



## **Sedación y analgesia prehospitalarias en las víctimas de trauma militar. Conceptos básicos**

Mayor Médico Cirujano Luis Manuel García-Núñez,\* Dra. Lorena González,\*\* Mayor Médico Cirujano René Cerrato-Villalobos\*\*\*

\* Especialista en Cirugía General, International Visiting Scholar/Research-Fellow, Trauma Surgery and Surgical Critical Care, Department of Surgery, Division of Trauma, University Hospital, University of Medicine and Dentistry of New Jersey at Newark, Newark, New Jersey, US.

\*\* Resident in General Surgery, University Hospital, University of Medicine and Dentistry of New Jersey at Newark, Newark, New Jersey, US.

\*\*\* Especialista en Anestesiología, Hospital Militar Regional, Hermosillo, Sonora, México.

Hospital Central Militar, Secretaría de la Defensa Nacional, México, Distrito Federal, México. University Hospital, University of Medicine and Dentistry of New Jersey at Newark, Newark, New Jersey, US. Hospital Militar Regional, Hermosillo, Sonora, México.

*Solicitud de sobretiros:*

Mayor Médico Cirujano Luis Manuel García-Núñez. Circuito Naranjeros Núm. 22, Colonia Club de Golf México, Tlalpan 14620, Distrito Federal, México.

Teléfono 55-73-00-26. FAX 55-73-00-26.

E-mail: luismanuelgarcianunez@yahoo.com, lmgarcian@hotmail.com

Recibido para publicación: 09-11-05

Aceptado para publicación: 23-01-06

### **RESUMEN**

El trauma militar, definido por Tsokos y Atkins, como resultado de las actividades de los miembros del Ejército Mexicano reviste un riesgo cotidiano. Una vez identificadas y tratadas las condiciones que ponen en peligro la vida, la sedación/analgesia como procedimiento de bajo índice terapéutico o aunada a aquéllos de alto índice terapéutico, es una necesidad frecuente. El problema de la falta de disponibilidad de anestesiólogos en los escalones sanitarios afecta también al Ejército, por lo cual cada médico militar proveedor de atención médica en la línea frontal de operaciones en el terreno de actividades militares debe contar con los conceptos básicos y las destrezas de institución de estas técnicas, y de esta manera, facilitar el traslado y mejorar la sobrevida de las víctimas de trauma militar.

**Palabras clave:** Sedación, analgesia, trauma militar, alto/bajo índice terapéutico, terreno.

### **SUMMARY**

*Military trauma, such as defined by Tsokos and Atkins, is an everyday risk resulting from the activities of enlisted personnel in the Mexican Army. Once life-threatening injuries have been identified and treated, sedation/analgesia is often necessary, either as a low-therapeutic index procedure, or as an adjunct to procedures with a high therapeutic index. The problem of the lack of anesthesiologists in the staff at Regional Military Medical Centers also affects the Mexican Army. Thus, every military physician who provides medical assistance on the front line of military operations should be knowledgeable of the basic concepts and skills to carry out these techniques, in order to facilitate the transference and to improve the survival rate among the victims of military trauma.*

**Key words:** Analgesia, field of operations, high/low therapeutic index, military trauma, sedation.

“En la paz, los hombres se alejan de Dios y  
escupen al soldado; durante la guerra,  
imploran por el Creador y se refugian bajo  
el manto protector de la milicia”.  
Anónimo.

### **INTRODUCCIÓN**

El manejo de la ansiedad, estrés y del dolor en los pacientes traumatizados en un escenario extrahospitalario es sumamente demandante, y más aún en el curso de actividades militares, ambiente que se caracteriza por

la insalubridad, severidad de la lesión y austeridad de medios<sup>(1)</sup>.

Las actividades de los elementos del Ejército Mexicano se desarrollan en condiciones sumamente hostiles. El riesgo del trauma es constante y los mecanismos de lesión son privativos del medio castrense en la gran mayoría de los casos. Es relativamente común observar víctimas de amputaciones traumáticas por explosión, politrauma contuso por salto de gran altura (operaciones especiales, paracaidismo) y lesiones penetrantes por proyectiles de arma de fuego de alta velocidad y gran poder de penetración<sup>(1)</sup>.

Dada la disposición logística de los recursos hospitalarios en el Ejército Mexicano, la normatividad de operación consiste habitualmente en el traslado del paciente a instalaciones sanitarias militares de segundo o tercer nivel de atención médica, por vía aérea o terrestre. Los médicos militares asignados a la línea frontal de actividades de la Unidad Operativa, son los responsables primeros de proporcionar la atención inmediata basada en los principios de abordaje y tratamiento prehospitalarios al paciente politraumatizado establecidos en el Manual del Curso PHTLS (*Pre-Hospital Trauma Life Support*<sup>®</sup>) y subsecuentemente, en aquéllos señalados en el Manual del Curso ATLS (*Advanced Trauma Life Support*<sup>®</sup>). Es por tanto conveniente, que el personal involucrado con el cuidado de este tipo de enfermos tenga los conocimientos y destrezas necesarios para proveer de un manejo apropiado a las víctimas de trauma militar, y de esta manera, incrementar la supervivencia<sup>(1)</sup>.

## LOS CONCEPTOS BÁSICOS

**Preparación, entrenamiento y ambiente clínico de la medicina prehospitalaria: la atención de la víctima de trauma militar en el terreno de maniobras.** Según Tsokos y Atkins, se entiende por trauma militar a aquellas lesiones producidas durante actividades legalmente reconocidas como propias del Ejército, o bien aquéllas derivadas del uso accidental o incidental de dispositivos, maquinaria, vehículos, instrumentos o armamento de uso exclusivo de las Fuerzas Armadas. Como norma general, las víctimas de trauma militar presentan lesiones de alta graduación de severidad en cada una de las diferentes escalas de puntuación para evaluar la gravedad de las injurias<sup>(2)</sup>.

Los procedimientos usados por el personal de anestesiólogos en el quirófano (manejo de la vía aérea, administración intravenosa de fármacos, infusión de derivados hemáticos y electrólitos, monitorización cardiorrespiratoria) son las primeras etapas en los cuidados críticos del paciente víctima de trauma militar. Ellas incluyen, adicionalmente, ventilación con presión positiva, presión positiva al final de la espiración, monitorización pulmonar y cardiovascular, resuscitación cardiopulmonar y de pacientes con trauma-

tismo craneoencefálico severo. El ambiente prehospitalario del trauma de origen militar casi siempre provee de dificultades especiales y de un inusual contexto para el manejo de pacientes críticos<sup>(3-6)</sup>.

**Analgesia y anestesia prehospitalarias.** La sedación y control del dolor extrahospitalarios es un área de controversia. Hay opiniones divididas, pues la mayoría de los estudios no son controlados ni randomizados, y por tanto, no contributivos<sup>(5,6)</sup>.

El dolor es un elemento clínico útil para el diagnóstico de las lesiones por trauma contuso. Genera efectos adversos potenciales, como agitación, alteraciones ventilatorias y hemodinámicas inducidas por la producción de catecolaminas. No hay directivas clínicas establecidas para el manejo temprano del dolor. Sin embargo, la analgesia y aun la anestesia causan frecuentemente cambios dramáticos en el estado clínico del paciente. Consecuentemente, es conveniente practicar algunos procedimientos específicos para proveer de analgesia y anestesia prehospitalarias a las víctimas de trauma militar. La analgesia/anestesia pueden incrementar la seguridad del traslado del paciente traumatizado desde el terreno (campo de operaciones militares) al escalón militar sanitario de atención médica<sup>(4-6)</sup>.

Según lo establecido en los principios del manual del Curso ATLS (*Advanced Trauma Life Support*<sup>®</sup>, del Colegio Americano de Cirujanos) la estabilización de condiciones que ponen en peligro la vida debe ser la primera etapa de tratamiento de las víctimas de trauma militar. Después de que estos problemas han sido identificados y manejados, y se ha establecido un diagnóstico preliminar, pueden administrarse los fármacos sedantes y analgésicos<sup>(1,3-6)</sup>.

Una vez que un paciente ha sido sujeto a un programa de atención de cuidados intensivos, se recomienda la monitorización de los siguientes parámetros: a) *presión arterial invasiva y no invasiva*, b) *electrocardiograma continuo*, c) *oximetría de pulso*, d) *temperatura*, e) *en caso de intubación endotraqueal, monitorización continua del ETCO<sub>2</sub> (End-Tidal Carbon Dioxide)*, f) *en caso de sedación, profundidad de anestesia (monitorización continua con electroencefalograma, monitorización con índice bispectral)*, g) *estado hemodinámico (monitorización mínimamente invasiva, como Doppler transesofágico, que puede ser útil para evaluar el gasto cardíaco y el flujo aórtico en pacientes críticamente lesionados y/o con trauma craneoencefálico)*, h) *colocación de catéter de Swan-Ganz útil para gasto cardíaco*<sup>(5)</sup>.

**Metas de la sedación y analgesia prehospitalarias.** ¿Cuáles son las indicaciones para proporcionar sedación y analgesia prehospitalarias, y cuáles fármacos son apropiados y están disponibles? En el ambiente extrahospitalario del trauma militar, los procedimientos combinados de sedación y analgesia, o aún más, la anestesia general, pueden usarse

para la extracción de víctimas (atrapamiento en colisiones, bajo maquinaria o armamento de gran peso, liberación en caso de destrucción de vehículos o instalaciones), para procedimientos extremadamente dolorosos (amputación *in situ*), en trauma múltiple (explosiones, fracturas múltiples por salto de gran altura) y para el manejo apropiado de la vía aérea. La sedación/analgesia también es requerida para disminuir la respuesta a la laringoscopía y a la intubación. El control del dolor y la agitación, la prevención del recuerdo del trauma y de la resucitación pueden demandar la institución de técnicas anestésicas en el campo de operaciones militares donde se presentó el accidente<sup>(1,7,8)</sup>.

Ninguna técnica anestésica es totalmente segura en el campo de operaciones militares hasta que se han establecido las medidas para mantener y asegurar una vía aérea permeable y proveer de funcionalidad ventilatoria y apoyo circulatorio. Este riesgo anestésico depende de las condiciones de seguridad, de la severidad del compromiso vital del paciente y del cuidado hospitalario<sup>(9)</sup>.

Una ventaja importante en las víctimas de trauma militar que reciben sedación/analgesia en el mismo lugar del accidente es que pierden parcial o totalmente la memoria del evento traumático. Esto se considera como un beneficio fisiológico para el paciente. Bogetz ha demostrado que por medio de sedación/analgesia se disminuye el recuerdo del trauma en un 50-60%<sup>(10)</sup>.

**Personal y equipo médico.** Los sistemas de emergencia en el terreno en el Ejército Mexicano emplean médicos militares educados por medio de un período preliminar de entrenamiento, exposición clínica diaria y práctica regular en el salón de operaciones y en la Unidad de Cuidados Críticos de un ambiente hospitalario durante un internado rotatorio de pre- y post-grado, completamente adiestrados en las destrezas básicas de resucitación y con la acreditación correspondiente a los cursos de apoyo vital prehospitalario (PHTLS<sup>®</sup>) y avanzado al paciente traumatizado (ATLS<sup>®</sup>). Esto, aunado al conocimiento de la naturaleza de las lesiones de origen militar y a su familiaridad con las mismas, les permite implementar las maniobras correctas para tratar con propiedad las eventualidades que pudieran presentarse en el terreno<sup>(1)</sup>.

Un equipo de asistencia médica prehospitalaria consistente en tres miembros es un abordaje válido. El equipamiento apropiado debe estar disponible inmediatamente en la ambulancia que se traslada al campo de maniobras. Esto incluye: oxígeno suplementario, aparatos de succión, equipo avanzado de manejo de la vía aérea y de acceso vascular, soluciones intravenosas, fármacos variados y de resucitación (Cuadro I) y un desfibrilador funcional. Debe contarse con un monitor que permita vigilar los signos vitales a intervalos regulares o continuamente, para detectar cambios en el estado ventilatorio y cardiovascular del paciente<sup>(1,5-7)</sup>.

**Tratamiento específico: estrategias de alto índice terapéutico para sedación y analgesia.** La sedación y analgesia deben ser consideradas como parte integral del manejo de los pacientes críticamente lesionados por trauma militar, pues permiten al paciente consciente obtener un estado libre de ansiedad y dolor. Esto puede agregarse a un tratamiento específico (inmovilización de una extremidad fracturada o amputada traumáticamente) o durante el apoyo ventilatorio no invasivo. Durante la sedación consciente, se monitoriza rutinariamente la respuesta del paciente a las órdenes verbales; en la sedación inconsciente, debe evaluarse la respuesta a estímulos más intensos para asegurar que el paciente no ha profundizado hacia un estado de anestesia general, y con el cual se pierden los reflejos protectores<sup>(6-9)</sup>.

Los fármacos de uso común pueden ser administrados prehospitalariamente por vía enteral o parenteral. Los analgésicos-antiinflamatorios no esteroideos y el paracetamol son efectivos para controlar el dolor leve en lesiones periféricas, y pueden tener un efecto aditivo si se usan en combinación con ansiolíticos. Boutot describió en Europa, que por muchos años, el óxido nitroso administrado por mascarilla en una mezcla 50-50% con oxígeno se empleó para analgesia de emergencia. Es fácil de usar, tiene un rápido inicio y corta duración de acción y es efectivo para la analgesia en lesiones menores o moderadas. Sin embargo, tiene muchas limitaciones en el ambiente prehospitalario: el paciente debe estar consciente y la sospecha de neumotórax representa una contraindicación. Es de difícil empleo en pacientes con trauma facial; adicionalmente, todos los pasajeros de la ambulancia se exponen al gas. La mezcla está sumamente influenciada por la temperatura externa de la botella; en un ambiente frío la mezcla inhalada puede consistir en > 50% de óxido nitroso. Carli, en 1993, describió una breve experiencia clínica en algunos casos de sedación prehospitalaria, sin lograrse un auge posterior en el uso de este agente. En México, no existen reportes de su utilización como agente sedante en el ámbito prehospitalario<sup>(5-9)</sup>.

Los opioides intravenosos son los más eficientes y poderosos analgésicos usados en este escenario. Hay dos tipos: agonistas puros (morfina, fentanilo) y agonistas/antagonistas (buprenorfina, tramadol, nalbufina) y ambos requieren de forma óptima, monitorización cardiovascular y respiratoria del paciente para su administración. Debido a sus propiedades depresoras en el sistema ventilatorio, los agonistas/antagonistas pueden interferir con el manejo intrahospitalario y retardar la recuperación de la ventilación espontánea en el paciente sometido a anestesia general. Se considera al tramadol como un nuevo concepto en analgesia prehospitalaria segura<sup>(6-11)</sup>.

El sulfato de morfina ha sido usado por siglos para el control del dolor y es aún un fármaco de primera línea. Es fácil de administrar y la dosis puede ajustarse en pequeños

**Cuadro I.** Farmacopea de los fármacos sedantes/analgésicos para la atención de víctimas de trauma militar disponibles en las ambulancias de los servicios sanitarios del Ejército Mexicano.

Medicamento	Dosis	Indicación	Contraindicación	Efectos adversos	Comentarios
<b>ANALGÉSICOS</b>					
Morfina	2.5-15 mg IV c/4 h. 5-20 mg SC/IM c/4 h. 10-30 mg VO/PR c/4 h. Infusión 2-5 mg/h.	Fármaco de elección para el tratamiento del dolor moderado a grave.	Hipotensión	Náusea y vómito, depresión respiratoria, hipotensión, liberación de histamina	Inicio de acción < 1 min IV; 10-30 minutos IM. Duración 4-5 h.
Meperidina	50-150 mg IV/IM/SC c/4 h.	Tratamiento de dolor moderado a grave.	Flutter auricular, TSV, uso de IMAO.	Mismos que la morfina, respuesta vagolítica	Inicio de acción 1 min IV; 10-15 min IM. Duración 2-4 h.
Fentanilo	2-150 µg/kg IV c/1-2 h. Infusión 25-50 µg/h.	Analgesia en procedimientos dolorosos breves, disminución de la hipertensión endocraneana en intubación.	Depresión respiratoria.	Mismos que la morfina, menor hipotensión y liberación histamínica.	Inicio de acción < 1 min IV. Duración 0.5-1 h.
Ketorolaco	30 mg IV/IM c/6 h. 10 mg VO c/4-6 h.	Tratamiento de dolor leve a moderado.	Trastornos hemorragíparos, úlcera péptica	Insuficiencia renal aguda, sangrado gastrointestinal a dosis > 60 mg.	Reducir dosis en el anciano.
Ibuprofeno	200-800 mg VO c/2-4 h.	Tratamiento del dolor leve.	Trastornos hemorragíparos, úlcera péptica.	Sangrado gastrointestinal.	
Tramadol	100-200 mg VO c/12 h. 100-400 mg IV en infusión para 60 minutos. 100-200 mg IM/SC dosis única.	Tratamiento de dolor leve a moderado	Hipersensibilidad conocida, intoxicación farmacológica o alcohólica, estado de choque, aumento de la presión intracraneana	Náusea, vértigo, cefalea, reacciones cutáneas, trastornos motores, convulsiones, hipertensión arterial.	Inicio de acción 20 minutos por cualquier vía. Duración de acción: 4 h. Analgesia sinérgica con paracetamol y ketorolaco.
<b>SEDANTES</b>					
<b>Benzodiacepinas</b>					
Diazepam	2-20 mg IV/IM ó 0.1-0.2 mg/kg IV/IM. 2-10 mg VO c/2-4 h.	Ansiolisis, síndrome de supresión alcohólica, convulsiones	Hipotensión	Hipotensión en combinación con otros sedantes, efecto prolongado en hepatopatas.	Amnésico, el diluyente propilenglicol ocasiona hipotensión y flebitis. Inicio de acción 1-3 min. Duración 1-3 h.
Lorazepam	1-2 mg IV o 0.04 mg/kg IV.	Mismos que el diazepam.	Mismos que el diazepam.	Hipotensión, depresión respiratoria.	Inicio de acción: 5-15 min, efecto máximo 20-30 min. Duración 1-6 h.

**Cuadro I. (continuación)**

Midazolam	1-5 mg IV ó 0.05-0.1 mg/kg IV. 5 mg IM o 0.07 mg/kg IM. Infusión 2-10 mg/h.	Sedación consciente en procedimientos dolorosos breves.	Mismos que el lorazepam, agitación psicomotora (dosis excesiva)	Muy corta duración de acción. Inicio de acción 1-2 min. Duración 1-2 h. Se requiere infusión para mayor duración de acción.
-----------	---	---	--	---

**Barbituratos y fármacos relacionados**

Tiopental	3-5 mg/kg IV.	Inducción de anestesia general.	Porfiria, cardiopatía, epilepsia, síndrome de abstinencia, hepatopatía grave, asma.	Hipotensión, laringoespasmo, liberación histamínica.	Inicio de acción 10-20 seg. Duración 5-15 min, si ocurre laringoespasmo, administrar metohexital.
Pentobarbital	20-150 mg IV/IM/VO/PR cada 2-3 h. Infusión 1 mg/kg/h.	Procedimientos cortos, inducción para anestesia general.	Mismos que el tiopental.	Mismos que el tiopental.	Inicio de acción < 1 min. Duración 15 min.
Etomidato	0.2-0.4 mg/kg IV. Infusión 5-10 μg/kg/min.	Agente inductor en la intubación con técnica de secuencia rápida, mantenimiento de la anestesia general.	No aprobado para menores de 12 años, la sedación prolongada inhibe la producción de cortisol.	Disminución de la presión intracraniana, movimientos mioclónicos, náusea y vómito.	Efectos cardiovasculares mínimos, Inicio de acción <1 min. Duración 3-12 min. 0.1 mg/kg proveen 100 seg de somanolencia.
Propofol	0.5-2 mg/kg IV. Infusión 25-100 μg/kg/min.	Mismos que el etomidato.	Relativamente contraindicado en enfermedades cardiopulmonares crónicas.	Hipotensión, disminución en la presión de perfusión cerebral, depresión respiratoria.	Los pacientes requieren intubar. Inicio de acción 30 seg. Duración 5 min.

**Antipsicóticos**

Haloperidol	2-5 mg IV/IM. Para neuroleptización rápida iniciar con 5 mg y doblar la dosis (10,20,40) hasta el efecto deseado.	Agitación psicomotora, psicosis, delirium.	Potencial teórico para disminuir el umbral a las convulsiones.	Potencia acción de depresores del SNC, incrementa la duración del complejo QRS y del intervalo QT, efectos extrapiramidales	Inicio de acción 3-5 min. Duración 1-12 h. Precaución con la administración conjunta con agentes y antidepresivos tricíclicos.
-------------	---	---	---	--	--

**Anestésicos disociativos**

Ketamina	1-2 mg/kg IV. 3-4 mg/kg IM. Para intubación en	Sedación consciente para	Edad < 3 meses, infecciones respiratorias,	Incremento en el estridor inspiratorio transitorio en < 3	Actividad analgésica, mantiene
----------	--	-----------------------------	--	---	--------------------------------------

**Cuadro I. (continuación)**

asmáticos: 1.5 mg/kg IV lento, luego 0.5-1.0 mg/kg/h IV.	procedimientos dolorosos breves. Inducción de intubación de secuencia rápida en asmáticos.	estenosis traqueal, enfermedad cardiovascular, psicosis, traumatismo craneoencefálico, glaucoma, hipertiroidismo.	meses, elevación de la presión intracraneana, nistagmus y ataxia, fenómeno de emergencia.	reflejos protectores. Inicio de acción 1-2 min. Duración 10-30 min. Para disminuir la salivación y secreciones bronquiales usar atropina.
--	--	---	---	---

**Agentes despolarizantes**

Fármaco	Dosis	Inicio de acción	Duración	Ventajas	Desventajas
Succinilcolina	1-1.5 mg/kg IV (para > 10 kg). 1-2 mg/kg IV (para < 10 kg).	15-30 seg	3-12 min	Rápido inicio y corta duración de acción. Posibilidad de administración IM.	Contraindicada en bradicardia, hipotensión, disritmias, paro cardíaco, edema pulmonar, incremento en la presión intragástrica e intraocular, hiperkalemia, mioglobinuria, hipertermia maligna y espasmo maseterino.

**Agentes no despolarizantes**

Pancuronio	0.1 mg/kg IV.	2-5 min	45-90 min	Pocos efectos cardiovasculares. Util en status asmaticus. Reversible con fisostigmina o neostigmina.	Contraindicado cuando se requiere larga duración de acción, parálisis prolongada con insuficiencia renal o estados de liberación histamínica.
Vecuronio	0.1-0.2 mg/kg IV.	30-90 seg	25-60 min	Pocos efectos cardiovasculares y bajo riesgo de liberación histamínica, duración de acción más corta que el pancuronio, reversible.	Contraindicado en taquiarritmias diferentes a la taquicardia sinusal. Duración de acción más prolongada que la succinilcolina.
Rocuronio	0.6-1.0 mg/kg IV.	30-60 seg	25-60 min	Reversible. Rápido inicio de acción.	Contraindicado en miastenia gravis y taquiarritmias diferentes a la taquicardia sinusal.

incrementos hasta lograr la analgesia deseada (ej. 3 a 5 mg [ó 0.1 a 0.15 mg/kg ó 100-150 µg/kg]). El dolor debe evaluarse 5 minutos después de la administración inicial, según una escala visual numérica. La morfina es actualmente uno de los más seguros y familiares fármacos disponibles. Desafortunadamente, en México aún no tiene el uso adecuado por gran parte del grupo médico<sup>(6,11)</sup>.

Otros opioides puros, como el fentanilo, alfentanilo, sufentanilo y remifentanilo son más potentes y preferidos por los anestesiólogos, intensivistas y médicos de emergencia en el ambiente hospitalario. La depresión respiratoria secundaria a su administración y en ocasiones la necesidad de intubación endotraqueal y ventilación emergentes, una vez que el paciente no es capaz de ventilar espontáneamente, es bien conocida. El fentanilo ha sido usado ampliamente en el ambiente prehospitalario; tiene un rápido inicio (dentro de los primeros 10-40 segundos tras su administración) y corta duración de acción (15-60 minutos tras una dosis de 25-50 µg IV en un paciente adulto), no causa liberación de histamina, y provee de relativa estabilidad hemodinámica. Estas características lo hacen uno de los fármacos estándar para la analgesia prehospitalaria. Por infortunio, no es posible efectuar ajustes repetidos de la dosis, ya sea en bolo o infusión, para lograr una analgesia deseada. Los efectos adversos (incremento en la presión intracraniana, prurito nasal, náuseas, emesis e hipoventilación), aunque poco comunes, se han descrito y son bien reconocidos. No se usa más como un simple analgésico, sino como parte de un procedimiento combinado de sedación/analgesia en conjunto con otros agentes sedantes y de bloqueo neuromuscular. Aunque Kotwal reportó en 2004 su experiencia con 22 pacientes en los cuales se empleó fentanilo como agente analgésico prehospitalario en víctimas de trauma militar, no se ha reportado experiencia con el uso de agentes similares (alfentanilo, sufentanilo, remifentanilo) como analgésicos en el ámbito prehospitalario<sup>(5-9,12)</sup>.

Los analgésicos agonistas-antagonistas son útiles para el control del dolor, aunque desafortunadamente, la analgesia está limitada por un "efecto techo" ("ceiling effect"). Pueden causar efectos respiratorios adversos y sedación relacionada con la dosis, particularmente cuando se ocupan con sedantes. Además, como ya se comentó previamente, estos fármacos pueden interferir con el manejo de la anestesia general en el ambiente hospitalario. En las víctimas de trauma militar, quienes por norma tienen una gran posibilidad de ser sometidos a procedimientos diagnósticos o terapéuticos invasivos, o bien a tratamiento quirúrgico, es particularmente importante coordinar las estrategias extra e intrahospitalarias. En caso de condiciones que pongan en peligro la vida, o después de una falla o en adición a procedimientos de alto índice terapéutico, los procedimientos de bajo índice terapéutico (inducción de anestesia general para

facilitar la intubación endotraqueal), deben considerarse<sup>(12)</sup>. El tramadol es un analgésico central de tipo opioide (derivado aminociclohexanol) con doble mecanismo de acción: 1) actúa en los receptores µ opioides y 2) inhibe la recaptación de norepinefrina/serotonina en las terminaciones nerviosas, modulando de este modo los mecanismos inhibidores espinales. Inicia su acción analgésica en cerca de 20 minutos y su efecto dura 6 horas. Tiene una potencia analgésica seis veces mayor en comparación con la morfina, a dosis de 50-100 mg IV<sup>(7,8,11)</sup>.

**Papel de la anestesia general.** En ocasiones la anestesia general es requerida en el terreno; dicha técnica, por supuesto, idealmente debe ser instituida por especialistas designados por los mandos médico-militares responsables de la planeación técnica de la operación. Sin embargo, es obligado que el médico de la línea frontal conozca los principios básicos que se exponen a continuación, con el fin de instituir algunos procedimientos básicos iniciales o asistir al especialista<sup>(1,7)</sup>.

Los riesgos asociados a la anestesia y su repercusión en la dinámica del oxígeno han sido extensamente extrapolados a la práctica clínica. La siguiente hipótesis ha sido formalmente evaluada: la inducción anestésica puede tener un efecto terapéutico holístico en el paciente traumatizado debido a: a) *tasa metabólica basal disminuida*, b) *mejoría en la oxigenación, ventilación y en el aclaramiento gaseoso pulmonar debido a la intubación endotraqueal*, c) *mejoría en el apoyo y monitorización hemodinámica como resultado de una intervención temprana por parte del anestesiólogo prehospitalario*<sup>(7,9)</sup>.

**Vía aérea/ventilación.** Las consecuencias cardiorrespiratorias de la anestesia general dependen del estrés inducido por la lesión en los sistemas cardiovascular y ventilatorio, y en la capacidad individual del paciente para tolerar varios agentes anestésicos. Agentes anestésicos como la dexmedetomidina, remifentanilo y cisatracurio proveen de estabilidad hemodinámica. Asegurar una vía aérea permeable y una adecuada ventilación es fundamental para el manejo anestésico y en todas aquellas situaciones en las cuales puede desarrollarse la falla ventilatoria. Los médicos deben estar familiarizados con la evaluación de la vía aérea cuando se requiere sedación profunda o anestesia general. Antes y durante el manejo emergente de la vía aérea, la aspiración del contenido gástrico es el riesgo más importante. La intubación con técnica de secuencia rápida es requerida para la anestesia general. Se ha debatido ampliamente acerca de cuál debe ser el agente paralizante de elección en la intubación con técnica de secuencia rápida. La succinilcolina es un agente bloqueador neuromuscular despolarizante de acción ultracorta y es actualmente el medicamento de elección en la gran mayoría de los protocolos de intubación de secuencia rápida, debido a su rápido inicio y corta duración

de acción; es particularmente útil en pacientes gravemente lesionados con el estómago lleno, en donde la intubación rápida es indispensable para evitar al máximo el riesgo de aspiración. A pesar de su amplio uso, la succinilcolina ocasiona varios efectos adversos (bradicardia en los pacientes pediátricos, apnea prolongada en pacientes con deficiencia de pseudocolinesterasa y tiene el potencial de incrementar los niveles séricos de potasio). El rocuronio es un agente bloqueador neuromuscular no despolarizante que sirve como alternativa al uso de succinilcolina; está indicado en pacientes con afecciones en las cuales se sospeche hipertotasemía concomitante, trauma por aplastamiento, quemaduras, incremento en la presión intraocular o intracraniana, y enfermedades neuromusculares con postración prolongada. El remifentanilo, a dosis bajas, ha demostrado ser útil como medicamento adjunto a la intubación con técnica de secuencia rápida, ya que atenúa los efectos fisiológicos propios de la intubación, como el incremento de la presión intraocular e intracraniana, y previene la elevación de la frecuencia cardíaca y presión arterial; asimismo, el uso de este medicamento no incrementa significativamente la incidencia de bradicardia, depresión respiratoria o rigidez en este grupo de pacientes<sup>(5-9,13,14)</sup>.

Si existe cualquier duda acerca de la capacidad para intubar endotraquealmente al paciente, debe considerarse la intubación del paciente despierto o vigil con preoxigenación, sedación leve a moderada y anestesia tópica. Por lo tanto, en estas situaciones deben planearse estrategias alternativas con equipo necesario (guía de McIntosh, máscara laríngea para el control de la vía aérea [dispositivo Fastrach], dispositivos para crear vías aéreas quirúrgicas y fibroscopio<sup>(5-9,13)</sup>).

**Estabilidad hemodinámica y cardiovascular.** La depresión cardiovascular es el principal determinante de la elección apropiada de las dosis de los agentes anestésicos a utilizarse. Los efectos sobre el sistema nervioso central y en el tono broncomotor, alergias, y efectos adversos potenciales influyen también en la elección de los fármacos. Los rangos terapéuticos son casi siempre muy estrechos. La meta de la inducción anestésica es la no-respuesta a la laringoscopía e intubación, y al mismo tiempo, una mínima magnitud de depresión cardiovascular. La selección del uso de bolo, bolo subsecuente o infusión de los agentes intravenosos, está encaminada a mitigar los efectos adversos circulatorios. La monitorización de la profundidad de sedación debe permitir el ajuste de las dosis y limitar los efectos adversos hemodinámicos post-inducción, especialmente en los pacientes con traumatismo cranoencefálico. También debe recordarse que la ventilación con presión positiva de la vía aérea puede tener efectos hemodinámicos detallados (disminución en el retorno venoso) o consecuencias farmacológicas adversas (disminución en la presión arterial media). El

apoyo con catecolaminas puede ser útil en caso de disminución de la presión arterial<sup>(9,13)</sup>.

#### **Agentes útiles para la administración prehospitalaria.**

La ketamina se recomienda casi siempre para el manejo de incidentes prehospitalarios. Tiene una buena reputación en cuanto a estabilidad hemodinámica se refiere y posee efectos positivos en la presión sanguínea y en la resistencia vascular periférica. La ketamina un inductor antagonista del receptor NMDA, incrementa el metabolismo cerebral, la presión arterial, el flujo sanguíneo y la presión intracranial. Las contraindicaciones para su administración son: cardiopatía isquémica, incremento en la presión intracranial, aneurismas vasculares, desórdenes psiquiátricos y un período anticipado de intubación corto. Sin embargo, en algunas situaciones (ej. choque hipovolémico) su uso puede ser benéfico, específicamente debido a sus efectos hemodinámicos. Los estudios experimentales usando ketamina han mostrado un incremento en la supervivencia y mejoría en la circulación regional. Muchos autores claman el uso extrahospitalario de la ketamina por ser simple y seguro. La ketamina posee efectos simpaticomiméticos indirectos y efectos depresivos directos al miocardio. Hay estudios que evidencian que la ketamina puede promover la isquemia tisular e incrementar la demanda miocárdica de oxígeno sin efecto en su demanda sistémica. Estudios recientes han demostrado que el uso de ketamina no disminuye el gasto cardíaco de manera significativa en comparación con el uso de tiopentona, pero incrementa los niveles plasmáticos de lactato y epinefrina. Por tanto, actualmente se ha retomado el concepto de seguridad como agente inductor prehospitalario de la anestesia<sup>(6,15-17)</sup>.

El etomidato ha sido usado extensamente en Norteamérica y en Europa por muchos años, y ha sido recientemente usado en el ambiente extrahospitalario. Tiene un rápido inicio de acción y es muy útil para la anestesia de emergencia. No tiene un efecto significativo en la contractilidad miocárdica y mejora la relación entre la demanda y el aporte de oxígeno en el miocardio. Una dosis de inducción de 0.3 mg/kg incrementa el flujo coronario en cerca de 19% sin incremento en el consumo de oxígeno del miocardio. Sin embargo, la infusión de etomidato puede ocasionar náusea y vómito e interferir con la función del axis adrenocorticoide cuando se usa como infusión continua hospitalaria por varios días. La principal ventaja del etomidato es que tiene un mínimo efecto en los parámetros cardiovasculares, lo cual puede justificar su extenso uso prehospitalario<sup>(7,10-13,18,19)</sup>.

Los barbituratos, propofol, y altas dosis de benzodiacepinas pueden inducir hipotensión, particularmente cuando se administran en dosis no suficientemente reducidas y ajustadas para un paciente críticamente lesionado. Los barbituratos se asocian con hipotensión debido a depresión miocárdica y bloqueo ganglionar, con consumo de oxígeno y

frecuencia cardíaca elevados. La eclampsia y el status epilepticus son indicaciones actuales para la inducción barbitúrica con fenobarbital o primidona, aunque existe el riesgo de los ya conocidos efectos teratogénicos en el producto<sup>(7,10-13,18-20)</sup>.

El propofol causa mayor depresión hemodinámica que los barbituratos, efecto directamente relacionado en función de la dilución de la dosis y duración de la administración de la infusión, así como de la circulación de dosis residuales del fármaco en el compartimento central. Aun en pacientes sanos, puede observarse una disminución de un 15-30% en la presión arterial. Esta hipotensión se relaciona con un efecto inotrópico negativo y disminución en la resistencia vascular periférica<sup>(19,21)</sup>.

Las benzodiacepinas como el midazolam se usan para sedación de emergencia. Estos efectos son leves en los pacientes jóvenes y seguros en los pacientes con enfermedad coronaria. Esta estabilidad hemodinámica relativa depende de los mecanismos compensadores. Una sola dosis de opioides o benzodiazepinas puede causar una caída en la presión de perfusión cerebral, lo cual puede ser deletéreo en caso de sospecha de hipertensión intracranal<sup>(6,7,10-13,18,19)</sup>.

La succinilcolina es el único agente bloqueante neuromuscular que genera excelentes condiciones de intubación en < 1 minuto; igualmente importante es su rápida terminación de acción por éster-hidrólisis, especialmente en intubaciones difíciles. Se usa ampliamente para la intubación con secuencia rápida. Las contraindicaciones en el ambiente extrahospitalario son raras (enfermedades neuromusculares o en las cuales se considere la presencia de hiperpotasemia concomitante, trauma mayor y/o por aplastamiento, quemaduras e incremento en la presión intraocular o intracraniana). Se han descrito casos de paro cardíaco relacionados con trauma múltiple e hiperkalemia<sup>(6,22)</sup>.

La institución de la intubación con técnica de secuencia rápida está indicada prehospitalariamente en: 1) pacientes con compromiso de la vía aérea debido a sensorio deprimido (GCS < 8) o que presentan combatividad que compromete la seguridad y permeabilidad de la vía aérea o la estabilización de la columna vertebral durante el transporte, 2) pacientes con alta probabilidad de compromiso de la vía aérea durante el transporte, y 3) pacientes que requieren asistencia ventilatoria mecánica o protección de la vía aérea. En la forma clásica, cuando se realiza una intubación de secuencia rápida, el paciente es preoxigenado usando ventilación espontánea con una mascarilla facial y una bolsa reservorio. Los pacientes con trauma torácico requieren una preoxigenación más prolongada para asegurar el aclaramiento del nitrógeno. Después de la preoxigenación, se administran los fármacos intravenosos de acción corta y los agentes bloqueantes neuromusculares. Una vez que el paciente se muestra inconsciente, se aplica la presión cricoidea (maniobra de Sellick) para ocluir el esófago entre la porción anterior de C-6 y la pared posterior del cartílago cricoides. La laringoscopía y la intubación endotraqueal se realizan después de la miorrelajación sin ninguna ventilación manual precedente. La presión cricoidea se libera después de verificar la posición del tubo (por PEtCO<sub>2</sub> y auscultación) y el inflamamiento del mango neumático. Si la intubación no es posible, se puede continuar con ventilación con mascarilla mientras se continúa aplicando presión al cricoides. La meta de la intubación endotraqueal debe ser controlada por PEtCO<sub>2</sub>. La maniobra de Sellick no se recomienda en casos de sospecha de trauma espinal<sup>(9,12,22,24)</sup>.

En el sistema de atención médica prehospitalaria del Ejército Mexicano, está acordado efectuar la técnica de intubación con secuencia rápida según el siguiente protocolo: 1) preoxigenar con oxígeno al 100% por 5-10 minutos, 2) premedicar con lidocaína 1 mg/kg IV (sobre todo en pacientes con traumatismo craneoencefálico) y considerar el uso de fentanilo 3 µg/kg IV (si la presión arterial media > 60 mmHg), 3) aplicar presión en el cricoides (maniobra de Sellick) por medio de una persona previamente designada, 4) paralizar al paciente con succinilcolina (1.5 mg/kg IV, aproximadamente 100 mg en el adulto promedio); considerar el uso de rocuronio (1.0 mg/kg) en pacientes con lesiones oculares penetrantes, incremento en la presión intracraniana y parálisis secundaria a lesión neurológica (> 3 días de duración). Se puede considerar la pre-curarización con pancuronio (0.01 mg/kg) para prevenir las fasciculaciones, 4) intubar y confirmar la colocación del tubo (auscultación, movimientos torácicos, no insuflación epigástrica, ETCO<sub>2</sub>), 5) si la colocación adecuada del tubo endotraqueal se confirma, liberar la presión del cricoides, descomprimir el estómago y reemplazar collar, 6) si no se confirma la colocación adecuada del tubo endotraqueal, repetir las maniobras en 2 ocasiones. En caso de falla, considerar vía aérea quirúrgica o contactar al anestesiólogo del escalón sanitario superior mientras se continúa ventilando al paciente con mascarilla y bolsa<sup>(9,12,22-24)</sup>.

El mantenimiento de la anestesia progresiva de la inducción anestésica intravenosa a la intubación endotraqueal y una buena ventilación. La infusión continua es casi siempre necesaria ya que la mayoría de los pacientes sedados e intubados en el ambiente extrahospitalario permanecerán intubados por horas o días. La sedación continua durante la intubación endotraqueal evita la náusea que se pudiera presentar en un paciente consciente; esto es especialmente importante durante el traslado del paciente<sup>(4-7,9,12,22,23)</sup>.

La monitorización de la profundidad de la sedación (índice bispectral), oxigenación (SpO<sub>2</sub>), hemodinamia (PEtCO<sub>2</sub>, frecuencia cardíaca, presión arterial media) y temperatura esofágica disminuyen el riesgo de que el paciente despierte anticipadamente. Los pacientes víctimas de trauma militar

que se encuentran anestesiados, deben movilizarse y transportarse, por supuesto, según las normas establecidas para los pacientes politraumatizados<sup>(1-6)</sup>.

**Anestesia y analgesia regional.** El bloqueo regional puede ser útil en el ambiente prehospitalario. La analgesia epidural y espinal no se usan comúnmente, ya que hay pocas situaciones en las cuales se encuentran indicadas y son difíciles de practicar, especialmente en términos de posicionamiento, técnica aséptica y falla en la cuidadosa monitorización de la hemodinamia del paciente<sup>(6,25)</sup>.

El bloqueo troncular de nervios periféricos puede ser útil en algunos casos. Esta técnica provee de analgesia efectiva a una parte del cuerpo con pocas complicaciones y sin efectos en la conciencia y hemodinamia del paciente. El bloqueo troncular del nervio femoral o infraclavicular (con mepivacaína 1.5% o ropivacaína 0.475%, 0.3 ml/kg) puede usarse para controlar el dolor en una fractura femoral o de un traumatismo en el miembro superior, siguiendo las normas de seguridad anestésica recomendadas. Un estimulador de nervios puede ayudar a localizar el nervio. Esta técnica se asocia con altas tasas de éxito, pocos efectos adversos, y administración de dosis reducidas<sup>(6,25)</sup>.

**Período de transición: ambiente pre-hospitalario al ámbito hospitalario.** El staff del hospital que recibirá al paciente debe estar entrenado en la recepción de pacientes críticos anestesiados trasladados desde el ambiente extrahospitalario. Dada la naturaleza del trauma militar, las evaluaciones radiológicas y tomográficas deben ser obtenidas en todos los pacientes. La ultrasonografía móvil puede usarse rutinariamente en los Departamentos de Urgencias y en los ambientes prehospitalarios para detectar hemorragia intra-abdominal que puede requerir cirugía urgente. Finalmente,

las técnicas específicas de anestesia y analgesia usadas en el ambiente extrahospitalario deben estar estrechamente relacionadas con aquéllas usadas subsecuentemente en el Hospital, para optimizar los beneficios y prevenir cualquier interferencia con las medidas instituidas y efectos adversos<sup>(1,2,6)</sup>.

## CONCLUSIONES

Los procedimientos de analgesia y anestesia prehospitalaria están estrechamente relacionados con la seguridad y efectividad de la terapia subsecuente en el quirófano o en la Unidad de Cuidados Intensivos. En el terreno de maniobras, la analgesia y sedación de la víctima de trauma militar requiere entrenamiento suficiente por parte de quien la provee. Debido a las destrezas desarrolladas durante su residencia, los anestesiólogos debieran estar involucrados en todos los casos de inducción de la anestesia fuera del hospital y salón de operaciones, cuando estos procedimientos sean requeridos. Sin embargo, la realidad es que no sólo en los escalones sanitarios de atención médica del Ejército Mexicano, sino en la gran mayoría de los Hospitales del país y del mundo, el limitado staff de especialistas en anestesiología impone la necesidad y establece la importancia de que los médicos que se encuentren en posibilidad de requerir brindar este tipo de atención tengan un entrenamiento formal en estas destrezas tan sofisticadas. Creemos que la publicación de tutoriales que introduzcan a los médicos en los conceptos básicos de estas técnicas, contribuirá definitivamente en la mejora de los servicios prehospitalarios nacionales, tanto en los escenarios del trauma civil como del militar<sup>(1-6)</sup>.

## REFERENCIAS

1. Calderón NA, Saray TW. Protocolo de atención integral al trauma prehospitalario. *Rev Sanid Milit Mex* 2004;58(5):399-402.
2. Tsokos GC, Atkins JL. Combat medicine: basic and clinical research in military, trauma and Emergency Medicine. Philadelphia: Humana Press, 2003.
3. Birnbaum ML. Prehospital and Inter-hospital transport of adults. In: Shoemaker WC, Ayres S, Grenvik A, Holbrook PR, Thompson WL, eds. *Textbook of Critical Care*. 2<sup>nd</sup> Edition. Philadelphia: WB Saunders, 1989:69-82.
4. Petrone P, Meneu DJC, García-Núñez LM, Pulido CJ, Moreno EA, Cortina J. Asistencia prehospitalaria al paciente traumatizado. En: Asensio GJA, Meneu DJC, Moreno GE, eds. *Traumatismos: Fisiopatología, diagnóstico y tratamiento*. Primera Edición. Madrid, España; Fundación Mutua-Investigación Médica, 2005:23-34.
5. Carli P. Analgesia and anesthesia in the pre-hospital setting. *Clin Intensive Care* 1993;4:4-7.
6. Boutot F, Clero J, Merckx P, Carli P, Telion C, Lambert Y. Pre-hospital anaesthesia and analgesia. *ITACCS* 2004;2:102-107.
7. Kitz RJ, Van Dam LD. Scope of modern anesthetic practice. In: Miller RD, ed. *Anesthesia*. 3<sup>rd</sup> Edition. New York; Churchill Livingstone, 1990:3-23.
8. Kirby RR. Overview in anesthesiology and critical care medicine. In: Miller RD, ed. *Anesthesia*. 3<sup>rd</sup> Edition. New York; Churchill Livingstone, 1990:2149-2168.
9. Schwartz DE, Matthay MA, Cohen NH. Death and other complications of emergency airway management in critically ill adults. *Anesthesiology* 1995;82:367-376.
10. Bogetz MS. Recall of surgery for major trauma. *Anesthesiology* 1984;61:6-9.
11. Bailey PL, Stanley TH. Narcotic intravenous anesthesia. In: Miller RD, ed. *Anesthesia*. 3<sup>rd</sup> Edition. New York; Churchill Livingstone, 1990:281-366.
12. Gindre S, Ciaias JF, Levraut J, Dellamonica J, Guerin JP, Grimaud I. Rapid sequence intubation: is there any place for fentanyl? *An Fr Anesth Reanim* 2002;21:760-766.
13. Eames WO, Rooke GA, Sai-chuen Wu R, Bishop MJ. Comparison of the effects of etomidate, propofol and thiopental on respi-

- ratory resistance after tracheal intubation. *Anesthesiology* 1996;84:1307-1311.
14. Egan TD, Kern SE, Muir KT, White J. Remifentanil by bolus injection: a safety pharmacokinetic, pharmacodynamic and age effect investigation in human volunteers. *Br J Anaesthesia* 2004;92:335-43.
  15. White PF, Way WL, Trevor AJ. Ketamine: its pharmacology and therapeutic uses. *Anesthesiology* 1992;56:119-125.
  16. Waxman K, Shoemaker WC, Lippman M. Cardiovascular effects of anesthetic induction with ketamine. *Anesth Analg* 1980;58:355-359.
  17. Ganry JC, Dube L, Turroques H, Conreux F. Ketamine: new uses for an old drug. *Curr Opin Anaesthet* 2000;13:299-302.
  18. Johnson KB, Egan TD, Layman J, Kern SE, White JL, McJames SW. The influence of hemorrhagic shock on etomidate: a pharmacokinetic and pharmacodynamic analysis. *Anesth Analg* 2003;96:360-368.
  19. Green SM, Krauss B. Propofol in emergency medicine: pushing the sedation frontier. *Ann Emerg Med* 2003;42:42:792-797.
  20. Lawn ND, Wijdicks EFM. Status epilepticus: a critical review of management options. *Neurol J Southeast Asia* 2002;7:47-59.
  21. Kazana T, Keda K, Morita K, Kikura M, Ikeda T, Kurita T. Investigation of effective anesthesia induction doses using a wide range of infusion rates with undiluted and diluted propofol. *Anesthesiology* 2000;92:1017-1028.
  22. Sparr HJ, Mellinghoff H, Blobner M, Noldge-Schomburg G. Comparison of intubating conditions after rapacuronium and succinylcholine following rapid sequence intubation in adult patients. *Br J Anaesth* 1999;82:537-541.
  23. Reynolds SF, Heffner J. Airway management of the critically ill patient. *Chest* 2005;127:1397-1412.
  24. Sloane C, Vilke GM, Chan TC, Hayden SR, Hoyt DB, Rosen P. Rapid sequence intubation in the field *versus* hospital in trauma patients. *J Emerg Med* 2000;19:259-264.
  25. Wedel DJ, Bown DL. Nerve blocks. In: Miller RD, ed. *Anesthesia*. 3<sup>rd</sup> Edition. New York; Churchill Livingstone, 1990:1407-1438.

