



## “MONITORIZACIÓN DEL ÍNDICE BIESPECTRAL EN LOS PACIENTES ATENDIDOS POR LOS SERVICIOS DE EMERGENCIAS MÉDICAS QUE UTILIZAN HELICÓPTEROS”

**EL PRESENTE ARTÍCULO DESCRIBE EL USO DEL IBE O ÍNDICE BIESPECTRAL** para demostrar su eficacia en el control de la sedación de los pacientes críticos intubados y trasladados por un servicio HEMS de Minnesota; sin embargo, no sólo consigue demostrar el buen nivel de sedación de sus pacientes sino que deja entrever la idoneidad del IBE para su uso en un entorno HEMS.

**Bien diseñado desde el punto de vista esquemático**, buena introducción que explica el aparato desde el punto de vista de su manejo y su correlación con la clínica, una metodología en la que no falta ningún punto importante, unos resultados claros y concisos, una discusión en la que tras hacer un repaso a la situación previa, llega a respuestas clínicas muy adecuadas, y una conclusión en la que además de responder al objetivo del estudio, se dejan abiertas preguntas interesantes.

**Lo único negativo** que podría achacarse al artículo en cuestión es su manejo estadístico, ya que podrían haberse añadido algo más que pruebas descriptivas.

**Con respecto al diseño**, se hizo previo al experimento un estudio de viabilidad en voluntarios sanos para comprobar que el IBE soportaba bien las vibraciones del helicóptero. Posteriormente, se desarrolló en pacientes críticos, intubados, sedados y analgesiados a los que se monitorizó con el IBE de manera que el clínico que los trataba desconocía las cifras que estaba dando el aparato, y aunque son pocos casos, su muestra demuestra que los pacientes se trasladan con un buen nivel de sedación.

**El estudio termina** concluyendo que el uso del IBE puede «ahorrarnos» fármacos sedantes y anestésicos en pacientes que por sus características clínicas necesitan la mínima dosis eficaz para evitar efectos secundarios de éstos, pero sí un buen nivel de sedación.

**Desde nuestra experiencia**, estamos totalmente de acuerdo con los autores, ya que el IBE nos ayuda a controlar el nivel de sedación de los pacientes que trasladamos en helicóptero, lo cual adquiere aún mayor importancia si como en nuestro caso, además de sedados, los pacientes van relajados, ya que un despertar bajo los efectos de la relajación muscular puede inestabilizar al paciente debido a la desagradable sensación que experimenta.

**El control del IBE** también adquiere importancia cuando se quiere conseguir una hipnosis con el mínimo nivel de sedación, ya que los efectos secundarios que estos fármacos pueden producir en el paciente crítico, como hipotensión, descensos de la presión intracranial, etc. que implican graves consecuencias, se pueden evitar eficazmente. Además, el IBE supone una ventaja sobre otros parámetros usados históricamente como alternativa a éste en el control de la sedación y relajación del paciente, como son la presión arterial o la frecuencia cardíaca, parámetros que suelen ser además de ineficaces, tardíos.

**El modelo de IBE utilizado en el estudio**, dispone de una pantalla de fácil lectura en el entorno HEMS, muy intuitiva y, como se comenta en el artículo, siempre que tras la adecuada limpieza de la piel, la banda del sensor se adhiera bien a la frente del paciente, como se describe en el envoltorio de éste, capta la señal perfectamente.

**En cambio**, un defecto comprobado en nuestra experiencia de manejo con este aparato es la escasa duración de la batería cuando se desconecta de la toma de corriente, defecto mínimo si tenemos en cuenta que es un monitor de gran ayuda al clínico en el manejo del paciente y que además evita otros efectos iatrogénicos.

---

Luis J. Rodríguez Martín  
Médico Emergencias. SAMUR Protección Civil.  
Ayuntamiento de Madrid. Madrid

## MONITORIZACIÓN DEL ÍNDICE BIESPECTRAL EN LOS PACIENTES ATENDIDOS POR LOS SERVICIOS DE EMERGENCIAS MÉDICAS QUE UTILIZAN HELICÓPTEROS

### INTRODUCCIÓN

- La sedación y el control del dolor durante el traslado aeromédico son componentes clave para el control adecuado de los pacientes en situación crítica.
- La monitorización continua del paciente durante el traslado se suele limitar a las determinaciones no invasivas de la presión arterial, el ritmo cardíaco y la oximetría de pulso; indicadores que carecen de sensibilidad.
- La monitorización del índice biespectral (IBE) es un análogo electroencefalográfico que se determina por medios informáticos y que se usa en la actualidad para vigilar el nivel de conciencia de los pacientes bajo sedación.
- Ofrece una puntuación de 1 a 100, en la que 1 representa la ausencia de función cerebral y 100 el nivel de alerta completa del paciente.
  - Los pacientes pueden recordar los eventos que ocurren cuando su puntuación IBE es  $\geq 85$ .
  - Las puntuaciones IBE de 85-60 se han correspondido a un estado de amnesia, pero los pacientes han respondido a los estímulos.
  - Los pacientes con puntuaciones IBE  $< 70$  no han respondido de manera constante a los estímulos.
  - Las puntuaciones IBE  $< 60$  representan una anestesia general y es muy poco probable que los pacientes respondan a los estímulos dolorosos.
- Los avances tecnológicos más recientes han permitido el diseño de un modelo portátil que funciona con batería y con un peso inferior a 1,5 kg, lo que hace posible su uso en un helicóptero.

### MÉTODOS

Se ha realizado un estudio prospectivo y de observación en una muestra de conveniencia constituida por 47 pacientes en situación crítica trasladados mediante helicóptero.

Todos los pacientes intubados que habían recibido sedantes, anestésicos o ambos para facilitar su traslado fueron elegibles por parte del médico responsable para su participación en el estudio.

Antes del despegue se aplicó un sensor IBE sobre la frente del paciente. Durante el traslado, cada minuto se registraron las puntuaciones mínima, máxima y media del IBE.

### CONCLUSIONES

- Permite obtener datos de calidad en el entorno del helicóptero, sin que las vibraciones interfieran en la recogida de éstos.
- Predice con precisión qué pacientes no van a recordar el procedimiento doloroso al que han sido sometidos durante la sedación efectuada para la realización de un procedimiento diagnóstico o terapéutico.
- Es útil para reducir la sedación excesiva y la depresión respiratoria en los pacientes en los que se lleva a cabo algún tipo de procedimiento bajo sedación en el servicio de urgencias.
- Se ha demostrado que las puntuaciones ofrecidas por el monitor IBE se correlacionan con la positividad en la tomografía computarizada craneal y con la evolución neurológica en los pacientes que han presentado un traumatismo craneoencefálico.

En definitiva, permite una evaluación más precisa del nivel de conciencia y una determinación también más precisa de la necesidad de administración de sedantes o analgésicos.

# CONTRIBUCIONES ORIGINALES

## MONITORIZACIÓN DEL ÍNDICE BIESPECTRAL EN LOS PACIENTES ATENDIDOS POR LOS SERVICIOS DE EMERGENCIAS MÉDICAS QUE UTILIZAN HELICÓPTEROS

William Heegaard, MD, MPH; Ryan Charles Fringer, MD; R.J. Frascone, MD;  
Greg Pippert, MD, y James Miner, MD

### RESUMEN

**Contexto.** En muchos pacientes en situación crítica se administran sedantes y anestésicos para facilitar su traslado aeromédico. La monitorización del índice biespectral (IBE) es un análogo electroencefalográfico (EEG) que se determina por medios informáticos y que se usa en la actualidad para vigilar el nivel de conciencia de los pacientes bajo sedación. Ofrece una puntuación de 1 a 100 en la que 1 representa la ausencia de función cerebral y 100 el nivel de alerta completa del paciente. **Objetivo.** Evaluar si los pacientes en situación crítica son adecuadamente sedados durante el traslado aeromédico. **Métodos.** Se ha realizado un estudio prospectivo y de observación sobre una muestra de conveniencia constituida por pacientes en situación crítica trasladados mediante helicóptero. Todos los pacientes intubados que habían recibido sedantes, anestésicos o ambos para facilitar su traslado fueron elegibles por parte del médico responsable para su participación en el estudio. Antes del despegue se aplicó un sensor IBE sobre la frente del paciente. Durante el traslado se registraron cada minuto las puntuaciones mínima, máxima y

Recibido el 27 de agosto de 2008 por parte del Department of Emergency Medicine (WH, RCF, JM), Hennepin County Medical Center, Minneapolis, Minnesota; Life Link III (WH, RJF, GP), Minneapolis, Minnesota; el Department of Emergency Medicine (RCF), William Beaumont Hospital, Royal Oak, Michigan; el Department of Emergency Medicine (RJF), Regions Hospital, St. Paul, Minnesota, y el Department of Emergency Medicine (GP), St. Cloud Hospital, St. Cloud, Minnesota. Revisión recibida el 17 de octubre de 2008; aceptado para publicación el 3 de noviembre de 2008.

Presentado en forma preliminar en la reunión anual de la National Association of EMS Physicians, Naples, Florida, en enero de 2005, y también en AIRMED 2005, Barcelona, España, en junio de 2005.

Life Link III (St. Paul, MN) aportó todos los datos correspondientes a los tiempos de vuelo y a los costes asociados. Aspect Medical Systems (Norwood, MA) proporcionó un monitor A-2000 BIS, sensores y apoyo técnico.

Dirección para correspondencia y solicitud de separatas: William Heegaard MD, MPH, Department of Emergency Medicine, Hennepin County Medical Center, 701 Park Avenue South, Minneapolis, MN 55417. Correo electrónico: emdoc@yahoo.com

doi: 10.1080/10903120802706187

media del IBE. **Resultados.** Participaron 47 pacientes (el 57% de sexo masculino), con una edad mediana de 60 años (rango intercuartílico [RIC], 18-81; rango, 14-86 años). La duración media de la monitorización fue de 15,0 min (RIC, 6,0-26,0; rango, 2-33). La puntuación IBE mediana fue de 54,6 (RIC 38,6-67,3; rango, 28-89,5). Solamente en 2 pacientes (4,3%, intervalo de confianza [IC] del 95%, 0,5-14,8%) mostraron al menos una puntuación IBE superior a 85, lo que representa el umbral aceptado para el recuerdo. **Conclusión.** Estos resultados indican que los pacientes mantienen un nivel adecuado de sedación durante el traslado aeromédico. **Palabras clave:** ambulancia aérea; sedación consciente; monitorización IBE; sedación en el SEMH.

PREHOSPITAL EMERGENCY CARE. 2009;13:193-7

### INTRODUCCIÓN

Los medicamentos hipnóticos y sedantes se utilizan de manera sistemática durante el traslado aeromédico para facilitar la asistencia de los pacientes y para conseguir el mayor nivel posible de comodidad en éstos. La monitorización continua del paciente durante el traslado se suele limitar a las determinaciones no invasivas de la presión arterial, el ritmo cardíaco y la oximetría de pulso. Sin embargo, se ha planteado la posibilidad de que estos parámetros no indiquen de manera precisa el nivel de sedación o de conciencia que presenta el paciente.

El índice biespectral (IBE) es un parámetro electroencefalográfico (EEG) procesado que se utiliza en la actualidad en los quirófanos, las unidades de cuidados intensivos y los servicios de urgencias para monitorizar el nivel de sedación de los pacientes (fig. 1). Los resultados obtenidos en diversos estudios han apoyado el uso y la precisión de la monitorización IBE para evaluar el nivel de conciencia del paciente durante la realización de procedimientos dolorosos o difíciles<sup>1,2</sup>. Los avances tecnológicos más recientes han permitido el diseño de un modelo portátil que funciona con bate-



FIGURA 1. Nuevo sistema de monitorización del índice biespectral (IBE) con peso reducido, utilizado en el proyecto de sedación por parte de los servicios de emergencias médicas que utilizan helicópteros (SEMH) (Aspect Medical Systems, Norwood, MA).

ría. Esta unidad tiene un peso inferior a 1,5 kg, lo que hace posible su uso en un helicóptero (fig. 1).

La sedación adecuada del paciente es necesaria para su traslado aeromédico. El entorno correspondiente al traslado médico mediante helicóptero suele ser mal tolerado por los pacientes en situación crítica y que se mantienen despiertos. Durante el vuelo se realizan con frecuencia procedimientos dolorosos (p. ej., toracostomía con aguja, compresiones torácicas, cardioversión), que son tolerados mejor por los pacientes sedados. Por otra parte, en un estudio realizado en 2006 se observó que los pacientes trasladados mediante helicóptero presentaban riesgo de despertarse de la anestesia durante su traslado<sup>3</sup>. A esta controversia de la sedación y el despertar de la anestesia se añade un artículo publicado recientemente por Avidan et al, en el que se señala que la monitorización IBE no reduce la incidencia de «conciencia intraoperatoria»<sup>4</sup>. Hay que tener encuentra que en el estudio realizado por estos investigadores se utilizaron anestésicos mediante inhalación en el contexto del quirófano, por lo que sus resultados no pueden ser extrapolados al contexto de los servicios de emergencias médicas que utilizan helicópteros (SEMH). Los parámetros no dinámicos tradicionales del dolor y de la sedación insuficiente, como la frecuencia cardíaca y la presión arterial, son indicadores que carecen de sensibilidad. La sedación real y el control del dolor en los pacientes en situación crítica requieren el uso de parámetros mejores para la monitorización continuada.

Hasta donde sabemos, no se ha publicado ningún artículo acerca del uso de la monitorización IBE durante el traslado aeromédico. En 2001 se publicó en *Air Medi-*

*cal Journal* una comunicación especial en la que se describía el potencial de la monitorización IBE durante el traslado aeromédico<sup>5</sup>. Fue un artículo de revisión y en él no se incluyó ningún dato clínico de evaluación de la monitorización IBE en el contexto de los SEMH.

El IBE está representado por una única cifra en una escala que va de 0 (ausencia de actividad cerebral) a 100 (completamente alerta). En los estudios realizados con voluntarios sanos y con pacientes a los que se ha aplicado sedación para la realización de un procedimiento, se han obtenido resultados que han permitido la elaboración de directrices clínicas<sup>6-8</sup>. Los pacientes pueden recordar los eventos que ocurren cuando su puntuación IBE es  $\geq 85$ . Las puntuaciones IBE de 85-60 se han correspondido a un estado de amnesia, pero los pacientes han respondido a los estímulos. Los pacientes con puntuaciones IBE  $< 70$  no han respondido de manera constante a los estímulos. Las puntuaciones IBE  $< 60$  representan una anestesia general y es muy poco probable que los pacientes respondan a los estímulos dolorosos<sup>6-8</sup>. El monitor IBE se utiliza con frecuencia en los quirófanos hospitalarios de todo Estados Unidos. Las modificaciones en las puntuaciones IBE se han correlacionado con las dosis de los medicamentos sedantes<sup>1,6</sup>. Hasta donde sabemos, no se ha publicado en la bibliografía ningún estudio relativo al uso de la monitorización IBE en el contexto de los helicópteros de traslado aeromédico.

Nuestro grupo realizó en diciembre de 2003 un ensayo clínico de viabilidad<sup>9</sup>. En él participaron 18 voluntarios sanos en los que se llevó a cabo la monitorización IBE durante 5 min en el contexto de un traslado aeromédico

simulado. Observamos que las puntuaciones IBE máxima y mínima obtenidas en los voluntarios que participaron en nuestro estudio estaban dentro del rango de las correspondientes a las personas sanas y normales. Por otra parte, el índice de calidad de la señal (SQI, *signal quality index*) no quedó afectado de manera significativa por la vibración ni por el entorno ruidoso del helicóptero. El SQI es un parámetro que indica la calidad de la señal correspondiente al canal EEG y aparece en forma de una gráfica de barras horizontales que va desde 0 hasta 100. No hay ninguna cifra absoluta que se considere necesaria para el SQI, pero la gráfica de barras se debe mantener constantemente en el lado derecho del monitor ( $> 50$ ). En función de los resultados obtenidos en nuestro estudio de viabilidad, la conclusión fue que el monitor IBE podía funcionar bien en un helicóptero, de manera que a continuación iniciamos un estudio prospectivo y de observación. El objetivo de este estudio fue el de determinar si los pacientes en situación crítica atendidos por el SEMH mantienen una sedación adecuada durante el traslado aeromédico. De manera específica, queríamos investigar mediante la monitorización del IBE la idoneidad de la sedación de los pacientes en situación crítica y de los pacientes intubados.

## MÉTODOS

### Diseño del estudio

Este estudio se ha realizado de acuerdo con Life Link III, una compañía de traslado médico de pacientes en situación crítica radicada en Minneapolis, Minnesota. La parte del estudio correspondiente a la viabilidad se llevó a cabo entre diciembre de 2003 y febrero de 2004. La parte del estudio correspondiente a la observación tuvo un carácter prospectivo y se realizó con una muestra de conveniencia constituida por pacientes en situación crítica trasladados mediante helicóptero entre agosto de 2004 y mayo de 2006. Cumplieron criterios de participación en el estudio todo los pacientes adultos en situación crítica e intubados (en el escenario del incidente y en el traslado entre centros) trasladados por Life Link III y que habían recibido sedantes, anestésicos o ambos para facilitar su traslado. El estudio fue aprobado por el Human Subjects Research Committee del County Medical Center.

### Ámbito del estudio y participantes

Las 2 partes que constituyeron nuestro estudio se llevaron a cabo en el interior de helicópteros pertenecientes a Life Link III y pilotados por miembros de esta compañía. Life Link III posee 5 helicópteros que operan en Minnesota y Wisconsin, y lleva a cabo anualmente alrededor de 1.800 trasladados mediante helicóptero. El estudio se realizó con uso del helicóptero perteneciente a la base de St. Paul, Minnesota.

### Protocolo de estudio

Para la parte de viabilidad del estudio se aplicó un sensor IBE en la frente de cada voluntario antes del despegue. Todos los voluntarios fueron monitorizados de manera continua durante su traslado. Cada minuto se registraron las puntuaciones mínima, máxima y media del índice IBE, para ello se utilizó un monitor BIS XP (Aspect Medical Systems, Norwood, MA) durante el traslado. Los clínicos que atendieron al paciente durante el vuelo no podían visualizar el monitor. De la misma forma que en la parte de viabilidad del estudio, a lo largo de la parte prospectiva, se aplicó un sensor IBE en la frente de cada paciente antes del despegue. En todos los pacientes se aplicó adecuadamente la banda correspondiente al monitor IBE tras la eliminación de cualquier resto de sangre o de otro tipo. Todos los pacientes fueron monitorizados de manera continua durante el traslado. A lo largo del traslado se determinaron cada minuto las puntuaciones mínima, máxima y media del índice IBE.

### Análisis de los datos

Los datos fueron descargados del monitor IBE hacia una hoja de cálculo Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA) y analizados respecto a los parámetros estadísticos descriptivos. Las tasas de los pacientes con una puntuación IBE  $> 85$  se describieron a través del intervalo de confianza (IC) binomial exacto.

## RESULTADOS

### Parte de viabilidad del estudio

En la parte de viabilidad del estudio participaron 18 voluntarios sanos (39% de sexo masculino; edad mediana, 36,5 años; rango, 21-50). En todos los voluntarios se llevó a cabo la monitorización IBE durante al menos 5 min de vuelo. La puntuación IBE mediana (95,6; rango intercuartílico [RIC], 93,1-97,3; rango, 82,6-98,0), la puntuación IBE mediana mínima (94,5; RIC, 91,2-97,0; rango, 72,0-98,0) y la puntuación IBE mediana máxima (97,1; RIC, 95,3-97,9; rango, 89,4-98,0) estuvieron en todo momento dentro de los límites de la normalidad respecto a los pacientes no sedados. El SQI mediano (61,9; RIC, 39,8-72,6; rango, 25,6-84,6) y el porcentaje de puntuaciones IBE almacenadas (97,8%) indicaron que el monitor y el dispositivo presentaron un funcionamiento adecuado durante su uso en el transcurso del vuelo.

### Parte prospectiva y de observación del estudio

En la parte prospectiva y de observación del estudio participaron 47 pacientes (57,4% de sexo masculino; edad mediana, 60 años; rango, 18-86 años), entre agos-

TABLA 1. Diagnósticos de los pacientes

Diagnóstico	Número	Porcentaje
TCEC	12	25,5
ICC/parada cardíaca	9	19,1
Insuficiencia respiratoria no debida a ICC/IM/parada cardíaca	8	17,0
Alteración del nivel de conocimiento	6	12,8
Hemorragia intracranal	5	10,6
Alteración del nivel de conocimiento debida a sobredosis	3	6,4
Accidente cerebrovascular	2	4,3
Traumatismo sin TCEC	1	2,1
Quemaduras	1	2,1
Total	47	100

ICC: insuficiencia cardíaca congestiva; TCEC: traumatismo craneoencefálico cerrado; IM: infarto de miocardio.

to de 2004 y abril de 2006. Uno de los pacientes fue excluido del análisis debido a problemas en la recogida y almacenamiento de los datos correspondientes al monitor IBE. Los diagnósticos de los pacientes se resumen en la tabla 1. Todos los pacientes fueron intubados y recibieron un agente anestésico, y todos los pacientes excepto 1 (97,9%) recibieron un sedante. El paciente que no recibió el sedante presentaba una puntuación muy baja en la escala del coma de Glasgow (GCS, Glasgow Coma Scale). No se llegó a determinar la razón por la que este paciente no recibió la sedación durante el traslado. Los pacientes permanecieron monitorizados durante un período mediano de 15 min a lo largo del traslado (RIC, 6-26; rango, 2-33). La puntuación IBE mediana de todas las lecturas fue de 54,6 (RIC, 38,6-67,3; rango, 22-89). El SQI mediano fue de 89,3 (RIC, 67,4-94,2; rango, 43-95), lo que indica que la calidad de los datos obtenidos en los pacientes durante el vuelo fue excelente. Solamente 22 de las 708 (3,1%; IC del 95%, 2,0-4,7%) lecturas del IBE fueron superiores a 85 y estas 22 lecturas correspondieron a 2 pacientes (4,3%; IC del 95%, 0,5-14,8%). En la figura 2 se resumen los datos.

## DISCUSIÓN

La sedación y el control del dolor durante el traslado aeromédico son componentes clave para el control adecuado de los pacientes en situación crítica. La preocupación relativa a la sedación adecuada se ha planteado en lo relativo a la asistencia hospitalaria y, en el ámbito nacional, en lo relativo a los servicios de emergencias médicas (SEM)<sup>8,10,11</sup>. La investigación correspondiente a la sedación y el tratamiento del dolor adecuadas en los pacientes en situación crítica trasladados mediante sistemas de aeromedicina es significativamente limitada. Thomas et al señalaron en 2005 que los clínicos que realizan trasladados de aeromedicina de pacientes adultos y pediátricos controlan y valoran adecuadamente el dolor. Los autores de este estudio observaron que el fentanilo era eficaz y que daba lugar a una supresión cardiorespiratoria mínima en el contexto del SEMH<sup>12</sup>. Diversos expertos en SEM han insistido en la escasez de estudios de investigación relativos a la valoración y el tratamiento del dolor en el contexto extrahospitalario. Han señalado que la investigación relativa al dolor debería ser una prioridad máxima en lo que se refiere a la asistencia extrahospitalaria<sup>10</sup>. La investigación acerca del tratamiento del dolor y de la sedación en el contexto del SEMH y también en el contexto de los SEM de tierra ha sido ignorada por el contexto universitario.

Nuestro estudio prospectivo y de observación demuestra que casi todos los pacientes en situación crítica trasladados por nuestros clínicos de asistencia a enfermos críticos en un entorno de helicópteros recibieron una sedación apropiada durante su traslado. Además, el monitor IBE permitió obtener datos de calidad en el entorno del helicóptero, lo que representa un resultado significativo debido a que antes de nuestro estudio se consideraba que las vibraciones que acompañan al traslado mediante helicóptero interferían con la obtención y la producción de datos por parte del monitor IBE. El monitor IBE permitió detectar a 2 pacientes que no habían alcanzado un nivel adecuado de sedación. Consideramos que el monitor IBE puede tener utilidad para que

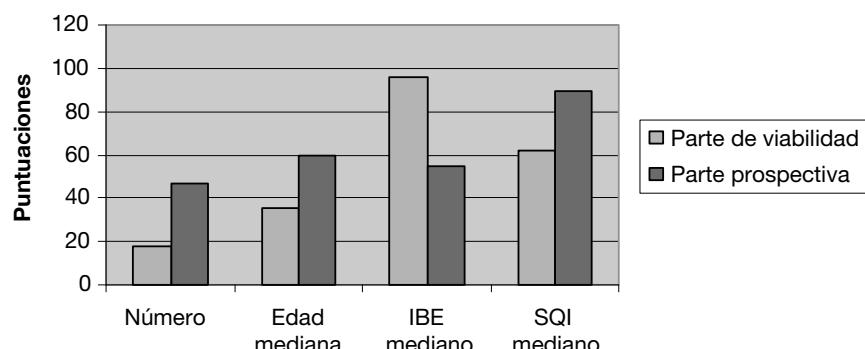


FIGURA 2. Datos obtenidos a partir del monitor del índice biespectral (IBE) en las partes de viabilidad y prospectiva del estudio realizado con pacientes atendidos por servicios de emergencias médicas que utilizan helicópteros (SEM). SQI: índice de calidad de la señal (*signal quality index*).

los clínicos que ejercen en el ámbito de la aeromedicina puedan determinar las dosis necesarias de sedantes en los pacientes en situación crítica, con el objetivo de conseguir un estado de amnesia constante. El monitor IBE posiblemente sea eficaz también en el entorno de la asistencia de tierra a enfermos en situación crítica y creemos que se debe estimular la investigación en este contexto.

En 2001 Deschamp et al determinaron la idoneidad del uso potencial del monitor IBE en el contexto de los SEMH<sup>5</sup>. Miner et al han demostrado que el monitor IBE puede predecir con precisión qué pacientes no van a recordar el procedimiento doloroso al que han sido sometidos durante la sedación efectuada en el servicio de urgencias para la realización de un procedimiento diagnóstico o terapéutico<sup>7</sup>. Además, se ha demostrado que el monitor IBE tiene utilidad para reducir la sedación excesiva y la depresión respiratoria en los pacientes en los que se lleva a cabo algún tipo de procedimiento bajo sedación en el servicio de urgencias<sup>13</sup>. El monitor IBE puede ser útil en las decisiones relativas a la sedación de los pacientes hipotensos que pueden no tolerar dosis elevadas. En varios estudios de investigación se ha demostrado que las puntuaciones ofrecidas por el monitor IBE se correlacionan con la positividad en la tomografía computarizada craneal y con la evolución neurológica en los pacientes que han presentado un traumatismo craneoencefálico<sup>2</sup>. El monitor IBE también puede permitir a los clínicos que atienden a los pacientes durante el vuelo una evaluación más precisa de su nivel de conciencia y una determinación también más precisa de la necesidad de administración de sedantes o analgésicos. Los resultados obtenidos en nuestro estudio indican que el monitor IBE se puede aplicar con buenos resultados en el entorno de los SEMH. En nuestro grupo de pacientes en situación crítica trasladados por el SEMH, los pacientes recibieron una sedación apropiada o mantuvieron un estado de falta de respuesta y, en función de los resultados obtenidos en estudios previos, no recordaron su traslado mediante helicóptero<sup>6-8,13</sup>. Consideramos que el monitor IBE se debe utilizar de manera sistemática en los pacientes trasladados por los SEMH en situación de intubación y de anestesia. Entre las líneas de estudio que consideramos necesarias respecto al contexto de los SEMH están: *a)* la determinación de la tasa de «despertar durante el traslado» entre los pacientes que han recibido anestésicos; *b)* el uso de escalas analógicas visuales aceptadas con determinación de las puntuaciones de recuerdo del dolor y de la recuperación de la conciencia en pacientes tratados con anestésicos y trasladados, con y sin uso del monitor IBE, y *c)* la validación de los resultados obtenidos en nuestro estudio.

## LIMITACIONES E INVESTIGACIÓN FUTURA

El nuestro ha sido un estudio de tamaño pequeño en el que se ha intentado validar la hipótesis de que el mo-

nitor IBE se puede utilizar en el contexto de los SEMH. El estudio se ha realizado en una muestra de conveniencia y ha tenido un carácter prospectivo. Son necesarios nuevos estudios de investigación para determinar si es posible utilizar el monitor IBE para monitorizar los niveles de sedación en el contexto de los SEMH. En nuestro estudio no se realizó un análisis del recuerdo después de que los pacientes despertaran tras la sedación o la fase de inconsciencia iniciales. En vez de ello, utilizamos datos de investigación históricos que indican que los pacientes con niveles IBE < 70 no recuerdan los acontecimientos que tuvieron lugar cuando presentaban estos niveles de conciencia. Los pacientes pueden haber recordado algunos aspectos del vuelo después de que se recuperaron de su enfermedad o sus lesiones.

## CONCLUSIÓN

El monitor IBE funciona bien en el contexto de los SEMH. Su facilidad de uso y la calidad de los datos que proporciona hacen que la utilización del monitor IBE sea una opción posible para los servicios de aeromedicina. Consideramos que el uso del monitor IBE podría reducir los niveles de sedación excesiva y de sedación insuficiente en los pacientes en situación crítica trasladados por los SEMH. En nuestro estudio, los pacientes en situación crítica presentaron una sedación o una falta de conciencia apropiadas y posiblemente no recordaron nada de su traslado por parte del SEMH. En función de los resultados obtenidos en nuestro estudio, consideramos que está indicada la realización de nuevos estudios para evaluar la función que puede desempeñar el monitor IBE para garantizar que todos los pacientes en situación crítica trasladados por los SEMH mantienen un nivel adecuado de sedación durante el transporte aéreo.

## Bibliografía

- Miner JR, Biros MH, Seigel T, Ross K. The utility of the bispectral index in procedural sedation with propofol in the emergency department. *Acad Emerg Med*. 2005;12:190-6.
- Haug E, Miner J, Dannehy M, Seigel T, Biros M. Bispectral electroencephalographic analysis of head-injured patients in the emergency department. *Acad Emerg Med*. 2004;11:349-52.
- Frakes MA, Lord WR. Sedative use in patients receiving neuromuscular blocking agents from a helicopter flight team. *Air Med J*. 2006;25:173-5.
- Avidan MS, Zhang L, Burnside BA, et al. Anesthesia awareness and the bispectral index. *N Engl J Med*. 2008;358:1097-108.
- Deschamp C, Carlton FB Jr, Phillips W, Norris D. The bispectral index monitor: a new tool for air medical personnel. *Air Med J*. 2001;20:38-9.
- Glass PS, Bloom M, Kearse L, Rosow C, Sebel P, Manberg P. Bispectral analysis measures sedation and memory effects of propofol, midazolam, isoflurane, and alfentanil in healthy volunteers. *Anesthesiology*. 1997;86:836-47.
- Miner JR, Biros MH, Heegaard W, Plummer D. Bispectral electroencephalographic analysis of patients undergoing proce-

- dural sedation in the emergency department. *Acad Emerg Med.* 2003;10:638-43.
8. Rosow C, Manberg PJ. Bispectral index monitoring. *Anesthesiol Clin North Am.* 2001;19:947-66, xi.
  9. Fringer R, Heegaard W, Miner J. Validation of bispectral index monitoring in aeromedical transport. *Acad Emerg Med.* 2004;11:586-7.
  10. Maio RF, Garrison HG, Spaite DW, et al. Emergency Medical Services Outcomes Project (EMSOP) IV: pain measurement in out-of-hospital outcomes research. *Ann Emerg Med.* 2002;40:172-9.
  11. Maio RF, Garrison HG, Spaite DW, et al. Emergency Medical Services Outcomes Project I (EMSOP I): prioritizing conditions for outcomes research. *Ann Emerg Med.* 1999;33:423-32.
  12. Thomas SH, Rago O, Harrison T, Biddinger PD, Wedel SK. Fentanyl trauma analgesia use in air medical scene transports. *J Emerg Med.* 2005;29:179-87.
  13. Miner JR, Biros M, Krieg S, Johnson C, Heegaard W, Plummer D. Randomized clinical trial of propofol versus methohexitol for procedural sedation during fracture and dislocation reduction in the emergency department. *Acad Emerg Med.* 2003;10:931-7.