obesos puede conducir a interpretaciones engañosas de una adecuada preoxigenación.¹³

Los pacientes que se consideran en mayor riesgo de un descenso de la SpO₂ durante el manejo de la vía aérea, se han beneficiado del uso de la oxigenación apneica en los ensayos. Baraka y col. estudiaron a pacientes con obesidad mórbida que se sometían a cirugía bariátrica electiva y encontraron que el uso de la oxigenación apneica extendió el período de apnea segura de 2,5 minutos a más de 4 minutos.¹²

Un ensayo posterior realizado por Ramachandran y col. estudiaron a pacientes obesos que requerían IOT para cirugía electiva durante un simulacro de IOT. El grupo de oxigenación apneica que recibió 5 l/min de oxígeno a través de cánulas nasales durante su periodo apneico, tuvo una prolongación significativa del tiempo con una SpO₂ mayor o igual al 95%: 5,29 minutos en el grupo de oxigenación apneica y 3,49 minutos en el grupo control. Demostraron también, que el valor más bajo de SpO₂ alcanzado en el grupo de oxigenación apneica fue significativamente más alto que en el grupo control: 94,3% y 87,7% respectivamente.¹⁴

Otro ensayo, realizado por Moon y col., demostraron que en 135 pacientes obesos estudiados, la administración nasofaríngea de oxígeno a 15 l/min a través de una cánula nasal estándar, puede aumentar significativamente la duración segura de la apnea durante la inducción de la anestesia.¹⁵

El objetivo del presente trabajo fue comparar la caída de la saturación periférica de oxígeno medida por oximetría de pulso, en dos grupos de pacientes con IMC mayor o igual a 25, a los que se les administró aleatoriamente oxigenación apneica mediante cánula nasal y según protocolo NO DESAT, durante la inducción de anestesia general de cirugías programadas, hasta la intubación orotraqueal.

El presente estudio fue prospectivo, aleatorizado, clínico y controlado.

Luego de la aprobación del proyecto por el Comité de Ética y la firma del Consentimiento Informado por parte del paciente, se reclutaron 60 pacientes con sobrepeso y obesidad a los que se les realizó anestesia general con IOT durante cirugías programadas. El estudio se realizó en el Hospital Escuela Eva Perón, Granadero Baigorria, Santa Fe, Argentina, en el período comprendido entre los meses de Julio de 2019 y Marzo de 2020, teniendo en cuenta los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de Inclusión:

- Ambos sexos.
- Edad comprendida entre 18 y 70 años.
- Estado físico ASA (*American Society of Anesthesiologist*): grados I o II.
- IMC mayor o igual a 25 kg/m².
- Ayuno mayor o igual a 8 horas.

Criterios de Exclusión:

- Negativa del paciente o incapacidad para dar el consentimiento informado por escrito.
- Factores de riesgo para broncoaspiración: pacientes no ayunados, embarazadas, reflujo gastroesofágico severo, cirugía de *by-pass* gástrico.
- Presencia de deformidades anatómicas o funcionales de la vía aérea: cualquier patología oral, tumoraciones o quemaduras o radiaciones en cabeza y cuello.
- Enfermedad respiratoria no controlada.
- Antecedente de ventilación con máscara facial o laringoscopia dificultosa.
- Paciente programado para intubación vigil.
- Antecedente de alergia a alguna de las drogas anestésicas empleadas.

Se asignaron los pacientes enrolados en el estudio a uno de los dos grupos siguiendo una lista de aleatorización generada por una persona ajena al estudio, considerando al Grupo Oxigenación apneica a aquellos pacientes que recibieron preoxigenación, ventilación manual y oxigenación apneica mediante cánula nasal durante la inducción de anestesia general hasta la IOT, y Grupo Control a aquellos que, una vez colocada la cánula nasal, recibieron preoxigenación y ventilación manual y no recibieron

oxigenación apneica durante la inducción de anestesia general, es decir, no recibieron oxígeno por medio de la cánula nasal.

Protocolo de la anestesia general:

1. Acceso venoso: en la Sala de Preanestesia de Quirófanos Centrales del HEEP, se colocó un catéter endovenoso N° 20 G en miembro superior, para infusión de solución salina 0.9 %.
2. Posicionamiento y monitoreo: al ingreso a quirófano, los pacientes fueron colocados en decúbito dorsal en la camilla quirúrgica, con protección de decúbitos, sobreelevación de la cabeza con almohada de 5 a 7 cm y en posición de Trendelenburg inversa a 25°; de manera que el tronco y la cabeza quedaron elevados. La monitorización se realizó con oximetría de pulso, electrocardiograma continuo en derivación DII y presión arterial no invasiva en miembro superior contralateral al acceso venoso; registrados con monitor Dräger Infinity™ Vista XI (Draeger Medical Systems Inc, Dräger Medical GmbH, DE).
3. Cánula nasal: a todos los pacientes se les colocó una cánula nasal. A los pacientes del Grupo Oxigenación apneica se le administró oxígeno por medio de la cánula nasal de acuerdo al protocolo NO DESAT, es decir a un flujo de oxígeno de 5 l/min en el paciente respirando espontáneamente, que se modificó a 15 l/min en el paciente en apnea. El flujo de oxígeno se mantuvo hasta finalizar la IOT. A los pacientes del Grupo Control no se le administró oxígeno por medio de la cánula nasal en ningún momento.
4. Preoxigenación: a todos los pacientes se les administró oxígeno como técnica de preoxigenación, a 10 l/min con FiO₂ del 100% mediante máscara facial, circuito lineal tipo Mapleson C, sistema semiabierto. Se utilizó una máscara facial de tamaño acorde y bien sellada, y ventilación a CV, es decir 6 a 8 respiraciones profundas durante 60 segundos.
5. Inducción: luego de haber completado la preoxigenación durante 60 segundos, a todos los pacientes se les administró propofol 1,5 a 2 mg/kg iv. a peso corporal magro (Anexo) y se inició infusión continua de remifentanilo al comienzo de la hipnosis, a 0,25 a 0,5 mcg/kg/min iv. a peso corporal magro (Anexo), utilizando bomba de infusión Micro-Macro Lifecare con Dataport (Hospira Inc, US) en modalidad ml/h. Se evaluó el estado de conciencia clínicamente, constatando hipnosis por la pérdida de la respuesta verbal.

6. Ventilación manual: en todos los pacientes se realizó ventilación manual durante 3 minutos, una vez constatada la apnea por ausencia de movimientos torácicos y luego de administrar vecuronio 0,1 mg/kg iv. a peso corporal ideal (Anexo). Se realizó con flujo de oxígeno a 10 l/min con FiO₂ del 100%, con máscara facial, circuito lineal tipo Mapleson C, sistema semiabierto. Ante signos clínicos de ventilación inadecuada, se utilizó una cánula orofaríngea, cambio de operador o ventilación a dos operadores.
7. IOT: a los 3 minutos de administrado el vecuronio, se procedió a la colocación del tubo endotraqueal N° 7 o 7,5 en mujeres y 7,5 u 8 en varones. En el Grupo Oxigenación apneica, la IOT se realizó mientras continuaba la administración nasal de oxígeno a través de la cánula nasal a 15 l/min. En el Grupo Control, la IOT se realizó con la cánula nasal colocada pero sin la administración de oxígeno a través de la misma.

En todos los pacientes, ante la falla en el primer intento de IOT, se procedió a un segundo intento, luego de retirar el laringoscopio y realizar ventilación manual con máscara facial por 1 minuto. Si la ventilación fue satisfactoria, el segundo intento se realizó con maniobras de optimización: aplicación de BURP (*Backward Upward Rightward Pressure*), utilización de guía de Eschmann o cambio de operador.

8. La intervención se dio por finalizada una vez que la IOT fue confirmada por capnografía. A partir de ese momento, se retiró la cánula nasal en todos los pacientes.

Se consideraron pacientes descartados y por lo tanto excluidos del trabajo, a todos aquellos pacientes que hayan tenido dos intentos fallidos de IOT, cuando la ventilación manual con máscara facial realizada por dos operadores fue dificultosa y en los casos no ventilables con máscara facial o cuando se produjo una reducción de la SpO₂ menor a 90%.

Registros

Se registró en una planilla de recolección de datos confeccionada para tal fin, sexo; edad; peso (kg), altura (m) e IMC (kg/m²); evaluación de la vía aérea según: Escala de descripción y clasificación de ventilación con máscara¹⁶, número de intentos, maniobras de optimización para la IOT y tiempo total de la maniobra de IOT (seg).

Los parámetros hemodinámicos registrados fueron: SpO₂ (%), tensión arterial sistólica (TAS) en mmHg, tensión arterial diastólica (TAD) en mmHg, tensión arterial media

(TAM) en mmHg y frecuencia cardíaca (FC) en latidos por minutos. Estos parámetros se evaluaron en los siguientes momentos:

1. Al ingreso a quirófano (medición basal);
2. Al completar la preoxigenación con máscara facial durante 60 segundos (luego de preoxigenación);
3. Al finalizar la ventilación manual y previo a la maniobra de IOT (previo a IOT)
4. Cuando se confirmó la IOT por capnografía (finalizada la IOT).

Si se registraron valores de TAS menor a 90 mmHg o TAM menor a 60 mmHg, se administró etilefrina 1 mg iv. en bolo o efedrina 5 mg iv. en bolo. En caso de ser necesario, se repitió igual dosis cada 1 min. Si se registraron valores de FC menores a 50, se administró atropina a 0,1mg/kg iv en bolo. Ambas situaciones se registraron en la planilla de recolección de datos.

Plan de análisis de resultados:

- **Análisis interim:** Tras la inclusión de al menos un tercio de los pacientes de cada grupo, se realizó un análisis interim. El mismo evaluó si se presentaron efectos desfavorables que se concentren sistemáticamente en uno de los grupos. Tras la evidencia estadística, dicho estudio se repitió al completar los dos tercios del número total de pacientes.
- **Análisis estadístico:** Se presentó el promedio acompañado del desvío estándar para describir las variables continuas y las frecuencias junto con los porcentajes para las variables categóricas. En la comparación de las variables continuas, se utilizó el Test t de comparación de medias en caso de verificarse el supuesto de normalidad mediante el Test de Kolmogorov-Smirnov. En caso contrario, se utilizó el Test U de Mann-Whitney. Cuando se trató de variables categóricas, se utilizó el Test χ^2 de Pearson o bien el Test de los scores medios para comparar las proporciones entre grupos, según correspondiera. Los resultados con una probabilidad asociada menor que 0,05 se consideraron estadísticamente significativos.

RESULTADOS

Se analizaron los datos correspondientes a 60 pacientes, 30 en el grupo de Oxigenación apneica y 30 en el Grupo Control. Tanto las características demográficas como las variables analizadas relacionadas con la ventilación y la IOT, no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos (Tabla 1 y 2).

Tabla 1 – Características demográficas de los pacientes según grupo.

	Grupo Oxigenación apneica (n=30)	Grupo Control (n=30)	<i>p</i>
Edad (años)^a	45,0 (12,9)	41,6 (12,8)	0,305
Sexo (femenino)^b	15 (50%)	18 (60%)	0,436
IMC (kg/m²)^a	34,4 (4,7)	33,6 (4,2)	0,503

Los datos se presentan como: ^a promedio (desvío estándar) – *p*: probabilidad asociada al Test t de comparación de promedios. ^b n° (%) – *p*: probabilidad asociada al Test Chi-cuadrado de independencia. IMC: índice de masa corporal.

Desde el punto de vista hemodinámico, se analizaron las variables TAS, TAD, TAM y FC. Si bien en ambos grupos, pudo observarse una disminución de los valores promedios luego de la inducción anestésica, las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre grupos. (Figuras 1, 2, 3 y 4).

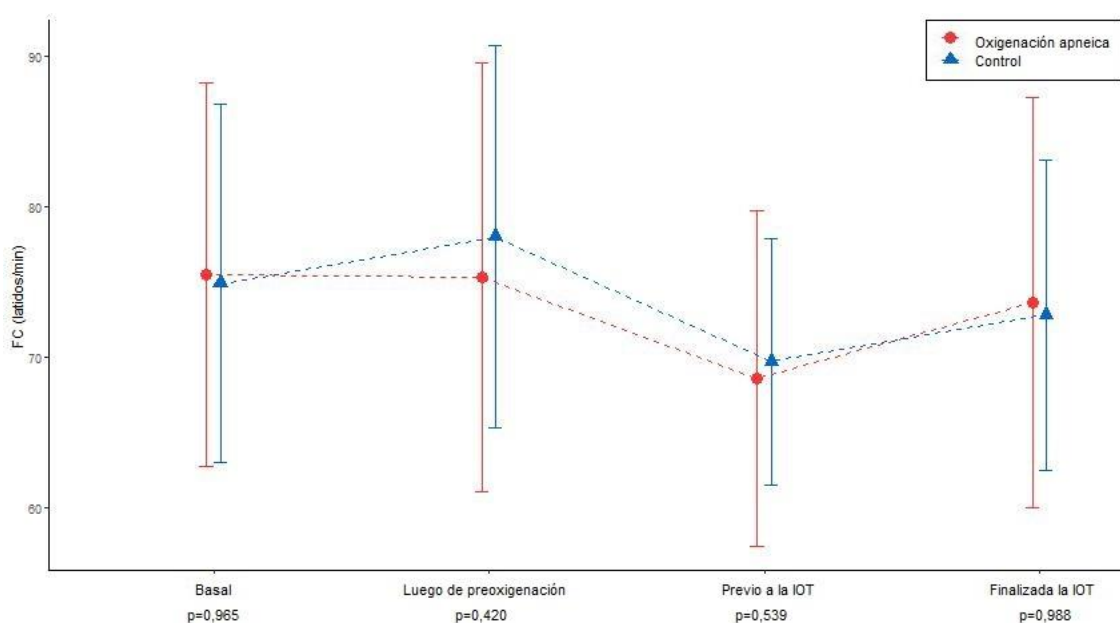
La etilefrina/efedrina sólo se utilizó en 8 pacientes, en 4 pacientes (13%) del Grupo Oxigenación apneica y en 4 (13%) del Grupo Control. La atropina sólo se utilizó en 3 pacientes, 2 (7%) en el Grupo de Oxigenación apneica y 1 (3%) en el Grupo Control. En ningún caso la diferencia fue estadísticamente significativa entre grupos ($p=1,000$ y $p=0,999$, respectivamente).

Tabla 2 – Variables relacionadas con ventilación e IOT en ambos grupos.

	Grupo Oxigenación apneica (n=30)	Grupo Control (n=30)	P
Escala de VM^a			0,704
Ventilable con máscara	12 (40%)	15 (50%)	
Ventilable con mascara con cánula orofaríngea	15 (50%)	11 (37%)	
Ventilación difícil con máscara	3 (10%)	4 (13%)	
Tiempo de IOT (seg)^b	60,6 (15,3)	61,8 (20,4)	0,803
Intubación al primer intento^c	30 (100%)	27 (90%)	0,076
Uso de maniobras de optimización^c	12 (40%)	12 (40%)	1

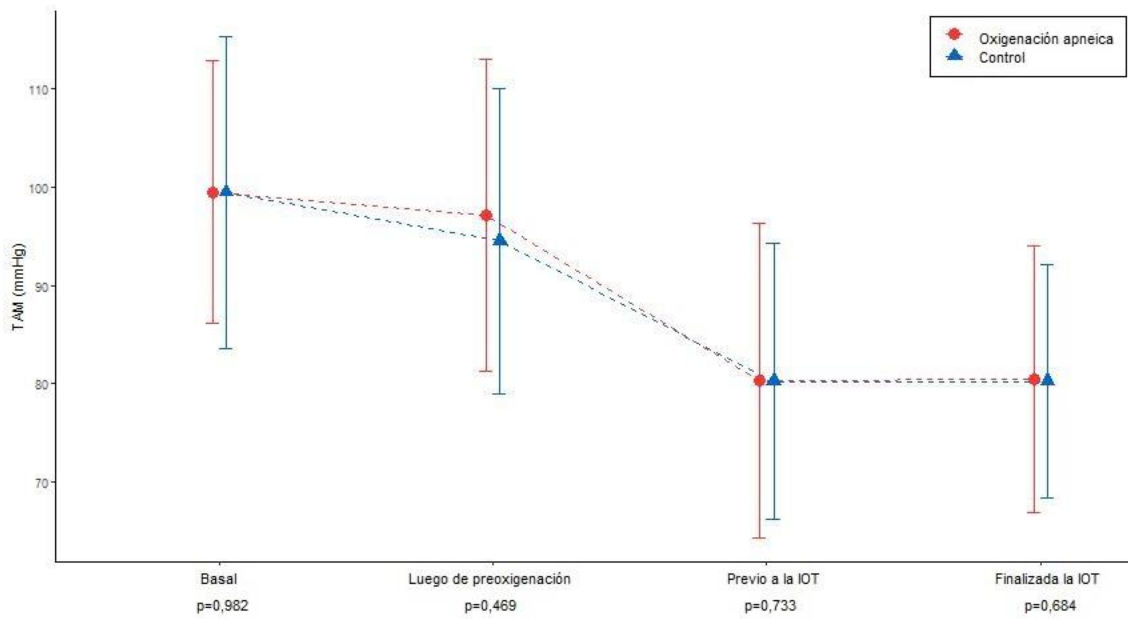
Los datos se presentan como: ^a n° (%) – *p*: probabilidad asociada al Test de los scores medios. ^b promedio (desvío estándar) – *p*: probabilidad asociada al Test t de comparación de promedios. ^c n° (%) – *p*: probabilidad asociada al Test Chi-cuadrado de independendencia. VM: ventilación con máscara. IOT: intubación orotraqueal.

Figura 1 – Distribución de la FC según grupo para cada uno de los momentos de evaluación.



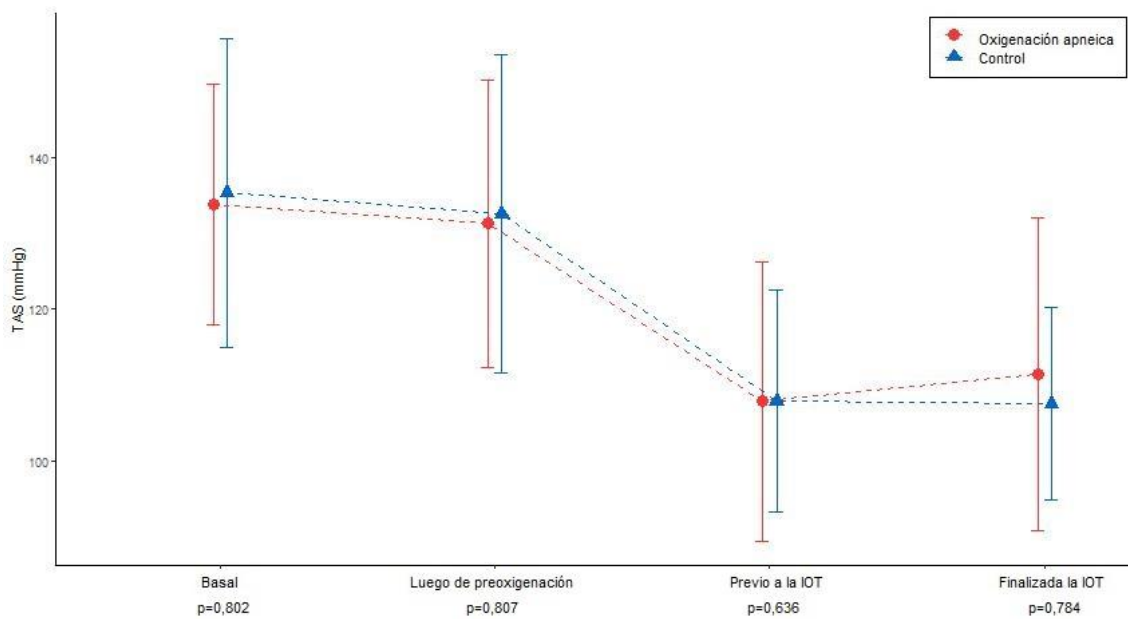
Se representa gráficamente el promedio y el desvío estándar. *p*: probabilidad asociada al Test U de Mann-Whitney. FC: frecuencia cardíaca. IOT: intubación orotraqueal.

Figura 2 – Distribución de la TAM según grupo para cada uno de los momentos de evaluación.



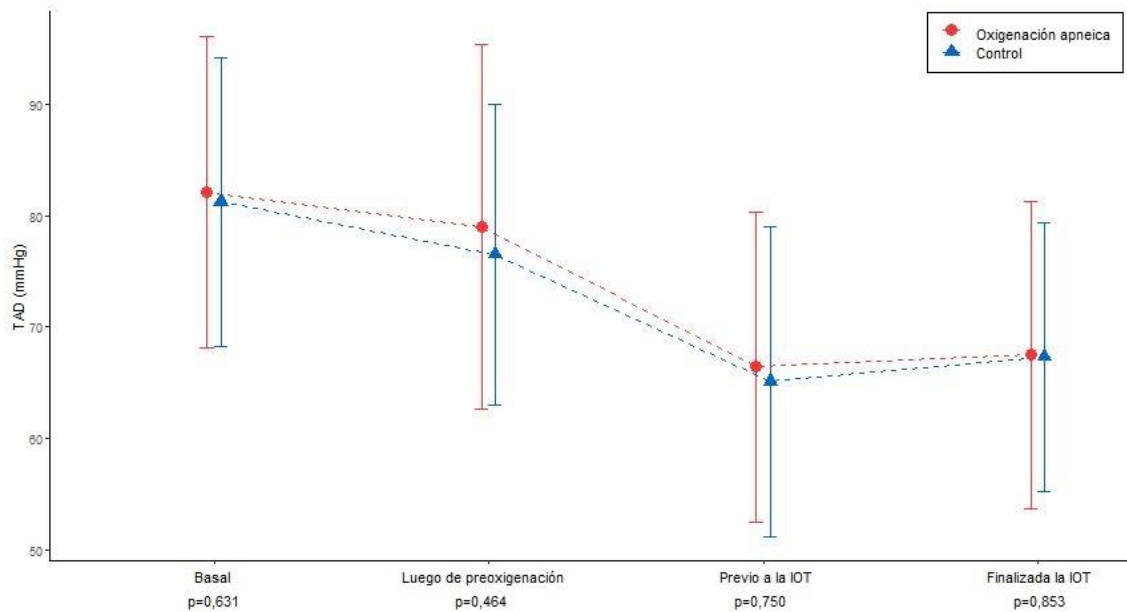
Se representa gráficamente el promedio y el desvío estándar. No se encuentran diferencias entre los grupos en ninguno de los momentos de evaluación (Test U de Mann-Whitney). TAM: tensión arterial media. IOT: intubación orotraqueal

Figura 3 – Distribución de la TAS según grupo para cada uno de los momentos de evaluación.



Se representa gráficamente el promedio y el desvío estándar. No se encuentran diferencias entre los grupos en ninguno de los momentos de evaluación (Test U de Mann-Whitney). TAS: tensión arterial sistólica. IOT: intubación orotraqueal.

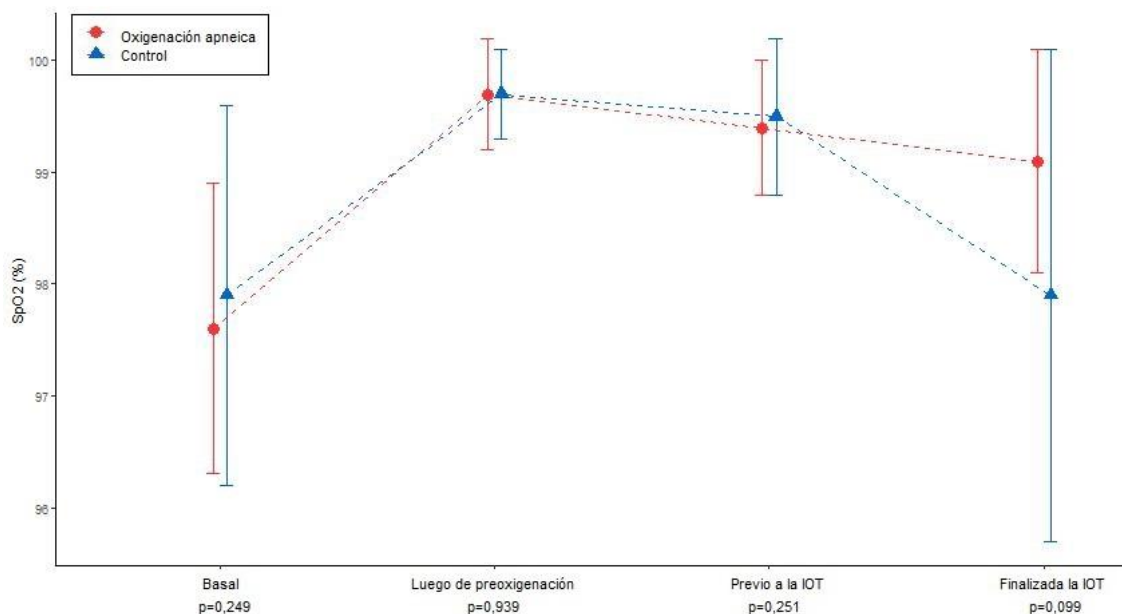
Figura 4 – Distribución de la TAD según grupo para cada uno de los momentos de evaluación.



Se representa gráficamente el promedio y el desvío estándar. *p*: probabilidad asociada al Test U de Mann-Whitney. TAD: tensión arterial diastólica. IOT: intubación orotraqueal.

Analizando el comportamiento de la SpO₂ (%) en los 4 momentos registrados, es decir, los valores promedios y el desvío estándar en las mediciones basales, luego de la preoxigenación, previo a la IOT y finalizada la IOT, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos (Figura 5). Como puede verse en la imagen, los valores más bajos de SpO₂ que se presentaron una vez finalizada la IOT, fueron 96% en el Grupo Oxigenación apneica y 92% en el Grupo Control. En virtud de dichos valores, se evaluó el descenso que presentó la SpO₂ finalizada la IOT con respecto al valor de SpO₂ luego de la preoxigenación.

Figura 5 – Distribución de la SpO₂ (%) según grupo para cada uno de los momentos de evaluación.



Se representa gráficamente el promedio y el desvío estándar. p: probabilidad asociada al Test U de Mann-Whitney. SpO₂: saturación periférica de oxígeno. IOT: intubación orotraqueal.

Por lo tanto, se analizaron las diferencias entre el valor de la SpO₂ (%) finalizada la IOT con respecto al valor medido luego de la preoxigenación (Tabla 3). Las diferencias entre los grupos analizados fue estadísticamente significativa ($p=0,034$). El Grupo Control tuvo mayor variabilidad en sus valores y presentó una diferencia con un valor máximo de 8 puntos.

Con respecto al Grupo de Oxigenación apneica, el valor mínimo alcanzado fue de 4 puntos en el 6% de los pacientes, mientras que el 94% de los pacientes presentaron una diferencia menor o igual a 1.

Por otro lado, en el Grupo Control, el valor mínimo alcanzado fue de 8 puntos en el 3% de los pacientes y el 57% de los pacientes presentaron una diferencia menor o igual a 1.

Tabla 3 – Diferencia entre el valor de la SpO₂ (%) finalizada la IOT con respecto al valor obtenido luego de la preoxigenación según grupo.

SpO ₂ (%) finalizada la IOT – SpO ₂ (%) luego de la preoxigenación	Grupo Oxigenación apneica (n=30)	Grupo Control (n=30)
-8	0 (0%)	1 (3%)
-7	0 (0%)	1 (3%)
-5	0 (0%)	2 (6%)
-4	2 (6%)	1 (3%)
-3	0 (0%)	5 (17%)
-2	0 (0%)	3 (10%)
-1	12 (40%)	5 (17%)
0	15 (51%)	12 (40%)
1	1 (3%)	0 (0%)

Los datos se presentan como: n° (%). $p=0,034$; probabilidad asociada al Test U de Mann-Whitney. SpO₂: saturación periférica de oxígeno. IOT: intubación orotraqueal.

DISCUSIÓN

El presente estudio demuestra que la oxigenación apneica administrada en pacientes con sobrepeso y obesidad, mediante cánulas nasales durante la inducción de anestesia general hasta la IOT, disminuye el rango de descenso de la SpO₂ durante el periodo de apnea subsiguiente, con menor riesgo para los pacientes.

Tal como puede observarse en los resultados, la utilización de oxigenación apneica mediante cánulas nasales según protocolo NO DESAT en pacientes con sobrepeso y obesidad, aporta una diferencia estadísticamente significativa con respecto a la caída de la SpO₂, en comparación con quienes no se utiliza.

Dicha evidencia coincide con los resultados obtenidos en otros trabajos de investigación previamente analizados, que apoyan la utilidad del uso de la cánula nasal para oxigenación apneica.

Aunque Teller y col.⁸ y Taha y col.⁹ demostraron que la oxigenación apneica por vía nasal durante la anestesia general, mantuvo una SpO₂ mayor o igual a 97% durante 10 minutos y 6 minutos respectivamente, trabajaron con pacientes sanos, no obesos.

Fueron Baraka y col.¹¹ y Ramachandran y col.¹³, quienes incorporaron en su análisis una población similar a la del presente estudio. Sus resultados en obesos mórbidos y obesos respectivamente, reflejaron que durante la apnea posterior, con administración de oxígeno nasofaríngeo, la SpO₂ permaneció al 100% durante al menos 4 minutos en el ensayo de Baraka y col., y una SpO₂ mayor o igual a 95% durante al menos 6 minutos en el ensayo de Ramachandran y col. Ambos demostraron que la SpO₂ más baja obtenida en el Grupo de Oxigenación apneica fue significativamente mayor que la observada en el Grupo Control. Sin embargo, utilizaron un flujo de 5 l/min durante la apnea y Ramachandran y col. trabajaron con una laringoscopia difícil simulada.

De esta manera, el presente trabajo es comparable con el ensayo presentado por Moon y col.¹⁴, ya que estudiaron a pacientes obesos con una administración nasofaríngea de oxígeno a 15 l/min a través de una cánula nasal estándar con resultados positivos sobre la duración segura de la apnea, aunque simularon una laringoscopia prolongada.

Cabe mencionar que en todos los ensayos citados previamente, la IOT se realizó una vez transcurrido un tiempo ya estipulado previamente o una vez que el paciente haya

manifestado un valor de SpO₂ también estipulado previamente. Por lo tanto, su análisis incluyó la comparación entre los valores de SpO₂ obtenidos y el tiempo de apnea. Sin embargo, en el presente trabajo se analizó el comportamiento de la SpO₂ en una maniobra habitual de IOT, ya que en algunos pacientes obesos, la desaturación puede ocurrir 1 o 2 minutos después del comienzo de la apnea o el tiempo normalmente requerido para un solo intento de IOT¹⁶.

La maniobra de IOT en todos los pacientes del presente estudio fue realizada por residentes del 2do año de Anestesia, Analgesia y Reanimación, situación que podrían haber sesgado los tiempos de IOT por la inexperiencia de los mismos; sin embargo, los tiempos promedios de duración de dicha maniobra fueron similares en ambos grupos, sin diferencias estadísticamente significativas.

Si bien se conoce que la preoxigenación puede extender el tiempo de tolerancia a la apnea, se afirma que el riesgo de desaturación arterial aumenta cuando no se realiza una preoxigenación adecuada, y esto no es infrecuente. En una muestra de 1050 pacientes sanos, se observó preoxigenación inadecuada en aproximadamente el 56% de los pacientes¹. Incluso con una adecuada preoxigenación, se prevé que el tiempo de apnea para desaturación de oxígeno arterial clínicamente relevante es considerablemente menor en los pacientes con obesidad en comparación con los pacientes con peso normal¹².

A la vista de las dificultades relacionadas con los pacientes obesos, resultaría razonable considerar la integración de la oxigenación apneica en los protocolos de intubación, además de la preoxigenación estándar y la ventilación con máscara facial. Estaría particularmente indicada en pacientes con sobrepeso y obesidad, con la finalidad de mejorar la seguridad durante la inducción anestésica y la laringoscopia.

A partir de este trabajo y la evidencia analizada, podría recomendarse la implementación de una cánula nasal para la administración de oxigenación apneica durante la inducción de anestesia general hasta la IOT, en la práctica habitual de un paciente obeso o con sobrepeso, ya que es una maniobra sencilla, económica y ampliamente accesible.

CONCLUSIÓN

La oxigenación apneica mediante cánula nasal según protocolo NO DESAT, durante la inducción de anestesia general de cirugías programadas hasta la intubación oro-traqueal, disminuye el rango de descenso de la saturación periférica de oxígeno medida por oximetría de pulso, en los pacientes con sobrepeso y obesidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bouroche G, Bourgain JL. Preoxygenation and general anesthesia: a review. *Minerva Anesthesiologica*. 2015; 8:910-20.
2. Crosara D. Anestesia general - capacidad residual funcional. *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2015; 38:20-5
3. López Vicente R, Gudín Rodríguez-Magariños MT, Valencia Orgaz O. Preoxigenación. En: Mariscal Flores M.L, Martínez Hurtado E.D, editores. *Manual del manejo de la vía aérea difícil*. Tercera edición. Madrid: Anestesar; 2017; 51-57.
4. Pandit JJ, Duncan T, Robbins PA. Total oxygen uptake with two maximal breathing techniques and the tidal volume breathing technique: a physiologic study of preoxygenation. *Anesthesiology* 2003; 99:841-6
5. Holmdahl MH. Pulmonary uptake of oxygen, acid-base metabolism, and circulation during apnoea. *Acta chirurgica Scandinavica. Supplementum (Acta Chir Scand Suppl)*. 1956; 212:1-128.
6. Moran C, Karalapillai D, Darvall J, Nanuan A. Is it time for apnoeic oxygenation during endotracheal intubation in critically ill patients?. *Critical Care and Resuscitation*. 2014; 16:233-5.
7. Weingart SD, Levitan RM. Preoxygenation and Prevention of Desaturation During Emergency Airway Management. *Annals of Emergency Medicine (Ann Emerg Med)*. 2012; 59:165-75.
8. Levitan RM. NO DESAT! Nasal oxygen during efforts securing a tube. *Emergency Physicians Monthly*. 2010
9. Teller LE, Alexander CM, Frumin MJ, et al. Pharyngeal insufflation of oxygen prevents arterial desaturation during apnea. *Anesthesiology*. 1988; 69:980-2
10. Taha SK, Siddik-Sayyid SM, El-Khatib MF, et al. Nasopharyngeal oxygen insufflation following pre-oxygenation using the four deep breath technique. *Anaesthesia*. 2006; 61:427-30
11. Adams JP, Murphy PG. Obesity in anaesthesia and intensive care. *British Journal of Anaesthesia (Br.J.Anaesth)*. 2000; 85:91-108.
12. Baraka AS, Taha SK, Siddik-Sayyid SM, et al. Supplementation of pre-oxygenation in morbidly obese patients using nasopharyngeal oxygen insufflation. *Anaesthesia*. 2007; 62:769-73.

13. Fernandez-Bustamante A, Hashimoto S, SerpaNeto A, et al. Perioperative lung protective ventilation in obese patients. *BMC Anesthesiology* 15. 2015; 56.
14. Ramachandran SK, Cosnowski A, Shanks A, et al. Apneic oxygenation during prolonged laryngoscopy in obese patients: a randomized, controlled trial of nasal oxygen administration. *Journal of Clinical Anesthesia (J Clin Anesth)*. 2010; 22:164-8.
15. Moon TS, Tai K, Kim A et al. Apneic Oxygenation During Prolonged Laryngoscopy in Obese Patients: a Randomized, Double-Blinded, Controlled Trial of Nasal Cannula Oxygen Administration. *Obesity Surgery*. 2019; 29: 3992-99.
16. Han R, Tremper KK, Kheterpal S, O'Reilly M. Grading scale for mask ventilation. *Anesthesiology* 2004;101:267
17. Tanoubi I, Drolet P, Donati F. Optimizing preoxygenation in adults. *Canadian Journal of Anesthesia (Can J Anaesth)*. 2009; 56:449-66
18. Janmahasatian S, Duffull SB, Ash S, et al. Quantification of lean bodyweight. *Clinical Pharmacokinetics*. 2005; 44:1051–65.
19. Boveri H. ¿Cómo dosificar al obeso mórbido?. *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2014; 37: 209-11.
20. Ingrande J, Lemmens HJ. Dose adjustments of anaesthetics in the morbidly obese. *British Journal of Anaesthesia (Br J Anaesth)*. 2010; 105:16-23.

DOSIFICACION EN EL PACIENTE OBESO.

La obesidad se asocia con varios factores que afectan la farmacocinética y farmacodinamia de las drogas usadas en anestesia. Éstos son, un aumento del gasto cardíaco (GC), un aumento del peso corporal magro (PCM), aumento de la grasa corporal, aumento del volumen de líquido extracelular, anormalidades en el funcionamiento hepático y renal, aumento del flujo sanguíneo esplácnico y diferencias en la concentración y unión de las drogas a las proteínas plasmáticas; esto último por considerarse a la obesidad como un estado inflamatorio crónico. En pacientes con función cardíaca normal, el gasto cardíaco está muy relacionado con el PCM, más que con el peso corporal total (PCT). Además el aumento del GC afecta la farmacocinética temprana de las drogas, es decir, la distribución y dilución en los primeros minutos luego de la administración. El sujeto obeso posee un PCT, un PCM y un peso graso aumentados. Aunque la relación PCM/PCT es menor en los obesos que en pacientes mesomórficos, el PCM de los pacientes obesos aporta entre un 20-40% del exceso de peso. Si bien, el aumento del tejido graso ha mostrado un aumento del volumen de distribución de las drogas lipofílicas, la mayoría de los procesos metabólicos y el aclaramiento de las drogas ocurren en los tejidos magros. Muchos estudios farmacocinéticos han demostrado que el aclaramiento absoluto de las drogas es mayor en el paciente obeso que en el sujeto con normopeso, incrementándose en una relación no lineal con el PCT, pero de una forma lineal con el PCM.

En general, la dosificación de las drogas se basa en las características generales del paciente como la edad, el peso, la altura, el género y comorbilidades asociadas. En particular, para el paciente obeso, se deben considerar los cambios en la composición corporal, el gasto cardíaco, aclaramiento y flujo sanguíneo regional.

En un intento de compensar estas diferencias, han surgido diferentes formas de calcular las dosis en el paciente obeso, que incluyen PCT, peso teórico ideal (PTI), peso corregido (PC) y PCM.

Peso corporal total: generalmente las dosis se recomiendan basándose en PCT. Esto es válido para individuos de peso normal, en los cuales el PCT, PTI y PCM son parecidos. En el paciente obeso, el tejido graso y el PCM no aumentan de forma proporcional. Por

lo tanto dosificar, basándose en PCT es incorrecto para la mayoría de las drogas y puede resultar una sobredosis en esta población.

Peso teórico ideal: el PTI es una descripción del peso ideal asociado con una máxima expectativa de vida para una determinada altura y género. Existen varias fórmulas para determinar el PTI. Una de las más usadas es: $PTI = 22 \times \text{altura}^2$ (m). El uso del PTI presenta fundamentalmente dos grandes desventajas. En primer lugar indica que todos los pacientes de la misma altura reciban la misma dosis y en segundo lugar no toma en cuenta los cambios corporales asociados con la obesidad. De esta manera, dosificar según PTI puede resultar en muchos casos en subdosificación.

Peso corregido: el PC es aplicado con la intención de corregir el aumento del volumen de distribución en los pacientes obesos. Se calcula sumando un porcentaje fijo, que puede variar entre un 20-40% del exceso de PTI. Se utiliza en ocasiones para aproximarse de forma práctica al cálculo de PCM.

Peso corporal magro: el PCM es la diferencia entre PCT y la masa grasa. En el obeso, el PCM aumenta junto con el PCT, pero este aumento no es proporcional y aunque el valor absoluto del PCM aumenta, la relación PCM/PCT disminuye. El PCM se correlaciona muy bien con el GC y el aclaramiento de las drogas. Esta información sugiere que el PCM sería una forma ideal de basar la dosificación en el paciente obeso, sin cardiopatías asociadas. Debido a la imposibilidad de medir el PCM bajo circunstancias clínicas, existen fórmulas que permiten una aproximación. Una nueva ecuación propuesta en 2005 por Janmahasatian y col.¹⁸ para pacientes entre 40 y 220 kg sería mucho más precisa para estimar el PCM en los pacientes obesos.¹⁹

Fórmula:

- Para hombres:
$$PCM \text{ (kg)} = \frac{9270 \times PCT \text{ (kg)}}{6680 + 216 \times IMC \text{ (kg/m}^2\text{)}}$$
- Para mujeres:
$$PCM \text{ (kg)} = \frac{9270 \times PCT \text{ (kg)}}{8780 + 244 \times IMC \text{ (kg/m}^2\text{)}}$$

En los pacientes obesos, con la excepción de los antagonistas neuromusculares, el PCM es la escala de dosificación óptima para la mayoría de los fármacos utilizados en anestesia, incluidos opioides y agentes de inducción anestésica. En el caso del vecuronio, se recomienda una dosis basada en el PTI para evitar la sobredosis.²⁰