

ORIGINAL

Utilidad de la capnografía en la monitorización durante procedimientos de sedoanalgesia. Influencia de la administración de oxígeno en los parámetros monitorizados

A. Mora Capín*, C. Míguez Navarro, R. López López y R. Marañón Pardillo

Servicio de Urgencias Pediátricas, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid, España

Recibido el 23 de enero de 2013; aceptado el 4 de mayo de 2013

Disponible en Internet el 23 de octubre de 2013

PALABRAS CLAVE

Monitorización;
Sedoanalgesia;
Capnografía;
Urgencias

Resumen

Introducción: Evaluar la utilidad de la capnografía para la detección precoz de depresión respiratoria durante los procedimientos de sedoanalgesia. Determinar si la administración de oxígeno durante el procedimiento puede modificar los parámetros monitorizados, retrasando la detección de depresión respiratoria.

Material y métodos: Se diseñó un estudio prospectivo aleatorizado. Se incluyeron pacientes de 1 a 16 años que precisaron sedoanalgesia para la realización de técnicas diagnósticas y/o terapéuticas, aleatorizando la administración o no de oxígeno suplementario. Todos fueron monitorizados mediante inspección visual, pulsioximetría y capnografía no invasiva, iniciando la monitorización antes de la administración del fármaco y manteniéndola hasta la recuperación completa del estado basal. La variable principal fue la detección de depresión respiratoria definida como apnea, hipoventilación o desaturación.

Resultados: Se incluyeron 20 pacientes, de los cuales 11 recibieron oxígeno suplementario. Se objetivó una elevación estadísticamente significativa de los niveles de etCO_2 a los 5, 10 y 15 min, comparados con su valor basal. No se detectaron cambios significativos en la media de SatO_2 . Comparando la evolución de las medias de etCO_2 y SatO_2 en ambos grupos no se identificaron diferencias estadísticamente significativas. Se registraron 2 casos de depresión respiratoria, detectados precozmente por la capnografía. Existe una correlación estadísticamente significativa entre el nivel de etCO_2 a los 5 y 10 min y el grado de sedación alcanzado.

Conclusiones: La incorporación de la capnografía a la monitorización rutinaria durante los procedimientos de sedoanalgesia podría mejorar su seguridad. La administración de oxígeno no parece modificar los parámetros monitorizados.

© 2013 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: andreamc4@hotmail.com (A. Mora Capín).

KEYWORDS

Monitoring;
Sedoanalgesia;
Capnography;
Emergencias

Usefulness of capnography for monitoring sedoanalgesia: Influence of oxygen on the parameters monitored

Abstract

Introduction: To evaluate the usefulness of capnography for early detection of respiratory depression during sedoanalgesia procedures in the pediatric emergency department. To assess whether the administration of oxygen during the procedure can modify monitored parameters, thus delaying detection of respiratory depression.

Material and methods: A prospective randomized study was performed on children between 1 year and 16 years who underwent sedoanalgesia to perform diagnostic or therapeutic procedures. They were randomized into two groups (with or without supplemental oxygen). All patients were monitored by visual inspection, pulse-oximetry and non-invasive capnography. Monitoring was initiated prior to drug administration and continued until complete recovery of baseline. The main study variable was respiratory depression defined as apnea, hypoventilation or oxygen desaturation.

Results: Twenty patients were included. Eleven patients were randomized in the supplemental oxygen group. This study showed a statistically significant elevation of EtCO₂ levels at 5, 10 and 15 min, compared with baseline. No significant change in the SatO₂ mean was detected. No statistically significant differences were identified when comparing etCO₂ mean and SatO₂ mean in both groups. Two cases of respiratory depression were detected early by capnography. There was a statistically significant correlation between etCO₂ at 5 and 10 min, and the degree of sedation achieved.

Conclusions: The inclusion of capnography to routine monitoring for adequate sedation procedures could improve safety. Oxygen administration does not appear to modify the parameters monitored.

© 2013 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor lo define como «una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada a un daño tisular actual o potencial». Su valoración y tratamiento constituyen una responsabilidad ética de los profesionales sanitarios y deben formar parte de la atención integral a nuestros pacientes.

En los últimos años ha surgido entre los profesionales de la Pediatría un interés creciente por mejorar el manejo del dolor. Esta y otras razones, como el incremento de la demanda asistencial y la disponibilidad limitada de anestesista, explican que la administración de sedoanalgesia para la realización de procedimientos diagnósticos y terapéuticos en los Servicios de Urgencias Pediátricas (SUP) sea un fenómeno cada vez más frecuente¹.

Para garantizar su seguridad los procedimientos de sedoanalgesia deben ser realizados bajo una monitorización adecuada, y supervisados por un profesional familiarizado con los fármacos utilizados y entrenado en maniobras avanzadas de soporte cardiorrespiratorio².

La hipoxemia secundaria a depresión respiratoria es la principal complicación grave de los procedimientos de sedoanalgesia. Las guías clínicas actuales recomiendan la monitorización del paciente mediante inspección visual y pulsioximetría. Sin embargo, esta estrategia de monitorización tiene importantes limitaciones, ya que no permite detectar cambios en el patrón respiratorio, y la desaturación constituye un signo tardío de depresión respiratoria. Algunos estudios sugieren que la administración de oxígeno suplementario puede enmascarar la hipoxemia retrasando la detección de los episodios de hypoventilación. Actualmente

no existen datos suficientes que permitan justificar el uso rutinario de oxigenoterapia durante los procedimientos de sedoanalgesia.

La monitorización mediante capnografía no invasiva muestra una curva que refleja las variaciones del nivel de CO₂ a lo largo del ciclo respiratorio y un valor numérico que representa el valor de CO₂ al final de la espiración (etCO₂). En los últimos años se han publicado numerosos estudios que avalan la utilidad de la capnografía en la monitorización del patrón respiratorio de pacientes no intubados. Por lo tanto, la capnografía no invasiva constituye una herramienta útil para detectar precozmente situaciones de hypoventilación y depresión respiratoria. Su integración en la monitorización rutinaria de pacientes sometidos a procedimientos de sedoanalgesia podría mejorar la seguridad de los mismos.

Objetivos

El principal objetivo de nuestro estudio fue evaluar la utilidad de la capnografía para la detección precoz de la depresión respiratoria en pacientes pediátricos sometidos a procedimientos de sedoanalgesia en el SUP.

Como objetivo secundario nos planteamos valorar si la administración de oxígeno suplementario durante los procedimientos de sedoanalgesia en pacientes pediátricos modifica los parámetros monitorizados, retrasando la detección de depresión respiratoria.

Material y métodos

Se realiza un estudio observacional, prospectivo y aleatorizado para la administración o no de oxígeno suplementario.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética e investigación clínica de nuestro centro.

Se incluyeron en el estudio los pacientes de 1 a 15 años que precisaron administración de sedoanalgesia para la realización de técnicas diagnósticas y/o terapéuticas en nuestro SUP. Se excluyeron del estudio las situaciones de emergencia, así como los pacientes con clase funcional de la *American Society of Anesthesiologists* (ASA) 3-4 y/o criterios de intubación difícil (malformaciones craneofaciales, cuello corto o puntuación Malampati 4-5).

Una vez obtenido el consentimiento informado los pacientes que cumplían los criterios de inclusión fueron aleatorizados mediante el programa informático EPIDAT. Se aleatorizaron en 2 grupos, en función de la administración o no de oxígeno suplementario en cánulas nasales durante el procedimiento de sedoanalgesia.

La selección de la pauta farmacológica se realizó según nuestro protocolo, en función del procedimiento diagnóstico-terapéutico a realizar y del criterio del profesional responsable.

Todos los pacientes fueron monitorizados mediante inspección visual, pulsioximetría y capnografía no invasiva mediante interfase nasal-oral Philips microstream®. La monitorización se inicia antes de la administración del fármaco y se mantiene durante todo el procedimiento, hasta que el paciente recupera completamente su estado basal.

La principal variable de nuestro estudio fue la depresión respiratoria, definida en el protocolo de trabajo como apnea (ausencia de curva de capnografía durante más de 15 seg), hipoventilación (pérdida de la calidad de la curva de capnografía o $\text{etCO}_2 \geq 50$ mm Hg o incremento $> 10\%$ respecto al valor basal durante más de 15 seg) o desaturación (saturación de oxígeno $[\text{SatO}_2] < 95\%$ durante más de 15 seg).

Se fijaron como límites para la intervención precoz sobre la vía aérea la detección mediante capnografía de apnea o hipoventilación mantenida durante más de 60 seg, o la detección mediante pulsioximetría de desaturación mantenida durante más de 30 seg.

Se recogieron variables epidemiológicas, técnica diagnóstica y/o terapéutica realizada, pauta de sedoanalgesia administrada, nivel de sedación alcanzado (escala de Ramsay) y constantes vitales, incluyendo los valores de SatO_2 y etCO_2 previos a la administración del fármaco y de forma seriada durante el procedimiento. Se documentó la incidencia de complicaciones y la necesidad de intervención sobre la vía aérea.

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el programa estadístico SPSS versión 15.0. El análisis de variables cuantitativas se realizó mediante el test estadístico «t» de Student o la U de Man-Whitney. Para la comparación de variables cualitativas se utilizó la prueba de Chi-cuadrado o la prueba exacta de Fisher. El nivel de significación estadística se estableció en $p < 0,05$.

Resultados

Se recogió una muestra de 20 pacientes con una mediana de edad de 5 años (rango: 1-13 años), de los cuales el 73,7% eran varones. De los pacientes incluidos en el estudio el 55% ($n = 11$) fueron aleatorizados para recibir oxígeno suplementario en cánulas nasales durante el procedimiento.

En cuanto a las indicaciones del procedimiento de sedoanalgesia la reducción cerrada de fracturas (45%), seguida de la realización de pruebas de neuroimagen (20%) fueron las técnicas diagnóstico-terapéuticas más frecuentes (fig. 1).

Las pautas farmacológicas más utilizadas fueron la asociación de ketamina-midazolam (35%) y la ketamina (20%). El midazolam (25%) fue el fármaco de elección para la realización de procedimientos no dolorosos (fig. 2).

En cuanto al nivel de sedación alcanzado durante el procedimiento la hoja de registro refleja la puntuación en la escala de Ramsay en 17 de los 20 pacientes incluidos en el estudio. De estos 11 (64,7%) alcanzaron una puntuación de 4 sobre 6, que corresponde a una sedación profunda. Los 6 pacientes restantes (35,3%) obtuvieron una puntuación de 3 sobre 6, que corresponde a una sedación moderada.

Según el criterio del profesional que realizaba el procedimiento de sedoanalgesia este resultó eficaz en 16 pacientes (80%), parcialmente eficaz en 3 pacientes (15%) y poco eficaz en un paciente (5%) de 5 años que recibió midazolam intravenoso para la realización de una punción lumbar.

Al analizar el registro seriado de los niveles de etCO_2 se objetiva una tendencia creciente. Comparando la media de etCO_2 a los 5, 10 y 15 min de la administración del fármaco (36,3; 35,95; 35,53 mm Hg respectivamente) con la media de etCO_2 basal (33,3 mm Hg), encontramos diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,023, 0,019, 0,040$ respectivamente) (fig. 3). Por el contrario, en el registro de pulsioximetría las medias de SatO_2 se mantienen estables, en torno al 99%, sin detectar variaciones significativas durante el procedimiento (fig. 4).

Al comparar los grupos (sin oxígeno/con oxígeno suplementario) no se objetivaron diferencias estadísticamente

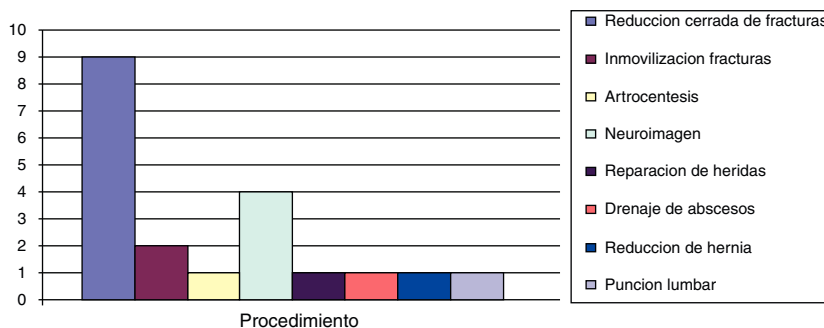


Figura 1 Indicación para el procedimiento de sedoanalgesia.

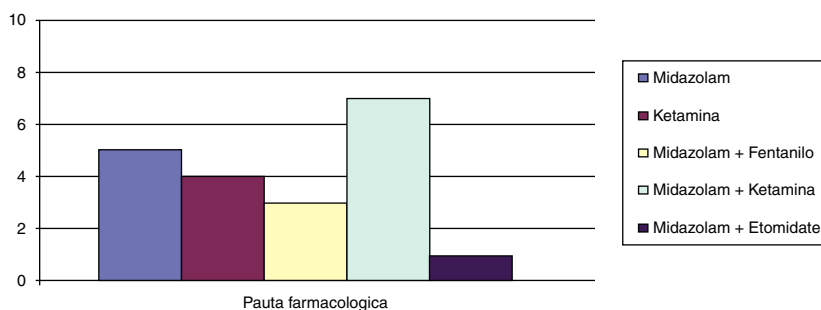


Figura 2 Pauta farmacológica.

significativas en las medias seriadas de SatO₂ (fig. 5) y etCO₂ (fig. 6) registradas durante la monitorización.

Se registraron 2 casos de depresión respiratoria según los criterios predefinidos en el protocolo de trabajo. En ambos casos el primer signo de alarma fue la pérdida de calidad de la curva de capnografía, seguida de un incremento de etCO₂ > 10% de su valor basal (40 y 43 mm Hg respectivamente). Posteriormente se objetivó mediante pulsioximetría un descenso de la SatO₂ (91 y 94% respectivamente). Ambos pacientes habían recibido una combinación de fármacos (ketamina-midazolam y fentanilo-midazolam) y pertenecían al grupo sin oxígeno suplementario. Los

episodios se resolvieron en pocos minutos mediante maniobras simples de apertura de la vía aérea y administración de oxigenoterapia con FiO₂ 100%.

Se registraron complicaciones neurológicas en 9 pacientes (45%), siendo la más frecuente el nistagmo en 8 pacientes (40%) a los que se había administrado ketamina. Uno de los pacientes (5%) presentó un cuadro de agitación que no precisó tratamiento farmacológico.

La tasa de ingreso en nuestra serie fue del 35%. La indicación de ingreso hospitalario fue, en todos los casos, la enfermedad de base que motivó la realización de la técnica

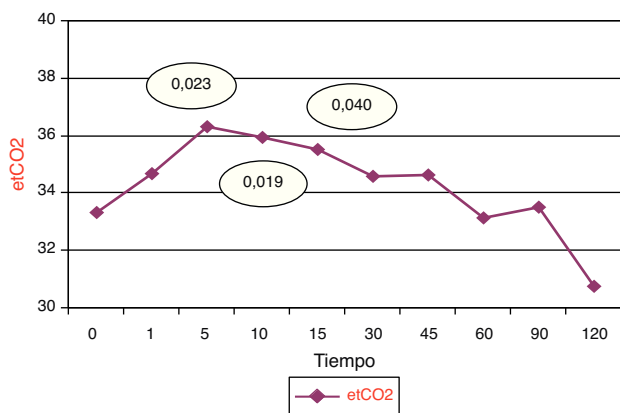


Figura 3 Evolución de la media de etCO₂ durante el procedimiento.

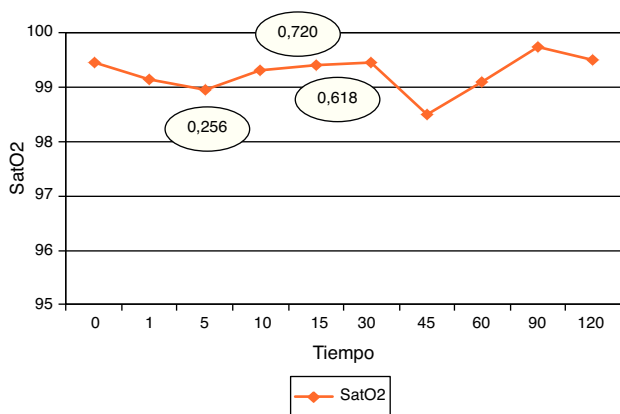


Figura 4 Evolución de la media de SatO₂ durante el procedimiento.

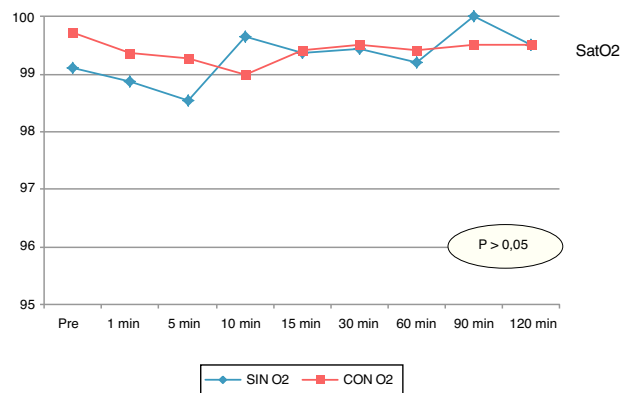


Figura 5 Comparación de la evolución de la media de SatO₂ en ambos grupos.

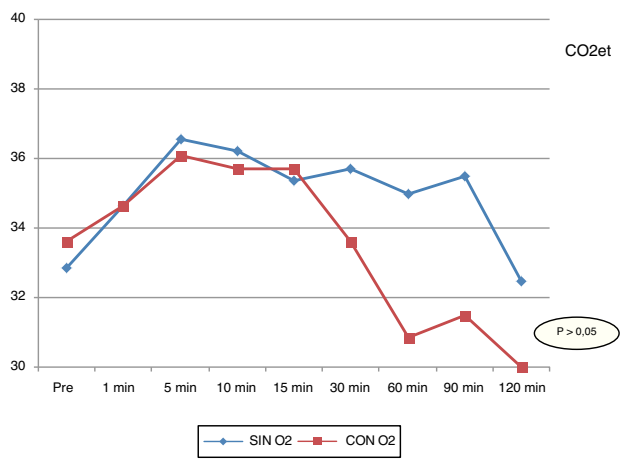


Figura 6 Comparación de la evolución de la media de etCO₂ en ambos grupos.

diagnóstica o terapéutica. Ningún paciente precisó ingreso por complicaciones derivadas del procedimiento de sedoanalgesia. El tiempo medio de estancia en la Unidad de Urgencias de los pacientes dados de alta fue de 256,9 min (rango: 60-900 min).

Discusión

Los pacientes pediátricos sometidos a procedimientos de sedoanalgesia constituyen un grupo de alto riesgo de complicaciones. Las peculiaridades fisiológicas de este grupo de edad justifican su mayor riesgo de hipoxia clínicamente significativa y depresión respiratoria. Por otra parte, para una misma técnica diagnóstica o terapéutica los niños requieren un nivel de sedación más profundo que los adultos para alcanzar las condiciones óptimas que permitan realizar el procedimiento³.

En los últimos años se han publicado diversos estudios relacionados con la eficacia y la seguridad de los procedimientos de sedoanalgesia en el ámbito de la urgencia pediátrica⁴⁻⁶. Si bien los autores concluyen que dichos procedimientos son eficaces y seguros, lo cierto es que los estudios se basan en series limitadas, cuya potencia estadística resulta insuficiente para estimar la incidencia real de los eventos adversos relacionados con la sedoanalgesia, ya que la frecuencia esperada de complicaciones es muy baja (una por cada varias decenas de miles de procedimientos)⁷. Por otra parte, debido a la gran variabilidad en cuanto a metodología, pautas farmacológicas, nivel de sedación alcanzado y criterios para definir los eventos adversos y la eficacia del procedimiento, resulta muy complicado agrupar los resultados de los estudios para analizarlos conjuntamente. En el año 2009 se publicaron una serie de recomendaciones basadas en el consenso de un grupo de expertos, reunidos con el objetivo de unificar la terminología empleada y la notificación de complicaciones⁸. El siguiente paso es desarrollar estudios prospectivos multicéntricos, cuyos resultados sirvan para establecer recomendaciones basadas en la evidencia, permitiendo mejorar la eficacia y la seguridad de los procedimientos de sedoanalgesia. Con este objetivo se forma el *Pediatric Sedation Research Consortium*, que ha logrado elaborar una base de datos de más de 30.000 pacientes³. Según las conclusiones de este grupo de trabajo en el ámbito en que se desarrolla el estudio la incidencia de complicaciones graves es baja. Sin embargo, en uno de cada 89 procedimientos se produce algún evento adverso potencialmente grave que requiere intervención³.

La guía clínica de la ASA² recomienda como medidas de monitorización rutinaria la evaluación periódica del nivel de conciencia y la vigilancia de la función respiratoria mediante inspección visual, auscultación y pulsioximetría continua. La principal limitación de la pulsioximetría reside en su incapacidad para monitorizar la ventilación pulmonar. Por otra parte, la desaturación constituye un signo tardío de depresión respiratoria. Sin embargo, las guías solamente recomiendan la capnografía en pacientes sometidos a sedación profunda y en aquellos en los que la técnica diagnóstico-terapéutica realizada puede dificultar la vigilancia directa del paciente.

En función de la bibliografía publicada es indiscutible que la capnografía es una herramienta útil en la monitorización de pacientes no intubados, aportando información

en tiempo real sobre el patrón respiratorio y el estado de ventilación^{9,10}. Un incremento o descenso significativo en los niveles de etCO₂ nos permite detectar precozmente situaciones de hipoventilación. Asimismo, la interpretación de la curva de capnografía nos permite identificar y diferenciar episodios de apnea central y obstructiva. Finalmente, los cambios en la morfología de dicha curva, en respuesta a las maniobras de apertura de la vía aérea, contribuyen a diferenciar el laringoespasmó frente a la obstrucción de vía aérea superior^{11,12}.

Según nuestros resultados los niveles de etCO₂ se incrementan de forma estadísticamente significativa tras la administración del fármaco sedante y/o analgésico. Nuestros resultados concuerdan con los hallazgos de otros trabajos publicados^{13,14}.

Los resultados de varios trabajos publicados (Miner et al.¹², Deitch et al.¹⁵⁻¹⁷ y Lightdale et al.¹⁸) sugieren que la capnografía permite detectar precozmente un considerable porcentaje de episodios de hipoventilación que no son identificados por la inspección visual ni la pulsioximetría.

En nuestro trabajo la alteración o pérdida del trazado de la curva de capnografía constituye el primer signo de alarma de depresión respiratoria, seguido de un aumento de etCO₂ y finalmente un descenso de la SatO₂. Si aplicamos en nuestra serie el criterio de hipoxia utilizado en otros estudios (SatO₂ < 90%), estos episodios de hipoventilación habrían pasado desapercibidos en pacientes monitorizados exclusivamente mediante inspección visual y pulsioximetría. Probablemente, los límites establecidos en nuestro estudio no se corresponden con episodios de depresión respiratoria clínicamente significativa, sino que más bien reflejan situaciones de hipoventilación y riesgo inminente de complicaciones. Estas situaciones requieren nuestra intervención inmediata sobre la vía aérea para evitar la progresión hacia depresión respiratoria. De hecho, la principal causa de complicaciones graves es el manejo inadecuado de una situación de riesgo^{3,19}. En nuestra muestra los 2 casos de depresión respiratoria se resolvieron mediante maniobras simples de apertura de la vía aérea y administración de oxígeno con mascarilla-reservorio. Los resultados sugieren que la detección precoz de estas situaciones de riesgo, y la rápida intervención de un profesional entrenado, pueden evitar la necesidad de aplicar maniobras avanzadas sobre la vía aérea. Según los estudios de Deitch et al.¹⁵ Lightdale et al.¹⁸ la intervención precoz basada en la detección temprana de hipoventilación mediante capnografía reduce significativamente la frecuencia de episodios de desaturación. Sin embargo, algunos autores cuestionan la relevancia clínica de estos episodios de hipoventilación, y sugieren que los datos aportados hasta la fecha son insuficientes para demostrar que la introducción de la capnografía en la monitorización rutinaria durante los procedimientos de sedoanalgesia reduce la incidencia de complicaciones clínicamente significativas¹³. No obstante, los artículos revisados coinciden al afirmar que la capnografía constituye una herramienta útil en la monitorización de pacientes sometidos a procedimientos de sedoanalgesia, mejorando la seguridad de los mismos^{12,18,20,21}.

En cuanto al oxígeno suplementario durante los procedimientos de analgesia, no hay datos suficientes para justificar su administración de forma rutinaria². Las guías recomiendan utilizarlo siempre durante la sedación profunda

y valorarlo durante la sedación moderada². Algunos expertos afirman que puede reducir la frecuencia y la severidad de los episodios de hipoxemia^{2,22}. En otro sentido, algunos autores sugieren que el oxígeno suplementario puede interferir con la pulsioximetría, haciendo que refleje niveles de oxígeno superiores a la SatO₂ real, enmascarando y retrasando la detección de episodios de hipoventilación^{12,22,23}. Sin embargo, la oxigenoterapia no interfiere con la monitorización de capnografía no invasiva^{12,22}. En nuestro trabajo no encontramos diferencias significativas al comparar las medias seriadas de SatO₂ y etCO₂ entre los 2 grupos (con/sin oxígeno suplementario). Nuestros resultados sugieren que la oxigenoterapia no modifica los parámetros monitorizados. Nos gustaría destacar que los 2 pacientes que presentaron episodios de depresión respiratoria pertenecían al grupo sin oxígeno suplementario. Sin embargo, el tamaño muestral de nuestra serie no ha permitido comparar la incidencia de eventos adversos en cada grupo para valorar el posible papel del oxígeno en la prevención de complicaciones respiratorias.

En resumen, la capnografía permite detectar episodios de hipoventilación que podrían pasar desapercibidos en pacientes monitorizados exclusivamente mediante inspección visual y pulsioximetría. Por lo tanto, su incorporación a la monitorización rutinaria de los pacientes sometidos a procedimientos de sedoanalgesia en el SUP puede mejorar la seguridad de los mismos.

Según nuestros resultados el uso de oxígeno suplementario durante los procedimientos de sedoanalgesia no modifica los parámetros monitorizados. Es necesario realizar estudios aleatorizados más amplios para determinar el papel de la oxigenoterapia en la seguridad de estos procedimientos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Smailly AJ, Nowicki TA. Sedation in the emergency department. *Curr Opin Anesthesiol*. 2007;20:379–83.
2. American Society of Anesthesiologists Task Force on Sedation and Analgesia by non-anesthesiologists. Practice Guidelines for sedation and analgesia by non-anesthesiologists. *Anesthesiology*. 2002;96:1004–17.
3. Cravero JP, Blike GT, Beach M, Gallagher SM, Hertzog JH, Havidich JE, et al. Incidence and nature of adverse events during pediatric sedation and anesthesia for procedures outside the operating room: Report from the Pediatric Sedation Research Consortium. *Pediatrics*. 2006;118:1087–96.
4. Pitetti RD, Singh S, Pierce MC. Safe and efficacious use of procedural sedation and analgesia by nonanesthesiologists in a pediatric emergency department. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2003;157:1090–6.
5. Newman DH, Azer MM, Pitetti RD, Singh S. When is a patient safe for discharge after procedural sedation? The timing of adverse events in 1,367 pediatric procedural sedations. *Ann Emerg Med*. 2003;42:627–35.
6. Roback MG, Watehn JE, Bajaj L, Bothner JP. Adverse events associated with procedural sedation and analgesia in a pediatric emergency department: A comparison of common parenteral drugs. *Acad Emerg Med*. 2005;12:508–13.
7. Cravero JP, Blike GT. Review of pediatric sedation. *Anesth Analg*. 2004;99:1455–64.
8. Bhatt M, Kenndy RM, Osmond MH, Krauss B, McAllister JD, Ansermino JM, et al. Consensus Panel on Sedation Research of Pediatric Emergency Research Canada (PERC) and the Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN). Consensus-based recommendations for standardizing terminology and reporting adverse events for emergency department procedural sedation. *Ann Emerg Med*. 2009;53:426–35.
9. Nagler J, Krauss B. Capnography: A valuable tool for airway management. *Emerg Med Clin North Am*. 2008;26:881–97.
10. Colman Y, Krauss B. Microstream capnography technology: A new approach to an old problem. *J Clin Monit*. 1999;15:403–9.
11. Krauss B. Advances in the use of capnography for nonintubated patients. *ISRJEM*. 2008;8:4–15.
12. Miner JR, Heegaard W, Plummer D. End-tidal carbon dioxide monitoring during procedural sedation. *Acad Emerg Med*. 2002;9:275–80.
13. McQuillen KK, Steele DW. Capnography during sedation/analgesia in the pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care*. 2000;16:401–4.
14. Wright SW. Conscious sedation in the emergency department: The value of capnography and pulse oximetry. *Ann Emerg Med*. 1992;21:551–5.
15. Deitch K, Miner J, Chudnofsky CR, Dominici P, Latta D. Does end tidal CO₂ monitoring during emergency department procedural sedation and analgesia with propofol decrease the incidence of hypoxic events? A randomized, controlled trial. *Ann Emerg Med*. 2010;55:258–64.
16. Deitch K, Chudnofsky CR, Dominici P. The utility of supplemental oxygen during emergency department procedural sedation and analgesia with midazolam and fentanyl: A randomized, controlled trial. *Ann Emerg Med*. 2007;49:1–8.
17. Deitch K, Chudnofsky CR, Dominici P. The utility of supplemental oxygen during emergency department procedural sedation and analgesia with propofol: A randomized, controlled trial. *Ann Emerg Med*. 2008;52:1–8.
18. Lightdale JR, Goldman DA, Feldman HA, Newburg AR, James A, DiNardo JA, et al. Microstream capnography improves patient monitoring during moderate sedation: A randomized, controlled trial. *Pediatrics*. 2006;117:1170–8.
19. Cote CJ, Noterman DA, Karl HB, Weinberg JA, McCloskey D. Adverse sedation events in paediatrics: A critical incident analysis of contributing factors. *Pediatrics*. 2000;105:805–14.
20. Krauss B, Hess DR. Capnography for procedural sedation and analgesia in the emergency department. *Ann Emerg Med*. 2007;50:172–81.
21. Yildizdas D, Yapicioglu H, Yilmaz HL. The value of capnography during sedation or sedation/analgesia in pediatric minor procedures. *Pediatr Emerg Care*. 2004;20:162–5.
22. Krauss B, Green SM. Procedural sedation and analgesia in children. *Lancet*. 2006;367:766–80.
23. Hutchison R, Rodriguez L. Capnography and respiratory depression. *Am J Nurs*. 2008;108:35–9.