

Nuria Chivite Fernández¹
Amparo Martínez Oroz¹
Mercedes Marraco Bonmcompte¹
Miguel Ángel Navarro García¹
E. Salvador Nuin¹
José Luis Gómez de Segura Nieva²
Begoña Bermejo Fraile³

¹DUE. Unidad de Cuidados Intensivos. Hospital de Navarra. Pamplona.

²Médico. Servicio de Urgencias Extrahospitalarias. Pamplona.

³Médico. Servicio de Medicina Preventiva y Gestión de la Calidad Hospitalaria. Hospital Virgen del Camino. Pamplona. España.

Primer premio HOSPIRA-SEEIUC a la mejor comunicación presentada al XXXI Congreso Nacional de la SEEIUC. La Coruña 19-22 junio 2005

Correspondencia:

Nuria Chivite Fernández
C/ Merindad de Tudela, 6, 2.º I
31110 Noain. Navarra. España
E-mail: nuchivi@yahoo.es

Respuesta de la presión intracraneal durante la aspiración de secreciones previa administración de un relajante muscular

Intracranial pressure response during secretion aspiration after administration of a muscle relaxant

RESUMEN

La aspiración de secreciones es una técnica de enfermería habitual en los pacientes sometidos a ventilación mecánica, que puede ser causa de elevación de la presión intracraneal (PIC).

Objetivo: El objetivo del estudio es valorar la repercusión de un relajante muscular sobre la PIC ante la aspiración de secreciones.

Material y métodos: Ensayo clínico que tomaba al mismo paciente como caso y control, se realizaron 2 aspiraciones endotraqueales a cada paciente, una de ellas previa a la administración de un relajante muscular (cisatracurio) y otra no. La administración en bolo del relajante en la primera o segunda aspiración se realizó de forma aleatoria. Se estudiaron 13 pacientes portadores de catéter de medición de PIC intraparenquimatoso dentro de las primeras 36 h poscolocación y sedoanalgesiados para una puntuación de 6 en la escala de Ramsay. Se midió la PIC y la presión de perfusión cerebral (PPC) antes, durante y después de cada aspiración. Metodología

estadística: se utilizó el programa SPSS 11.0. Análisis de datos mediante la t de Student para datos apareados. El nivel de significación estadística aceptado fue del 95%.

Resultados: Al comparar los casos en los que se administró relajante muscular con los que no se administró, se encontraron diferencias significativas en los valores de PIC y PPC durante la aspiración de secreciones.

Conclusiones: Según los datos obtenidos en el estudio, se ha observado menor aumento de la PIC durante la aspiración de secreciones en los casos en los que se administró el relajante muscular previo a la aspiración.

PALABRAS CLAVE

Hipertensión intracraneal. Bloqueador neuromuscular. Aspiración de secreciones. Cisatracurio. Traumatismo craneoencefálico.

144 **SUMMARY**

Aspiration of secretions is a usual nursing technique in patients undergoing mechanical ventilation that may be the cause of increased Intracranial Pressure (ICP).

Objective: This study aims to evaluate the repercussion of a muscle relaxant on ICP with secretion aspiration.

Method: Clinical trial using the same patient as case and control, performing two endotracheal aspirations in each patients, one of them after administration of a muscle relaxant (Cis-Atracurium) and another no. The bolus administration of the relaxant in the first or second aspiration was done randomly. Thirteen patients with intraparenchymatous ICP measurement catheter were studied within the first 36 hours post-placement and with sedoanalgesia for a score of 6 on the Ramsay scale. ICP and CPP were measured before, during and after each aspiration. Statistical method: SPSS 11.0 program was used. Data analysis by Student's t test for paired data.

Statistical significance level accepted was 95%.

Results: On comparing the cases in which muscle relaxant was administered with those in which it was not administered, statistically significant differences were found in the ICP and CCP values during secretion aspiration.

Conclusions: According to the data obtained in the study, a lower increase of ICP was observed during secretion aspiration in those cases in which muscle relaxant was administered prior to the aspiration.

KEY WORDS

Intracranial hypertension. Neuromuscular blocker. Secretion aspiration. Cis-atracurium. Cranioencephalic traumatism.

INTRODUCCIÓN

El hospital de Navarra es el centro sanitario de referencia de la comunidad foral de Navarra para la patología neuroquirúrgica.

El manejo de los traumatismos craneoencefálicos graves (TCEG) en general y de los que presentan una hipertensión intracraneal (HIC) en particular, es uno de los desafíos más importantes en el manejo del paciente neurocrítico¹.

Se entiende como TCEG al paciente con una puntuación en la escala de coma de Glasgow (anexo 1) < 8 puntos posreanimación, o deterioro neurológico en la fase aguda. Se considera, a efectos de este protocolo, como «fase aguda» la primera semana después del accidente. Como primera semana se considera el tiempo transcurrido desde el accidente (hora 0 hasta las 168 h de éste)¹.

La mortalidad, aproximadamente del 50%², y la morbilidad del paciente con un TCEG están asociadas de forma altamente significativa al aumento de la presión intracraneal (PIC) en la fase aguda del traumatismo, lo que demuestra que la HIC es el indicador que mejor define el pronóstico de estos pacientes³.

El compartimiento intracraneal contiene un volumen más o menos constante, que está constituido por 3 elementos importantes: cerebro (80%), líquido cefalorraquídeo (LCR) (10%) y sangre (10%). A medida que la masa intracraneal aumenta, se produce un desplazamiento del LCR seguido por el compartimiento cerebral vascular como mecanismo de compensación para mantener una PIC dentro de los límites normales (Principio de Monroe-Kelly)²⁻⁵.

La PIC se expresa normalmente en mmHg. Se acepta que en posición decúbito lateral o supino normalmente es < 20 mmHg. En los pacientes que tengan una craniectomía descompresiva ósea > 5 cm, el umbral debe bajar a 15 mmHg¹.

La monitorización de la PIC permite calcular la presión de perfusión cerebral (PPC), que es una relación matemática diferencial de la presión arterial media (PAM) y la PIC. Así, el tratamiento del TCEG se debe dirigir no sólo a controlar la PIC sino en especial a restaurar una PPC adecuada (PPC ≥ 60)¹.

Existen diversas técnicas o cuidados de enfermería, necesarios y habituales en estos enfermos, que aun realizándolos correctamente, pueden provocar un aumento de la PIC⁶⁻⁸, como son: el aseo diario, los cambios posturales, la aspiración de secreciones (AS), etc.

Diversos autores recomiendan la creación de nuevos protocolos para minimizar las complicaciones derivadas de la técnica de AS, como la hipoxemia, la hipercapnia y el aumento de la PIC con la consiguiente disminución de la PPC^{7,9,10}.

En nuestra unidad, se viene observando que la PIC aumenta con la AS, y en algunos casos llega a sobrepasar los límites normales, por lo que se precisa tratamiento para disminuirla.

Las recomendaciones publicadas por las guías de práctica clínica de la Brain Trauma Foundation¹¹ incluyen como medidas de primer nivel para el tratamiento de la HIC la utilización de bloqueadores neuromusculares.

Por todo esto, se planteó si los relajantes musculares (RNM) podrían utilizarse como medida preventiva de HIC ante la aspiración de secreciones; y este fue el objetivo de nuestro estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron datos sobre pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) del Hospital de Navarra durante el año 2004. El tamaño de la muestra fue de 13 pacientes, de los cuales 9 eran varones y 4 mujeres, con edades comprendidas entre los 15 y los 72 años. Tenían una valoración neurológica (8 puntos en la escala de Glasgow) y, por lo tanto, precisaron intubación orotraqueal y conexión a ventilación mecánica. Estaban sedoanalgesiadados para una puntuación de 6 en la escala de Ramsay (anexo 2). Llevaban canalizada una arteria para monitorización (monitor: Fujitsu computers®. Siemens SC 8000) de la presión arterial (catéter arterial: Leader-Cath Vyon®, set de presión arterial: Casa Edwards®) y portaban un catéter de PIC intraparenquimatoso (catéter de PIC: Codman® MicroSensor Skull Boltkit Metal. Codman a Johnson a Johnson Company. Monitor de PIC: ICP Express Codman) y, por lo tanto, podíamos obtener valores sobre su PPC.

El *criterio de inclusión* de pacientes en el estudio fue: todo el que lleve catéter de PIC intraparenquimatoso y que se encuentre dentro de las primeras 36 h poscolocación. Según las guías de tratamiento de la Brain Trauma Foundation^{1,3,11}, la monitorización de la PIC está indicada en:

1. TCE grave (TCEG) + tomografía computarizada (TC) craneal anormal al ingreso.

2. TCEG + TC craneal normal + 2 o más de las siguientes características al ingreso:

- Edad mayor de 40 años.
- Respuesta motora anormal uni o bilateral.
- Presión arterial sistólica (PAS) < 90 mmHg.

3. La monitorización no está indicada como rutina en pacientes con TCE leve-moderado, aunque queda en manos del clínico la decisión en pacientes con lesiones ocupantes de espacio (LOE).

Los *criterios de exclusión* fueron:

- Embarazo.
- Edad < 14 años.
- Relajación muscular en perfusión continúa.
- Que se precise de otra aspiración endotraqueal durante el intervalo de 2 h entre ambas aspiraciones del estudio.

El manejo del paciente durante la recogida de datos se encaminó a no realizar manipulaciones innecesarias que lleven a un aumento de la PIC por causas no relacionadas con la AS. Por tanto, el paciente tuvo la cabecera elevada 30°, la cabeza alineada con el cuerpo, en posición neutra, para evitar su rotación y flexión para no obstruir el retorno venoso a las yugulares, así como evitar la flexión extrema de la cadera y, en caso de cirugía descompresiva, no realizar presión sobre la zona craniectomizada^{1,12-14}. Tanto la recogida de datos como las actividades que incluyen la manipulación del paciente, las realizaron 2 enfermeras de la unidad (siempre una de ellas componente del grupo investigador), así se limitaban variaciones en el seguimiento del protocolo.

Con estas medidas se pretendió no introducir sesgos y asegurar que la única causa de elevación de la PIC durante la AS sea la propia aspiración.

La metodología del ensayo consistió en considerar a cada individuo como caso y control al mismo tiempo, practicándole 2 AS, separadas 2 h una de otra; una de ellas previa perfusión en bolo del RNM y otra sin él. La administración del RNM en la primera o segunda aspiración se realizó de forma aleatoria. Cuando en la primera AS se administró el relajante, se dejó un período de blanqueo que se corroboró mediante *train of four* (TOF) (anexo 3), que debía dar un valor de 4/4 para asegurarnos que no hubiera acción del

146 RNM. En ambos casos el paciente estaba correctamente sedoanalgesiado.

Los agentes utilizados para la sedoanalgesia fueron: Diprivan® y cloruro mórfico o midazolam y cloruro mórfico, que al anular los estímulos nociceptivos permiten conseguir una adecuada protección cerebral, y ayudan en la prevención y tratamiento de la HIC¹⁵.

El RNM que se utilizó fue el besilato de cisatracurio (Nimbex®) ya que se utiliza bajo criterio médico en este tipo de pacientes y cumple las características del bloqueador neuromuscular ideal.

El RNM ideal debería ser de inicio rápido, duración intermedia y predecible para uso en perfusión continua, no presentar efectos cardiovasculares ni en el sistema nervioso autónomo deletéreos, no producir liberación de histamina, metabolismo independiente de función renal o hepática y tener metabolitos inactivos^{16,17}.

Según las recomendaciones del laboratorio GlaxoSmithKline, S.A.¹⁸ y de los intensivistas consultados, la dosis de besilato de cisatracurio que se usó fue de 20 mg; dosis con la que se consiguió en un tiempo de 5 min una respuesta de 0/4 en el TOF (relajación muscular completa, que produjo la parálisis del diafragma, previno la tos, el hipo y los movimientos respiratorios).

La recogida de datos se llevó a cabo durante los turnos de tarde y noche, ya que es en este momento cuando las condiciones son óptimas por haber menor acúmulo de actividades en torno al paciente.

En este momento se puede proceder a la AS siguiendo el siguiente protocolo (fig. 1):

- Selección de sonda de aspiración de tamaño adecuado: la sonda no debe ser más grande que la mitad del diámetro del tubo endotraqueal^{19,21}. En el estudio se utilizaron sondas PharmaPlast® del calibre 14 Fr para tubos endotraqueales < 8 mm y de 18 Fr para tubos de diámetro > 8 mm.
- Ajuste de aparato de aspiración (Vacutrán®) a 120-150 mmHg.
- Hiperoxigenar al paciente con bolsa resucitadora (Resucitador Ambú® Mark III y bolsa completa de 1.500 ml) conectada a O₂ de pared a 15 l para conseguir FiO₂ al 100% mediante 4 respiraciones hiperinsufladas. Esto lo realizó una segunda per-

sona que nos ayudó en la técnica para poder presionar el Ambú® con las 2 manos^{19,21}. Se tuvo en cuenta si el paciente tenía un valor de presión positiva al final de la espiración (PEEP) > 5 cmH₂O prefijado en el ventilador, en cuyo caso se colocó una válvula que realiza esta función en el Ambú®.

- Introducir la sonda hasta que se encuentre resistencia, luego retirarla 1 cm¹⁹. Aplicar aspiraciones intermitentes mediante la válvula de la sonda. Rotar la sonda lentamente a medida que se retira. El paso completo de aspiración puede realizarse de manera segura por un período de hasta 15 s sin incurrir en serias caídas de la oxigenación. Cada oclusión intermitente de la válvula no durará más de 5 s, a continuación se ventilará al paciente durante 1 min¹⁹ (12 respiraciones hiperinsufladas) y se volverá a introducir la sonda, para posteriormente volver a ventilar al paciente durante 1 min antes de proceder a la reconexión al ventilador^{20,21}.

Durante este proceso se recogieron los siguientes datos: PIC, PAM reconexión al ventilador. También se recogieron valores séricos de sodio, temperatura, datos relacionados con los parámetros prefijados en el ventilador (FiO₂, volumen minuto, frecuencia respiratoria, PEEP) así como datos gasométricos (Ph, paO₂, paCO₂).

El análisis estadístico del estudio se llevó a cabo con la comparación de medias para datos apareados mediante las pruebas t de student o test de Wilcoxon, según la variable siga o no una distribución normal. El paquete informático que se utilizó fue el SPSS 11.0. El nivel de significación estadística aceptado fue del 5%.

Dilemas éticos

La realización de este trabajo (se trata de un ensayo clínico en seres humanos) podría plantear dilemas éticos como también sucede en la práctica asistencial. Así, tras obtener la aprobación del Comité Ético del Hospital de Navarra y cumplir los criterios éticos de la Declaración de Helsinki de 1975 (enmendada en 2000)²², se elaboró un documento de con-

sentimiento informado que se entregó a un familiar responsable, junto con una detallada explicación oral a cargo del investigador que realizaría el posterior ensayo.

Así, una vez firmada la autorización/negación de este documento, el paciente ingresaba, o no, de manera voluntaria en el estudio.

RESULTADOS

Se estudiaron 13 pacientes con una edad media de 42,46 años y una desviación estándar (DE) de 21,65, de los cuales el 69% eran varones (edad media, 46,44 años; DE = 22,19) y el 31% mujeres (edad media, 33,5 años; DE = 20,21) (fig. 2).

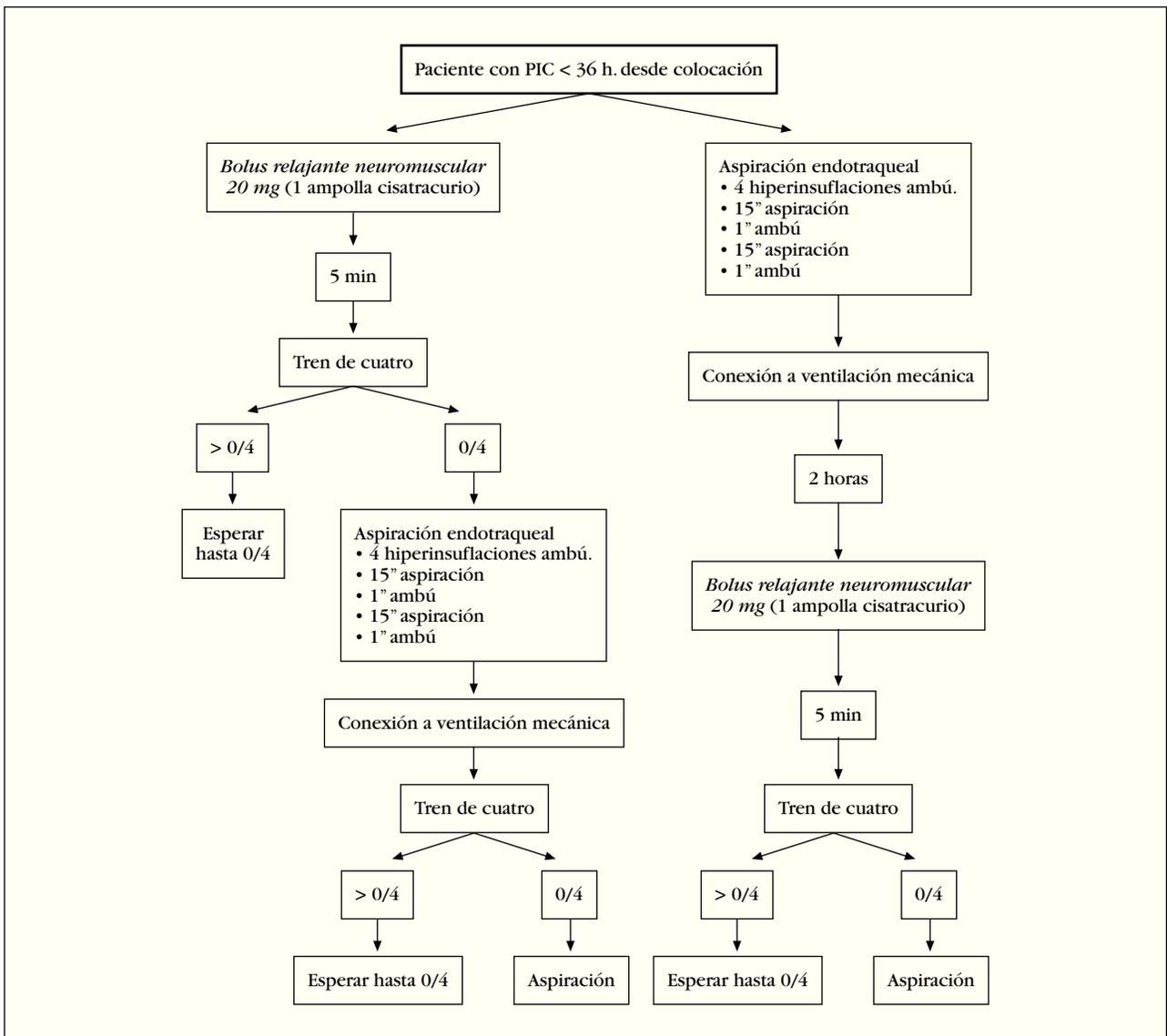


Figura 1.

148

Los pacientes se clasificaron en 3 grupos según fueran TCE puro: grupo I; TCE + politraumatismo: grupo II, y hemorragia cerebral: grupo III. Atendiendo a esta clasificación, el 38% de los pacientes pertenecieron al grupo I el 54% al grupo II y el 8% al grupo III (fig. 3).

El 77% de los pacientes se sometió a cirugía descompresiva, mientras que el 23% restante no la precisó.

En el 54% de los casos se utilizaron inotrópicos para mantener la PPC; el inotrópico de elección fue la noradrenalina en todos los casos. El 46% restante no requirió inotrópicos.

Para alcanzar un Ramsay de 6 puntos se utilizó, en un 38% de los casos, la combinación de midazolam + cloruro mórfico, en un 31% propofol + cloruro mórfico y en el mismo porcentaje únicamente propofol.

El valor del sodio en los pacientes de nuestro estudio se encontraba entre 135 y 148 mEq/l.

El rango de temperatura registrado fue 35,7 a 38,2 °C.

Fallecieron durante su estancia en UCI 2 pacientes (15%).

Las características descriptivas de la muestra según los valores que adopta la PIC y la PPC se adjuntan en las tablas 1 y 2.

Al comparar los valores de la PIC durante la AS, con administración de RNM y sin ella, se han obtenido valores estadísticamente significativos ($p = 0,032$) (fig. 4).

Asimismo, fue durante la AS cuando la PPC alcanzó diferencias significativas ($p = 0,039$) al comparar las AS con RNM con las que se efectuaron sin él (fig. 5).

Por el contrario, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de PAM en ninguna de las fases del proceso de AS (fig. 6).

Al comparar las PIC basales y las obtenidas 5 min después de la reconexión al ventilador, no se encontró significación estadística entre el grupo con RNM y sin él ($p = 0,520$ y $p = 0,286$, respectivamente).

Al igual que ocurrió con la PIC, las diferencias de PPC basales y 5 min después de la reconexión al ventilador tampoco fueron estadísticamente significativas cuando se administró el RNM ($p = 0,223$ y $p = 0,855$, respectivamente).

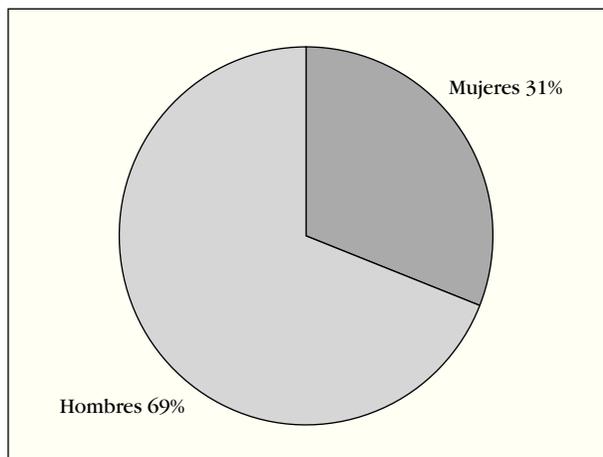


Figura 2. Distribución por sexos.

En cuanto a los valores gasométricos referidos a la paO_2 hubo diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,030$) al comparar las cifras basales y a los 5 min cuando se utilizó RNM; no se encontró significación estadística cuando éste no se utilizó ($p = 0,064$).

No se obtuvo significación estadística en los valores de $paCO_2$ en ninguna de las fases del proceso de AS.

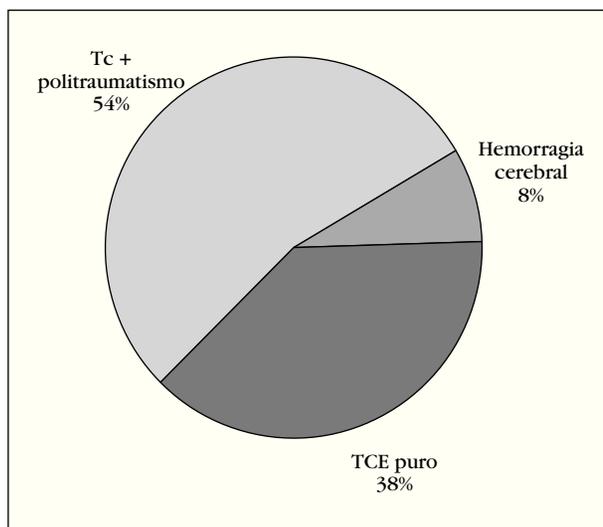


Figura 3. Distribución por diagnósticos.

Tabla 1 Valores de la presión de perfusión craneal (PPC) durante las 3 fases del estudio

| PPC | Media | Desviación típica | Máximo | Mínimo | Significación bilateral |
|---------------------------|-------|-------------------|--------|--------|-------------------------|
| Basal con relajante | 63,92 | 15,13 | 87 | 27 | 0,223 |
| Basal sin relajante | 66,30 | 17,75 | 92 | 24 | |
| Durante con relajante | 74,76 | 21,61 | 106 | 25 | 0,039 |
| Durante sin relajante | 66,15 | 16,73 | 93 | 22 | |
| A los 5 min con relajante | 65,84 | 14,09 | 90 | 35 | 0,855 |
| A los 5 min sin relajante | 66,23 | 17,05 | 88 | 28 | |

Tabla 2 Valores de la presión intracraneal (PIC) durante las 3 fases del estudio

| PIC | Media | Desviación típica | Máximo | Mínimo | Significación bilateral |
|---------------------------|-------|-------------------|--------|--------|-------------------------|
| Basal con relajante | 16,07 | 18,14 | 71 | 1 | 0,520 |
| Basal sin relajante | 15 | 16,14 | 65 | 1 | |
| Durante con relajante | 15,15 | 16,60 | 65 | 0 | 0,032 |
| Durante sin relajante | 21,15 | 18,51 | 76 | 3 | |
| A los 5 min con relajante | 15,46 | 16,09 | 65 | 1 | 0,855 |
| A los 5 min sin relajante | 16,30 | 17,08 | 70 | 2 | |

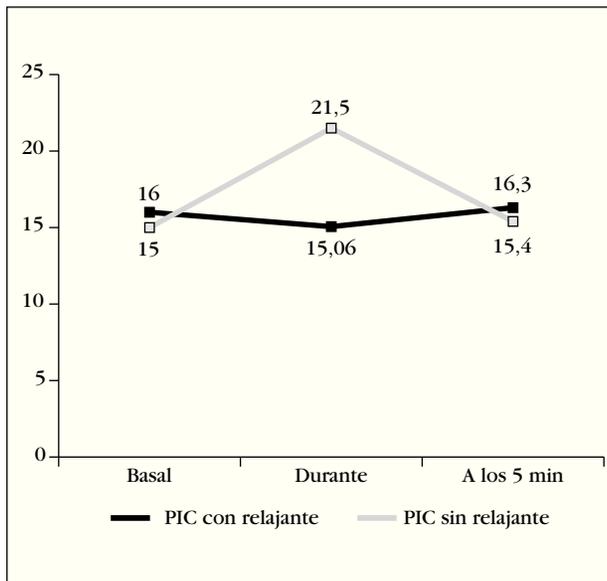


Figura 4. Variación de la presión intracraneal (PIC) durante las 3 fases del estudio.

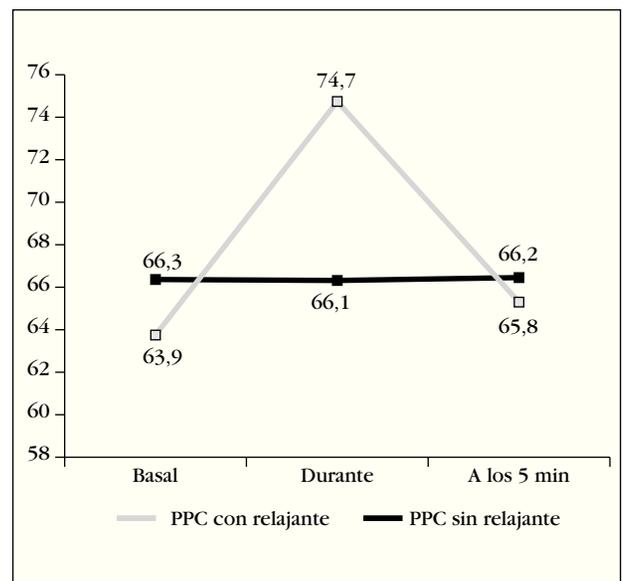


Figura 5. Variación de la presión de perfusión cerebral (PPC) durante las 3 fases del estudio.

150 DISCUSIÓN

La supervisión y el control de la PIC y la PPC dentro de los límites normales, es un objetivo inmediato en el cuidado de los pacientes con lesión traumática o hemorrágica severa del cerebro, para prevenir el daño cerebral isquémico secundario a estas lesiones²³.

Distintos autores confirman la relación existente entre diversas actividades de enfermería, entre ellas la AS y variaciones en la hemodinámica sistémica y cerebral. Así Arribas et al⁸, mostraban elevaciones de la PIC durante la AS y una recuperación de los valores basales de ésta < 5 min.

Vivanco et al⁷ también reflejan las elevaciones durante la higiene corporal y los cambios posturales del paciente, además de durante la AS, al igual que el trabajo publicado previamente por Rising²⁴. Los resultados obtenidos por Murillo y Castellano⁹ contradicen los estudios anteriores y afirman que durante la AS los pacientes no experimentaron un aumento de la PIC.

Gemma et al²⁵ reflejan una elevación de la PIC durante la AS de 2 mmHg por encima del valor potencialmente patológico en pacientes bien sedados y de 13 mmHg en pacientes con sedación insuficiente. En los pacientes correctamente sedados observaron un aumento de la PPC durante la AS, mientras que en los que no recibieron sedación suficiente la PPC disminuyó, aunque nunca por debajo del límite normal, resultado similar al obtenido por Brucia J et al²⁶.

En nuestro trabajo también se evidencia un incremento de los valores de PIC, que alcanza rangos patológicos (PIC media = 21,15 mmHg) en los pacientes que aún estando bien sedoanalgesiados no habían recibido RNM para la AS. Sin embargo, en estos pacientes la PPC no presenta apenas modificaciones y se mantiene dentro de las cifras terapéuticamente aceptadas debido a un aumento de la TAM. Cuando nuestros pacientes recibieron el bolo de cisatracurio, la PIC no aumentó respecto de su valor basal y se mantuvo en una media de 15 mmHg durante la AS, mientras que la PPC subió una media de 11 mmHg.

Durante la aplicación de la técnica la PAM subió tanto en los pacientes relajados como en los que no lo fueron, y era más evidente en los primeros (fig. 6).

Si se compara nuestro estudio con el de Kerr et al²⁷, se obtienen resultados similares a pesar de que los catéteres utilizados para la monitorización de la PIC fueron distintos y el RNM que utilizaron fue el vecuronio. Mientras que en su estudio, el 20% de los casos no habían recuperado los valores basales transcurridos 10 min desde la AS, en nuestro trabajo el 100% de los pacientes retornaron a ellos a los 5 min de finalizar el proceso.

En relación con las cifras gasométricas, se obtuvieron valores más bajos de paO_2 cuando se había utilizado el RNM; sin embargo, se puede encontrar la justificación en que los parámetros del ventilador habían variado en algunos casos, y se administraron concentraciones más bajas de oxígeno (disminución de FiO_2).

CONCLUSIONES

Por lo expuesto hasta ahora, se puede concluir que la AS es un estímulo suficientemente importante como para causar una elevación de la PIC que alcance valores patológicos. Además, la sedoanalgesia adecuada de los pacientes, pese a ser imprescindible, no es suficiente para evitar episodios de HIC.

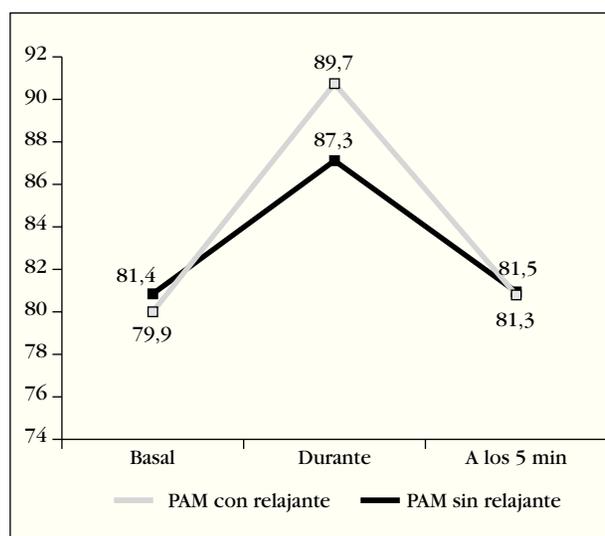


Figura 6. Variación de la presión arterial media (PAM) durante las 3 fases del estudio.

El bloqueo neuromuscular se ha mostrado como una técnica eficaz de prevención de episodios de HIC ante una técnica de enfermería como la AS, y además mejora la PPC durante la ejecución de ésta.

La presencia de estudios que advierten acerca de los efectos secundarios del uso continuado de RNM (polineuropatía, alargamiento de conexión a ventilación mecánica, incremento de las complicaciones pulmonares, etc.) además de la imposibilidad de realizar un examen neurológico completo bajo el efecto del relajante^{27,28}, nos hacen ser cautos a la hora de plantear estandarizar este procedimiento debido a la falta de evidencia científica sobre sus resultados a largo plazo.

La investigación acerca de técnicas de AS eficaces pero inocuas para este tipo de pacientes es un reto para el futuro de la enfermería intensiva. Además, la variabilidad existente entre instituciones sobre el manejo y control de la HIC deben seguir motivando la investigación de las medidas que, conocidas o no, sean a la postre las más beneficiosas para nuestros pacientes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración desinteresada del Dr. José Roldán Ramírez (médico adjunto de la UCI del Hospital de Navarra) por la ayuda técnica prestada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sauquillo J, Biestro A, Mena MP, et al. Medidas de primer nivel en el tratamiento de la hipertensión intracraneal en el paciente con un traumatismo craneoencefálico grave. Propuesta y justificación de un protocolo. *Neurocirugía*. 2002;13:78-100.
2. Suárez JI. Neurointensivismo en pacientes con aumento de la presión intracraneal. Disponible en : <http://www.neurologia.rediris.es/congreso-1/conferencias/vascular-7.html>
3. Suárez S, Ariel J. Hipertensión endocraneana. *Revista de Postgrado de la Cátedra de Medicina*. 2000;100:24-30.
4. Rosner MJ, Rosner S, Johnson AH. Cerebral perfusion pressure: management protocol and clinical results. *J Neurosurg*. 1995;83:949-62.
5. Arbour R. Intracranial hipertensión: monitoring and nursing assessment. *Crit Care Nurse*. 2004;24:19-20,22-6,28-32;quiz 33-4.
6. Jonson L. Factors known to raise intracranial pressure and associated implication for nursing management. *Nurse Critical Care*. 1999;4:117-20.
7. Vivanco L, Gómez B, Jaime M. Repercusión de las maniobras de enfermería sobre la presión intracraneal (PIC) en pacientes con hipertensión intracraneal (HTIC) de origen traumático y no traumático. *Enferm Intensiva*. 1997;8:17-22.
8. Arribas M, Bosh S, Fontán C. Traumatismos craneoencefálicos graves. Variabilidad de la presión intracraneal en relación con dos actividades de enfermería. *Enferm Intensiva*. 1993;4 Supl:34.
9. Murillo A, Castellano V. Protocolo de aspiración endotraqueal en pacientes con trauma craneal grave. Estudio de las variables neurofisiológicas. *Enferm Intensiva*. 2002;13:99-106.
10. Kerr ME, Rudy EB, Brucia J, Stone KS. Head-injured adults: recommendations for endotracheal suctioning. *J Neurosci Nurs*. 1993;25:86-91.
11. Bullock RM, Chesnut RM, Clifton GL, et al. Management of severe traumatic brain injury. Part 1: Guidelines for the Management of Severe traumatic Brain Injury. Part 2: Early Indicators of Prognosis in Severe Traumatic Brain Injury. *J Neurotrauma*. 2000;17:451-627.
12. Grenvik A, Ayres SM, Holbrook PR, Shoemaker WC. Tratado de medicina crítica y terapia intensiva. 4.ª ed. Philadelphia, Pennsylvania. USA. Editorial Panamericana; 2002. p. 1827-31.
13. Arbour R. Tratamiento de las complicaciones neurológicas. Lo que se puede hacer para reducir el incremento de la presión intracraneal. *Nursing*. 1994;12:34-40.
14. McConnell, Edwina A. Qué hacer. Lo que debe y no debe hacer. Prevenir el aumento transitorio de la presión intracraneal. *Nursing* 2001;19:46.
15. Albanese J, Garnier F, Bourgoin A, Leone M. The agents used for sedation in neurointensive care unit. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2004;23:528-34.
16. Antuña M, Herrero S, Lapuerta JA. Bloqueantes neuromusculares. CIMC 2000. Disponible en: http://www.spic.org/cimc2000/conferencia/conf3/BLOQ_NEURO.htm
17. Blanco López S, Andersen M. Relajantes musculares. Disponible en: http://www.escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/temasmedicinainterna/relajantes_musculares.html
18. Nimbes®. Recomendaciones técnicas del laboratorio. GlaxoSmithKline, S.A.
19. Potter P. Guía clínica de enfermería. Técnicas y procedimientos básicos. 3.ª ed. Madrid. Spain. Mosby/Doyma Libros; 1995. p. 472-8.
20. Estere J, Mitjans J. Enfermería técnicas clínicas. Madrid. Spain. McGraw Hill Interamericana; 1999. p. 385-95.
21. Logston Bobbs, Wooldridge-King. Terapia intensiva. Procedimientos de la American Association of Critical Care Nurses. 4.ª ed. Philadelphia, Pennsylvania. USA. Editorial Médica Paramericana; 2003. p. 49-56 y 613-635.
22. Declaración de Helsinki de los Derechos Humanos. 52.ª Asamblea General. Edimburgo, Escocia, octubre 2000. Disponible en: <http://www.biotech.bioetica.org/norma6.htm>

23. Hilton G. Cerebral oxygenation in the traumatically brain-injured patient: are IPC and CPP enough *Journal of neuroscience nursing*. Oct. Tomo 32, n.º 5, p. 278.
24. Rising CJ. The relationship of selected nursing activities to ICP. *J Neurosci Nurs*. 1994;26:132-3.
25. Gemma M, Tommasino C, Cerri M, Gianotti A, Piazzini B, Borghi T. Intracranial effects of endotracheal suctioning in the acute phase of head injury. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2002; 14:50-4.
26. Brucia J, Rudy E. The effect of suction catheter insertion and tracheal stimulation in adults with severe brain injury. *Heart Lung*. 1996;25:295-303.
27. Kerr ME, Sereika SM, Orndoff P, Weber B, Rudy EB, Marion D, et al. Effect of neuromuscular blockers and opiates on the cerebrovascular response to endotracheal suctioning in adults with severe head injuries. *Am J Crit Care*. 1998;7:205-17.
28. Arbour R. Mastering neuromuscular blockade, part 1. *Nursing*. Horsham. 2000;30:CC1.

Anexo 1 Escala de Glasgow

| | | |
|-------------------------------------|------|---------------------------------|
| Apertura de ojos ^a | 4 | Espontáneamente |
| | 3 | A la orden |
| | 2 | Al dolor |
| Mejor respuesta motora | 1 | Ninguna |
| | 6 | Obedece órdenes |
| | 5 | Localiza dolor |
| | 4 | Flexión normal (retira) |
| | 3 | Flexión anormal (decorticación) |
| Mejor respuesta verbal ^b | 2 | Extensión (descerebración) |
| | 1 | Ninguna |
| | 5 | Orientado |
| | 4 | Confuso |
| | 3 | Inapropiada |
| Total | 2 | Incomprensible |
| | 1 | Ninguna |
| | 3-15 | |

^aC: ojos cerrados por edema.

^bT: tubo endotraqueal o traqueostomía.

Anexo 2 Escala de Ramsay

| Puntos | |
|--------|---|
| 1 | Ansioso, agitado, incontrolable |
| 2 | Ojos abiertos, colaborador, orientado, tranquilo |
| 3 | Ojos cerrados, responde a órdenes y a mínimos estímulos |
| 4 | Dormido, responde rápidamente a estímulos luminosos o auditivos |
| 5 | Dormido, responde perezosamente a estímulos luminosos o auditivos, responde a estímulos importantes (aspiración traqueal) |
| 6 | No responde a estímulos |

Anexo 3 Monitorización de la relajación muscular mediante estimulador de nervio periférico: «tren de cuatro» (TOF)

Consiste en administrar al nervio cubital 4 estímulos eléctricos espaciados en intervalos de 0,5 s. La corriente que se va a aplicar será de 80 mA de intensidad. El test se valora contabilizando el número de contracciones musculares con desplazamiento que se producen como consecuencia de cada uno de las 4 estimulaciones eléctricas. A medida que el paciente se relaja, el número de contracciones disminuye¹.

Los electrodos se colocarán en el trayecto del nervio cubital que inerva el músculo aductor del pulgar. Aunque la sensibilidad a los bloqueadores neuromusculares del músculo aductor del pulgar es mayor que la del diafragma, desde un punto de vista clínico, la presencia de 2 respuestas del músculo aductor resultarán en suficiente parálisis del diafragma para suprimir la tos, el hipo y los movimientos respiratorios durante la ventilación mecánica³.

Interpretación de la respuesta obtenida con el método «tren de cuatro» (TOF)

| TOF | Respuesta | Causa |
|-----|---------------------|---|
| 0 | Ninguna respuesta | Relajación muscular completa |
| 1-3 | De 1 a 3 respuestas | Nivel inadecuado de bloqueo neuromuscular |
| 4 | 4 respuestas | Ausencia de bloqueo neuromuscular |