

Manejo de la vía aérea y ventilación mecánica en el paciente con traumatismo craneoencefálico

Conrado Huerta Millán*, Rogelio Revuelta Gutiérrez§, Randolpho Balcázar Romero‡

RESUMEN

El cuidado del paciente con lesión aguda de cráneo incluye una rápida evaluación y corrección de la hipoxia con un manejo apropiado de la vía aérea y tratamiento de problemas asociados. El enfoque primario está en la corrección según la fisiopatología y en la prevención de la lesión cerebral secundaria. Los anestésicos y los relajantes musculares son utilizados para controlar la dinámica intracraneal manteniendo la perfusión cerebral y sistémica. El manejo de la vía aérea requiere una rápida intervención y control definitivo, mientras se protege la columna cervical. La preparación previa para la posibilidad de una intubación fallida es importante. (Rev Mex Anest 1997;20:38-46)

Palabras Clave: Anesthesia; Vía aérea, trauma craneoencefálico, ventilación mecánica

SUMMARY

Airway management and mechanical ventilation in head injury. The care of the acutely head-injured patient involves rapid evaluation and correction of hypoxia with appropriate airway management and treatment of associated problems. The primary focus is correction of underlying pathophysiology and prevention of secondary brain injury. Anesthetics and muscle relaxants are used to control intracranial dynamics and maintain systemic and cerebral perfusion. Airway management requires prompt intervention and definitive control, while protecting the cervical spine. Preparation for the possibility of failed intubation is important. (Rev Mex Anest 1997;20:38-46)

Key Words: Anesthesia; Airway, head injury, mechanical ventilation.

UNA LESIÓN secundaria de cráneo después del trauma es desencadenada por los cambios fisiopatológicos iniciados por el evento primario. La lesión secundaria es producida por hipoxia, hipercarbia, hipotensión, aumento de la presión intracraneana (PIC), incremento en el metabolismo cerebral, herniación, y edema cerebral¹.

Un manejo adecuado de las víctimas que han sufrido una lesión cerrada de cráneo está dirigido hacia un diagnóstico rápido y una inter-

vencción terapéutica mientras se previene una lesión secundaria. Algunos principios básicos deben ser seguidos con el objeto de optimizar las condiciones del paciente en cuanto a secuelas a consecuencia de la lesión traumática cerebral. (LCT). Simplemente, el cerebro debe recibir oxigenación adecuada y glucosa para mantener el metabolismo normal². Las prioridades en la asesoría y resucitación del paciente traumatizado han sido minuciosamente definidas por el American College of Surgeons Committee on Trauma en su programa ATLS (Advanced Trauma Life Support)³. Este artículo se enfoca en revisar las dos primeras metas del ATLS: el control de la vía aérea y el manejo ventilatorio.

*Anestesiólogo Adscrito del Hospital Español. §Jefe de Servicio de Neurocirugía, Hospital Español. ‡Jefe de Servicio de Anestesiología, Hospital Español. Correspondencia: Conrado Huerta Millán. Departamento de Anestesiología. Hospital Español, México D.F.

El problema: Hipoxia

La hipoxia puede ser causada por lesiones asociadas (ej: contusión pulmonar, pneumotórax, la obstrucción de la vía aérea, pérdida de la consciencia, o trauma de la columna cervical. A pesar de la etiología, la hipoxia puede ser rápidamente tratada por personal entrenado en intubación endotraqueal.

La hipoxemia es frecuentemente encontrada en pacientes que han sido transportados al hospital por servicios médicos de emergencia. Se ha encontrado que la hipoxia se presenta en un porcentaje alto de pacientes (85%). Estos datos sugieren que una intubación rápida y ventilación mecánica pueden mejorar los resultados en el manejo de este tipo de pacientes⁴⁻⁶.

El control de la vía aérea con el propósito de evitar la hipoxemia tiene el beneficio adicional de influir directamente en los eventos dentro de la cavidad craneana y evitar la hipercarbia. El volumen sanguíneo intracraneal es sensible al PaCO₂. Cada torr cambia en el PaCO₂ resultando en un 3% a un 4% de cambios en el flujo sanguíneo cerebral (FSC). En un paciente pobremente ventilado, los vasos se dilatan en el cerebro, incrementando el flujo hacia él, pero a expensas de incrementar la PIC. Como resultado de lo anterior, la perfusión cerebral puede estar comprometida.

Lesión de la espina cervical asociada

El manejo de la vía aérea y el control de la columna cervical son simultáneos en el manejo de la vía aérea en pacientes multilesionados. La frecuencia de la lesión de la columna cervical (LCC) en asociación con la lesión cerrada de cráneo, es muy alta. Los pacientes con Escala de Coma de Glasgow, con puntajes < 8 se asociaron con presencia de lesión de columna cervical y con alto riesgo de lesión de médula espinal. Algunos estudios indican que las lesiones faciales carecen de una asociación con lesiones en la columna cervical⁷⁻⁹.

Agentes farmacológicos para el manejo de urgencia de la vía aérea en traumatismo craneoencefálico severo

El uso de agentes para inducción y relajantes musculares para optimizar el manejo de la vía aérea han sido recientemente evaluados y se encontró que son seguros y efectivos^{11,12}.

Drogas anestésicas intravenosas para intubación endotraqueal

Tiopental sódico. El tiopental sódico, un barbitúrico de ultra corta acción, sigue siendo el mas popular agente de inducción entre los anestesiólogos en trauma. Su rápida aplicación y corta distribución de vida media lo hace ideal para inducciones de secuencia rápida. Sus efectos benéficos incluye el que atenúa la respuesta simpática a la laringoscopia e intubación, así como el decremento de la tasa metabólica cerebral de oxígeno (CMRO₂) y FSC conduciendo a un control óptimo de PIC¹³. Sin embargo, las dosis de inducción de entre 3 a 5 mg./Kg, comúnmente utilizadas en cirugía electiva, pueden llevar a precipitar una hipotensión en víctimas de trauma hipovolémico. Si se presenta hipotensión y los efectos benéficos del tiopental en la dinámica intracraneal se pierden como resultado de una declinación en la presión de perfusión cerebral (PPC). Las dosis de inducción deben ser reducidas e individualizadas para asegurar una inducción anestésica y mantener la PPC. En pacientes con lesiones multisistémicas severas, una dosis reducida de 0.5 a 2.0 mg/Kg. es generalmente bien tolerada.

Etomidato. El etomidato es un agente hipnótico imidazol carboxilado, el cual, como los barbitúricos, induce rápidamente a la anestesia general de corta duración con efectos benéficos en la dinámica intracraneal¹⁴. Además de la reducción de PIC con decremento de CMRO₂ y FSC, el etomidato tiene la especial ventaja de favorecer la estabilidad cardiovascular¹⁵. La presión sanguínea arterial es bien mantenida, conduciendo a un completo incremento en la PPC, lo cual puede ser benéfico en pacientes con lesión cerrada de cráneo^{16,17}. En pacientes con LSC, el etomidato decrece la PIC mientras la actividad electrocortical se presenta, pero no es efectivo cuando la actividad cortical estaba suprimida al máximo¹⁸. Esto indica que el decremento en PIC puede ser causado por la reducción de FSC que es inducida por efectos depresores metabólicos del etomidato¹⁹.

Los efectos colaterales del etomidato merecen atención. En presencia de hipovolemia, el etomidato puede precipitar a la hipotensión, sugiriendo que las dosis deben ser reducidas en pacientes con lesión cerrada de cráneo acompañados por hipovolemia. El etomidato puede activar una convulsión focalizada y puede también producir movimientos mioclónicos y tónico-clónicos los cuales simulan convulsiones, de éste modo complicando la evaluación de los pacientes con

lesiones del sistema nervioso central. Adicionalmente, el etomidato ha sido reportado como supresor de las glándulas suprarrenales por más de 6-8 horas a continuación de una simple inyección en bolo²⁰.

Propofol. El propofol es de acción ultra corta, un agente de inducción no barbitúrico. Su papel en el cuidado en trauma permanece incierto²¹, debido a su propensión a producir hipotensión. El propofol reduce tanto el FSC como el CMRO₂ en humanos paralelamente a la dosis^{22,23}. La mayoría de los estudios han demostrado^{24,25} que el propofol reduce o no cambia la PIC. Aunque puede tener efectos benéficos en la dinámica intracraneal, su tendencia hacia la reducción de la presión sanguínea arterial y, el decremento de la PPC limita su uso en los pacientes con lesión múltiple que requieren rápida intervención anestésicasica²⁴.

Ketamina. La Ketamina, un derivado de la fenciclidina, es un anestésico único porque induce a un estado disociativo. La ketamina incrementa el FSC por cerca del 60% y reduce la resistencia vascular cerebral en humanos. Sin embargo, el CMRO₂ no cambia dramáticamente²⁶.

La ketamina incrementa marcadamente la PIC^{27,28}. Este incremento puede ser atenuado por una previa inducción de hipocapnia o por la administración de tiopental²⁹. Sin embargo, éste no ha sido un hallazgo consistente³⁰. Así su uso en pacientes con elevación de la PIC después de una lesión cerrada de cráneo no es recomendada.

Relajantes musculares

La elección de relajantes musculares en el contexto del trauma agudo toma en consideración la necesidad de control rápido de la vía aérea, la valoración de la vía aérea, el potencial de los efectos colaterales, y la necesidad de bloqueo neuromuscular postintubación.

Succinilcolina. La succinilcolina mantiene el mejor promedio de intubación de secuencia rápida de todas aquellas otras drogas de bloqueo neuromuscular que han sido comparadas. Sin embargo, la succinilcolina es asociada con algunos problemas que pueden ser deletéreos en el paciente de trauma, haciendo su uso en lesión cerebral traumática (LCT) controversial. Las desventajas incluyen el incremento de la PIC, incremento del FSC, incremento en la producción de CO₂, y liberación anormal de potasio^{31,32}. Los incrementos en la PIC y FSC están asociados con fasciculaciones musculares, incrementándose el CO₂

y la actividad aferente de los fascículos musculares³³. Las fasciculaciones en el cuello y tórax pueden también contribuir a un incremento de la PIC. El tratamiento previo con pancuronio no bloquea la actividad muscular aferente o la respuesta del FSC³⁴.

La hipercalemia maligna ha sido también reportada seguida de lesión cerebral sin paresias o lesiones por machacamiento³⁵. Aunque la succinilcolina sigue siendo útil para las intubaciones de secuencia rápida, su importante posición en el cuidado en trauma está siendo cambiada por el advenimiento de relajantes musculares no depolarizantes nuevos que son de acción más rápida que los primeros agentes no depolarizantes.

Vecuronio. Alta dosis de vecuronio (0.25-0.30 mg/Kg) es una popular alternativa para la inducción de secuencia rápida de succinilcolina en los pacientes con lesiones múltiples³⁶. El vecuronio está desprovisto de alteraciones hemodinámicas significativas y no exhibe efectos adversos en la dinámica intracraneal. Sin embargo, inclusive con dosis tres veces mayor a la dosis que paraliza completamente al 95% de los pacientes, la administración de vecuronio se mantiene más baja que aquella de succinilcolina; además, aquellas grandes dosis resultan en un bloqueo neuromuscular prolongado. Debido a que éstos pacientes con frecuencia proceden del departamento de radiología o directamente de la sala de operaciones, un bloqueo neuromuscular prolongado puede no ser una desventaja.

Rocuronio. El rocuronio, un compuesto de esteroides como el vecuronio, es menos potente, pero posee una acción rápida a la administración. Las dosis recomendadas de 0.6 a 1.2 mg/Kg proveerán condiciones adecuadas de intubación de entre 60 y 120 segundos. El rocuronio no ha sido estudiado en forma completa en trauma, pero se ha encontrado que puede sustituir en forma satisfactoria los demás relajantes sin efectos colaterales de importancia³⁷.

Terapia adjunta

Los agentes adjuntos sirven para atenuar el daño que surge de las catecolaminas debida a la laringoscopia e intubación. El uso juicioso de betabloqueadores de acción rápida, particularmente el esmolol, mitiga la tasa de alteraciones en la presión sanguínea del corazón asociada a la estimulación de la vía aérea. La lidocaína en dosis de 1.5 a 2.0 mg/Kg es un agente adjunto comúnmente utilizado para el manejo de la vía aérea en pacientes con

lesiones múltiples y es hemodinamicamente bien tolerado. Sin embargo, afecta los reflejos en la vía aérea y la reducción de las alteraciones hemodinámicas asociadas con la manipulación es controvertida^{38,39}. El fentanyl ha sido encontrado que tiene tanto efecto en la PIC, como en la reducción del FSC y el CMRO₂^{40,41}. La PIC puede tanto no ser elevada como puede decrecer suavemente en pacientes normales. En pacientes con incrementos de la PIC, el fentanyl solo no produce cambios significativos en la PIC⁴². Sin embargo, un reporte reciente sugirió⁴³ que tanto el fentanyl como el sufentanyl incrementaron la PIC en pacientes con trauma cerebral a pesar de la hiperventilación. El mecanismo para incrementar la PIC se mantiene poco claro.

MANEJO AGUDO DE LA VIA AEREA

Vía aérea y control de columna cervical.

En una evaluación inicial del paciente de trauma, la vía aérea debe ser valorada si está permeable. Esta rápida valoración debe incluir la inspección de cuerpos extraños y fracturas facial, mandibular, o laringotraqueal que pueden resultar en una obstrucción aérea. Siempre se debe asumir que la lesión de columna cervical (LCC) existe en cualquier paciente con trauma multisistémico, especialmente en aquellos que tienen un nivel alterado de consciencia o una severa lesión directa. Todas las maniobras utilizadas para establecer y mantener la vía aérea del paciente deben considerar el potencial de la LCC y deben ser instituidas las precauciones apropiadas. Si las maniobras manuales son necesarias para alcanzar las características requeridas de la vía aérea, son recomendables luxar la mandíbula o levantar el mentón³.

Asegurar el control de la vía aérea

Aunque los anestesiólogos tienen aplicaciones múltiples en el cuidado de trauma, el manejo de la vía aérea debe ser su habilidad clave. La vía aérea intacta debe ser asegurada, la vía aérea amenazada debe ser protegida, y la vía aérea obstruida rápidamente despejada. Para la mayoría de los pacientes en los cuales las maniobras básicas para establecer una vía aérea o bien fallaron o fueron inapropiadas, el control avanzado de la vía aérea se requiere, empleándose la intubación endotraqueal (Cuadro I). Estudios recientes demostraron que en manos expertas el manejo de la relajación e intubación en el departamento de urgencias es efectivo y seguro⁴⁴.

Cuadro I. Indicaciones de intubación endotraqueal

Compromiso respiratorio
Frecuencia respiratoria > 30 ó < 10 respiraciones/minuto
Patrones respiratorios anormales
Postura motora ó ausencia de respuesta al dolor
PaO ₂ < 70 torr ó PaCO ₂ > 45 torr
Puntaje < 9 en la escala de Coma de Glasgow
Convulsiones
Presión intracraneal incrementada
Necesidad de analgésicos ó sedantes
Lesiones significativas asociadas (por ej. toracoabdominal)

Técnicas en el manejo de la vía aérea

La laringoscopia directa es el método más rápido de llevar a cabo la intubación traqueal. La intubación oral puede ser realizada despierto o con la ayuda de sedantes, agentes de inducción, o anestesia general. La mayoría de los autores enfatizan la importancia de utilizar una inducción de secuencia rápida practicando ventilación mascara-reservoreo (ambú) con presión cricoide durante la inducción para mantener la oxigenación adecuada en pacientes seriamente lesionados⁴⁵.

Algunos autores concluyeron que la intubación traqueal con el paciente despierto es segura⁴⁶.

No existe evidencia de que la intubación nasotraqueal es más segura que la intubación orotraqueal en pacientes con trauma directo. Sin embargo, sigue siendo un método de elección para intubar a pacientes respirando espontáneamente con sospecha de LCC.

La intubación nasotraqueal tiene problemas adicionales asociados. La técnica a ciegas tiene una tasa variable de éxito y frecuentemente causa epistaxis. La penetración intracraneal inadvertida puede ocurrir en pacientes con fracturas de base de cráneo. Puede desarrollarse una sinusitis y contribuir con el desarrollo de sepsis. Finalmente, la intubación nasal a ciegas es algo dependiente de la cooperación del paciente y es, por lo tanto, más difícil en pacientes inquietos⁴⁷.

Conducta recomendada para la intubación endotraqueal de emergencia.

El paciente de trauma que no mantiene una vía aérea permeable debe tener colocado un tubo endotraqueal. La vía aérea oral o nasal no tiene un papel en el manejo inicial del paciente inestable de trauma, excepto como un soporte tempo-

ral. La intubación traqueal oral, facilitada por el uso de agentes de inducción apropiados y relajantes musculares, por personal entrenado, es la técnica de elección para la intubación de pacientes de trauma. La estabilización de la espina cervical durante la intubación puede ser realizada con inmovilización manual de la cabeza y cuello en una tabla recta.

Una inducción de secuencia rápida modificada para trauma requiere de un equipo de tres individuos. Lo correcto es que la ventilación esté instituida durante el período de apnea, antes de la intubación, para prevenir la acumulación de CO₂ y para evitar la hipoxia. Una persona está dedicada a mantener inmovilización de la columna cervical alineada (ICCA). La ICCA se utiliza dependiendo del tipo de collarín empleado. El frente del collar es removido para tres distintos beneficios: a) permite abrir la boca y el desplazamiento anterior de los tejidos submandibulares durante la laringoscopia; b) permite la aplicación de la presión cricoidea; y c) permite la identificación de la membrana cricotiroides en caso de que sea necesaria una vía aérea quirúrgica.

La segunda persona es responsable de la realización de la laringoscopia e intubación de la tráquea. El tercer anestesiólogo administra agentes de inducción, relajantes musculares, medicación agregada, y aplica la presión cricoide. Una intubación exitosa deberá ser confirmada por una evaluación clínica y capnografía, la porción anterior del collarín cervical volverá a su sitio después de haber liberado al cuello de la ICCA.

La comprensión del cricoides correctamente aplicada ayuda a proteger la vía aérea de la broncoaspiración del contenido gástrico. El paciente de trauma con columna cervical inestable, no puede ser fácilmente movido para drenar los contenidos gástricos de la boca; por lo tanto, la prevención de la regurgitación es esencial. Finalmente, la mejor protección de broncoaspiración del paciente de trauma es una suave y bien conducida intubación y una extubación demorada y cuidadosa hasta que el paciente tenga reflejos competentes en la vía aérea.

Muchos pacientes de trauma exhiben desaturación de la hemoglobina como resultado del daño en las paredes del tórax, mecánica y anomalías en la ventilación - perfusión. El oxígeno debe ser administrado vía mascarilla facial antes de la inducción de la anestesia, y la ventilación a través de la mascarilla-bolsa (ambú)

con presión cricoide debe ser utilizada hasta que la intubación endotraqueal ha sido realizada⁴⁸⁻⁵⁰. Cuestionando la habilidad para ventilar también se garantiza que la ventilación puede ser sostenida si la intubación endotraqueal muestra dificultades.

Laringoscópios especializados y otros equipos de manejo de la vía aérea han sido diseñados para facilitar las dificultades en el manejo de la vía aérea. El laringoscópio de Bullard incorpora tecnología de fibra óptica en una hoja rígida anatómicamente diseñada. Su diseño hace que la intubación sea en posición neutral y ha sido utilizado exitosamente en pacientes con lesiones múltiples con potencial LCCs^{51,52}.

Algoritmo para el manejo de la vía aérea en el paciente con traumatismo craneoencefálico severo

Se recibe paciente en el servicio de emergencias con inmovilización de columna cervical, inmediatamente se limpia cavidad de sangre y cuerpos extraños; tracción de mentón y/o luxación de maxilar, con colocación de cánula de Guedel para establecer una vía aérea y se administra oxígeno suplementario con mascarilla facial.

Valorar si la ventilación es adecuada, la estabilidad de hemodinámica y el nivel de conciencia; considerar la posibilidad de fractura de base de cráneo y/o lesión de columna cervical. Administrar lidocaína 1.5 mg/kg en bolo, hiperventilar con ambú y establecer lesión cricoidea.

- a) Si el paciente está en coma e hipotenso no se administran drogas y se procede a practicar intubación orotraqueal con inmovilización manual alineada o vía aérea quirúrgica.
- b) Si el paciente está en coma normo o hipertensivo administrar tiopental 2.4 mg/kg
- c) Si el paciente está reactivo e hipotenso administrar tiopental 1-2 mg/kg o midazolam 0.1-0.2 mg/kg.
- d) Si el paciente está reactivo normo o hipertensivo administrar fentanyl 1-3 µg/kg + tiopental 3-5 mg/kg.

En los casos b,c,d administre relajantes musculares: succinilcolina 1-1.5 mg/kg o atracurio 1 mg/kg o vecuronio 0.2-0.3 mg/kg y continuar hiperventilando con presión cricoidea. Una vez establecida la relajación muscular practicar intubación orotraqueal con inmovilización traqueal alineada o establecer una vía aérea quirúrgica.

Alternativas en la intubación fallida

En el caso de que los pacientes no puedan ser intubados o ventilados, la aplicación del algoritmo de la American Society of Anesthesiologists por vía aérea difícil puede ser seguro y efectivo (procedimientos especiales para vía aérea difícil: Mascarilla Laringea, Combitubo, Intubación nasal a ciegas, Intubación Retrograda, Estilete de fibra óptica, Intubación a través de mascarilla laringea con fibrobroncoscopio y uso del fibrobroncoscopio como recurso para intubación)⁵³. En pacientes severamente traumatizados, puede no ser factible de redespertar al paciente o continuar con la mascarilla de ventilación a través de presión cricoide; la creación rápida de una vía aérea quirúrgica puede ser necesaria. En ésta situación, la cricotiroidotomía, no traqueostomía, es la vía aérea quirúrgica de emergencia preferentemente. La traqueotomía está reservada para algunas situaciones específicas de emergencia (por ej. fractura laringea).

Afortunadamente, con la presencia de anesthesiólogos hábiles, un número mínimo de vías aéreas quirúrgicas de emergencia se necesitan. Sin embargo, los anesthesiólogos deben aprender y sentirse seguros con ambas técnicas de incisión y cricotiroidotomía quirúrgica, así como con otros métodos alternativos para asegurar resultados óptimos.

Vía aérea con mascarilla laringea

A pesar del hecho de que la vía aérea con máscara laringea (ML) no está indicada para usarse en trauma, hay algunos casos reportados describiendo su uso (ML) en pacientes de trauma con LCC^{54,55}. Logan reportó en el uso de ML durante la anestesia en un paciente con LCC inestable. La ML ha sido también utilizada en otros casos en donde la intubación traqueal ha probado ser imposible⁵⁶. El favorecer su uso es probable intentando nueva investigación en intubaciones difíciles o fallidas en pacientes de trauma. La intubación endotraqueal puede proceder a través de una colocación apropiada de la ML con la dirección de una fibra óptica flexible. La aspiración de los contenidos gástricos en éstos pacientes con "estómago lleno" permanece como un asunto no resuelto⁵⁷. Además, la ML fue evaluada en el campo de los no anesthesiólogos que manejan la vía aérea en emergencias y hospitalariamente durante el apoyo avanzado cardiovascular siendo aprobado su uso. (Advanced Cardiac Life Support).

Combitubo

El combitubo traqueoesofágico es un tubo de doble lumen el cual es insertado a ciegas en el esófago del paciente o en la tráquea. Tiene dos globos: uno faríngeo proximal y otro distal traqueoesofágico. Los pacientes pueden ser ventilados adecuadamente cuando el combitubo es insertado en la tráquea o el esófago, tanto tiempo como la posición ha sido confirmada por la presencia de sonidos respiratorios o capnografía. Dos cuestiones vienen a ser importantes después de la colocación de éste método: primero está el convertirlo en uno de los métodos más convencionales de seguridad de la vía aérea (intubación endotraqueal o traqueostomía); segundo es el riesgo de vómito /regurgitación al quitar el dispositivo, a pesar de succionar la vía al estómago⁵⁸. Un reporte reciente reveló un caso de vía aérea exitosa en un paciente con cuello seccionado. Los autores describieron la inhabilidad para realizar una laringoscopia convencional debido al bloqueo parcial de la faringe. El paciente experimentó un paro respiratorio necesitando una intervención de emergencia. La tráquea fue exitosamente intubada con el combitubo.

Cricotiroidotomía

La cricotiroidotomía puede ser cualquier inserción de una traqueostomía formal a través de la membrana cricoidoidea o acceso por incisión percutánea con conexión a una fuente de envío de oxígeno de alta presión⁵⁹.

Cuando la ejecución en el campo o en el departamento de emergencia, la cricotiroidotomía tiene una tasa de complicación del 32%^{60,61}. Las complicaciones incluyen excesos de tiempo de 3 minutos para completar la intubación, colocación incorrecta o insatisfactoria del tubo, hemorragia, y enfisema subcutáneo. Las complicaciones a largo plazo incluyen infección y daño laríngeo^{62,63}.

El uso de la cricotiroidotomía es seguro y efectivo, cuando es realizado por personal capacitado, la intubación endotraqueal puede ser fallida o bien contraindicada. Todos los anesthesiólogos que trabajan regularmente con pacientes de trauma en emergencia deben estar familiarizados con esta técnica.

La ventilación jet transtraqueal puede ser usada durante periodos de dificultad en la oxigenación temporal del paciente⁶⁴. Un catéter de calibre 14 a través de la membrana cricoidoidea y conectado a una fuente de oxígeno de alta presión puede proveer adecuada oxigenación y ventilación. Esto solamente

debe ser usado como una medida temporal hasta que el control definitivo sea obtenido.

Ventilación mecánica

La respiración normal en presencia de una lesión por trauma cervical (LTC) está generalmente asociada con una lesión unilateral leve en un paciente que despierta fácilmente. Lesiones más severas están asociadas con algunos tipos de patrones ventilatorios anormales⁶⁵. Estos patrones son generalmente indicadores no confiables del tipo y severidad del daño cerebral.

La hiperventilación central neurogénica, que es el tipo más frecuente de patrón respiratorio anormal en LTC, está comúnmente asociado con acidosis cerebral severa, hipoxia, daño del puente de varolio, y herniación transtentorial, aunque esto puede también reflejar el marcado incremento en el metabolismo sistémico característico de lesión en la cabeza. Aunque la hipocapnia es usualmente ligera, la hiperventilación puede bajar el nivel de PaCO₂ al punto de vasoconstricción cerebral intensa e isquemia.

Las respiraciones de Cheyne-Stokes están caracterizadas por un ciclo regular de hiperventilación seguida por apnea. Esto probablemente es el resultado de una respuesta ventilatoria exagerada para eliminar el PaCO₂ lo cual causa hipernea, la cual reduce el PaCO₂ al punto en el que los movimientos respiratorios son abolidos, hasta que la reacumulación de CO₂ estimula nuevamente la hiperventilación. La respiración de Cheyne-Stokes se observa en el coma profundo y en lesiones severas.

La ventilación atáxica es caracterizada por fases inspiratorias y espiratorias que son irregulares en frecuencia y amplitud, con períodos de apnea. La frecuencia es usualmente lenta, y el volumen minuto es marcadamente reducido. Este es usualmente un indicador de daño cerebral y es casi un signo terminal.

A pesar de éstos patrones anormales respiratorios, la mayoría de los pacientes mantienen un PaCO₂ relativamente normal. Sin embargo, el 85% de los pacientes exhiben un gradiente de oxígeno alveolo-arterial > 20 torr seguido de LTC severa. Con frecuencia, es lo suficientemente severo para producir hipoxemia. El incremento en el gradiente es probablemente el resultado de una descompensación en la ventilación perfusión y algún grado de edema intersticial. El decremento en la oxigenación requiere de un soporte mecánico si el

suplemento de oxígeno (FiO₂ > 0.6) cae para mantener una saturación de oxígeno > 90%.

La ventilación mecánica puede ser administrada con ventilación mecánica controlada, ventilación mandatoria intermitente (IMV), ventilación mandatoria intermitente sincronizada (SIMV), ventilación con presión de soporte, o uno de los variados métodos de investigación. La ventilación controlada está indicada en pacientes que exhiben ventilación no espontánea, sin reparar en el mecanismo. El parámetro inicial incluye un volumen corriente de 10 a 14 ml/Kg, una tasa ventilatoria de 8 a 10 respiraciones/minuto, y un FiO₂ suficiente para mantener el PaO₂ > 80 torr. Las modificaciones están basadas sobre la evaluación clínica y el análisis de gases en sangre. La IMV y la SIMV provee un parámetro inicial con gran cantidad de volúmenes corrientes, así como de intervalos fijos (IMV) o tiempo de iniciación de ventilación espontánea (SIMV). Con la SIMV, el paciente puede respirar espontáneamente en medio de respiraciones mecánicas mientras recibe un continuo fluido de gas fresco del mismo nivel de FiO₂. La ventilación de presión-soporte aumenta la ventilación espontánea manteniendo la presión de la vía aérea a un nivel predeterminado hasta que el paciente termina la inspiración. Así, tanto la frecuencia como el volumen corriente están determinados por el paciente.

La iniciación de la ventilación mecánica tiene algunos efectos benéficos en la oxigenación. Primero, provee de una concentración correcta de oxígeno. Segundo, mejora la oxigenación enviando volúmenes corrientes que son más largos que la respiración espontánea. Tercero, el agregar una presión positiva al final de la expiración (PEEP) puede aumentar la capacidad funcional residual, reduce el coeficiente de ventilación-perfusión, y mejora la oxigenación. La adición de la PEEP debe ser hecha cautelosamente, ya que incrementa la PIC. Si la PEEP es necesaria, la PIC monitoreada puede ayudar a calcular la PPC de manera certera.

REFERENCIAS

1. Muizelaar JP, Marmorou A, DeSalles AAF. Cerebral blood flow and metabolism in severely head injured children. Part I: Relationship with GCS sobre outcome, ICP, PVI. *J Neurosurg* 1989; 71:63-71
2. Miller JD, Becker DP. Secondary Insults to the injured brain. *J R Coll Surg Edinb* 1982; 27:292-298
3. American College of Surgeons Committee on Trauma: Advanced Life Support Course for Physicians. Chicago, IL, *Am Col Surg* 1993, pp 19-22, 49-60
4. Miller JD, Sweet RC, Narayan R. Early insults to the injured brain. *JAMA* 1978; 240:439-442

5. Marshall LF, Becker DP, Bowers SA, et al: The National Traumatic Coma Data Bank. I: Design, purpose, goals and results. *J Neurosurg* 1983; 59:276-284
6. Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR. The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma* 1993;34:216-222
7. Woodring JH, Lee C. Limitation of cervical radiography in the evaluation of acute cervical trauma. *J Trauma* 1993;34:32-39
8. Kirshenbaum KJ, Nadimpalli SR, Fantus R. Unsuspected upper cervical spine fractures associated with significant head trauma: Role of CT. *J Emerg Med* 1990;8:183-198
9. Ross SE, O'Malley KF, DeLong WG. Clinical predictors of unstable cervical spine injury in multiply injured patients. *Injury* 1992; 23:317-319
10. Hills MW, Deane SA. Head injury: Is there an increased risk of cervical spine injury? *J Trauma* 1993;34:549-554
11. Rotondo MF, McGonigal MD, Schwab W. Urgent paralysis and intubation of trauma patients: Is it safe? *J Trauma* 1993;34:242-245
12. Nakayama DK, Waggoner T, Venkataraman ST. The use of drugs in emergency airway management in pediatric trauma. *Ann Surg* 1992;216:205-211
13. Miller JD, Deardan NM, Pepe IR. Control of intracranial pressure in patients with severe head injury. *J Neurotrauma* 1992;9:317-326
14. Gooding JM, Carsen G. Etomidate: An ultrashort acting non-barbiturate agent for anesthesia induction. *Anesth Analg* 1976;55:286-289
15. Milde LN, Milde JH, Michenfelder JD. Cerebral function, metabolic and hemodynamic effects of etomidate in dogs. *Anesthesiology* 1985;63:371-377
16. Deardon NM, McDowell DG. Comparison of etomidate and althesin in the reduction of increased intracranial pressure after head injury. *Br J Anaesth* 1985;57:361-368
17. Prior JGL, Hinds CJ, Williams J. The use of etomidate in the management of severe head injury. *Intensive Care Med* 1983;9:313-320
18. Bingham RM, Procaccio F, Prior PF. Cerebral electrical activity influences the effects of etomidate on cerebral perfusion pressure in traumatic coma. *Br J Anaesth* 1985;57:843-848
19. Sahabe T, Nakakimura K. Effects of anesthetic agents and other drugs on cerebral blood flow, metabolism, and intracranial pressure. In: *Anesthesia and Neurosurgery*. Cottrell JE, Smith DS (Eds). St Louis, Mosby, 1994, pp 149-174
20. Wagner RL, White PF. Etomidate inhibits adrenocortical function in surgical patients. *Anesthesiology* 1984;61:647-651
21. Pinaud M, Lelausque JN, Chetanneau. Effects of propofol on cerebral hemodynamics and metabolism in patients with brain trauma. *Anesthesiology* 1990;73:404-409
22. Stephen H, Sontang H, Schenk HD. Effects of disoprivan on cerebral blood flow, cerebral oxygen consumption, and cerebral vascular reactivity. *Anaesthesist* 1987;36:60-65
23. Vandesteene A, Trepont V, Engelman E. Effect of propofol on cerebral blood flow and metabolism in man. *Anaesthesia* 1988;43:42-43
24. Hartung HJ. Intracranial pressure after propofol and thiopental administration in patients with severe head trauma. *Anaesthesist* 1987;36:285-287
25. Ravussin P, Guinard JP, Ralley F. Effect of propofol on cerebrospinal fluid pressure and cerebral perfusion pressure in patients undergoing craniotomy. *Anaesthesia* 1988;43:37-41
26. Takeshita H, Okuda Y, Sari A. The effects of ketamine on cerebral circulation and metabolism in man. *Anesthesiology* 1972;37:605-612
27. Artru AA, Katz RA: Cerebral blood volume and CSF pressure following administration of ketamine in dogs; modification by pre- or posttreatment with hypocapnia or diazepam. *J Neurosurg Anesth* 1989;1:46-55
28. Sari A, Okuda, Takeshita H. The effect of ketamine on cerebrospinal fluid pressure. *Anesth Analg* 1972;51:560-565
29. Wyte SR, Shapiro HM, Turner P. Ketamine-induced intracranial hypertension. *Anesthesiology* 1972;36:174-176
30. Belapavovic M, Buchthal A. Modification of ketamine induced intracranial hypertension in neurosurgical patients by pretreatment with midazolam. *Acta Anaesthesiol Scand* 1982;26:458-462
31. Cottrell JE, Hartung J, Griffin JP. Intracranial and hemodynamic changes after succinylcholine administration in cats. *Anesth Analg* 1983;62:1006-1009
32. Iwatsuki N, Kuroda N, Amaha K. Succinylcholine induced hyperkalemia in patients with ruptured cerebral aneurysms. *Anesthesiology* 1980;53:64-67
33. Lanier WL, laizAnesthesiologizo PA, Milde JH. Cerebral blood flow and afferent muscle activity following IV succinylcholine in dogs. *Anesthesiol Rev* 1987;14:60-66
34. Lanier WL, laizzo PA, Milde JH. Cerebral function and muscle afferent activity following intravenous succinylcholine in dogs anesthetized with halothane: The effects of pretreatment with a defasciculating dose of pancuronium. *Anesthesiology* 1989;71:87-95
35. Frankville DD, Drummond JC. Hyperkalemia after succinylcholine administration in a patient with a closed head injury without paresis. *Anesthesiology* 1987;67:264-266
36. Tullock WC, Diana P, Cook DK. Neuromuscular and cardiovascular effects of high dose vecuronium. *Anesth Anal* 1990;70:86-90
37. Magorian T, Flanery KB, Miller RD. Comparison of rocuronium, succinylcholine, and vecuronium for rapid sequence induction of anesthesia in adult patients. *Anesthesiology* 1993;79:913-918
38. Chraemmer-Jorgensen B, Hoilund-Carlsen PF, Marving J. Lack of effects of intravenous lidocaine on hemodynamic responses to rapid sequence induction of general anesthesia: A double blind controlled clinical trial. *Anesth Anal* 1986;65:1037-1041
39. Bedford RF, Winn HR, Tyson G. Lidocaine prevents increased ICP after endotracheal intubation. In: *Intracranial Pressure IV*. Shulman K, Marmarou A, Miller JD, et al. (Eds). Berlin, Springer Verlag, 1980, pp 595-598
40. Sari A, Okuda Y, Takeshita H. The effects of thalamonal on cerebral circulation and oxygen consumption in man. *Br J Anaesth* 1972;44:330-334
41. Vermhiet J, Renou AM, Orgogozo JM. Effects of a diazepam fentanyl mixture on cerebral blood flow and oxygen consumption in man. *Br J Anaesth* 1978;50:165-169
42. Moss E, Owell D, Gibson RM. Effects of fentanyl on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure during hypocapnia. *Br J Anaesth* 1978;50:779-784
43. Sperry RJ, Bailey PL, Reichman MV. Fentanyl and sufentanyl increase intracranial pressure in head trauma patients. *Anesthesiology* 1992;77:416-420
44. Redan JA, Livingston DH, Tortella BJ. The value of intubating and paralyzing patients with suspected head injury in the emergency department. *J Trauma* 1991;31:371
45. Oswalt JL, Hedges JR, Soifer BE. Analysis of trauma intubations. *Am J Emerg Med* 1992;10:511-514
46. Rhee KJ, Green W, Holcrofh, et al: Oral intubation in the multiply injured patient: The Risk of exacerbating spinal cord damage. *Ann Emerg Med* 1990;19:511-514
47. Wright SW, Robinson GG, Wright MB: Servical spine injuchal intubation. *Am J Emerg Med* 1992;10:104-109
48. Grande CM, Barton CR, Stene. JK. Appropriate techniques for airway management of emergency patients. With suspected spinal cord injury. *Anesth Analg* 1988;67:714-715
49. Meschino A, Devitt JH, Koch JP. The Safety of awake tracheal

- intubation in servical spine injury. *Can J Anaesth* 1992;39:114-117
50. Holley J, Jorden R. Airway management in patients with unstable servical spine fractures. *Ann Emerg Med* 1989;18:1237-1239
51. Abrams KJ, Desai N, Katsnelson T: Bullard laryngoscopy for trauma airway management in suspected cervical spine injuries. *Anesth Analg* 1992;74:623
52. Hastings RH, Vigil AC, Hanna R. Cervical spine movement during laryngoscopy with the bullard, macintosh, and Miller Laryngoscopes. *Anesthesiology* 1995;82:859-869
53. American Society of Anesthesiologists Task Force on management of the difficult airway: Practice Guidelines for manegement of the dificult airway. *Anesthesiology* 1993;78:597-602
54. Calder I, Ordman AJ, Jackowski A. The Brain laryngeal mask airway. An alternative to emergency tracheal intubation. *Anaesthesia* 1990;45:137-139
55. Logan A St C. Use of the larylgeal mask in a patient with and unstable frature of the cervical spine. *Anaesthesia* 1991;46:987
56. Pnnant JH, Pase NA, Gajraj NM. Use of the laryngeal mask airway in the immobilized cervical spine. *Abstr. Anesthesiology* 1992;77:A1063
57. Brimacombe J, Berry A. The laryngeal mask airway as an aid to intubation in patients at risk of aspiration ? *Anesthesiology* 1993;78:1197-1198
58. Eichinger S, Schreiber W, Heinz T. airway managent in a case of neck in impalemet: Use of the Oesophagean tracheal combitube airway. *Br J Anaesth* 1992;68:534-535
59. Zornow MH, Thomas TC, Scheller MS. The efficacy of three different methods of the transtracheal ventilation. *Can J Anaesth* 1989;36:624-628
60. McGill J, Clinton JE, Ruiz E. Cricothyroidotomy in the emrgency the partment. *Ann Emerg Med* 1982;11:361-364
61. McMichan JC, Michel L, Westbrook PR. Pulmonary dysfunction following traumatic quadriplegia. *JAMA* 1980;243:528-531
62. Kress TD, Balasubramanian S. Crisothyroidotomy. *Ann Emerg Med* 1982;11:197-201
63. Salvino CK, Dries D, Garnelli R. Emergency cricothyroidotomy in trauma victims. *J Trauma* 1993;34:503-505
64. Smith RB, Schaer WB, Pfaeffle H. Percutaneous transtracheal ventilation for anesthesia and resuscitation: A Review and Report of complications. *Can Anaesth Soc J* 1975;22:607-612
65. Frost EAM. Respiratory Problems Associated with head trauma. *Neurosurgery* 1977;1:300-306