

Artículo Presentación de Caso Clínico

Manejo anestésico del trauma craneoencefálico e infección por SARS CoV 2

Anesthetic management of craniocerebral trauma and SARS CoV 2 infection

Martínez Pérez, Alejandro *; Andrade Navas, Gabriela **

*Méd. Posgradista Anestesiología. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador

**Méd. General. Hospital Básico de Paute, Ministerio de Salud Pública Ecuador

asmartinezp@gmail.com

Resumen.

Introducción: El traumatismo craneoencefálico es una entidad patológica compleja y emergente, puede afectar gravemente el estado neurológico posterior del paciente, compromete un riesgo vital eminente por lo que la intervención oportuna y la realización de maniobras que mejoren el pronóstico en cualquier plazo deben realizarse de manera oportuna, dinámica, coordinada y simultánea.

La infección por SARS CoV 2, compromete variablemente la función respiratoria del individuo y representa un reto anestesiológico en cuanto a manejo de vía aérea, ventilación y oxigenación, la utilización adecuada de equipos de protección es primordial para evitar el contagio en el equipo de salud.

Objetivo: Describir un caso clínico de traumatismo craneoencefálico e infección por SARS CoV 2.

Material y métodos: Estudio descriptivo retrospectivo, presentación de caso clínico.

Resultados: Se describe un caso clínico de paciente masculino de 38 años de edad con diagnóstico de hematoma epidural derecho y subdural agudo fronto-témporo-parietal derecho secundarios a trauma craneoencefálico e infección por SARS CoV 2 asociada, programado para drenaje de hematoma, a quien se le administra anestesia general y manejo de vía aérea de emergencia.

Conclusiones: La intervención oportuno del TEC que requiere drenaje quirúrgico mejora ampliamente el pronóstico neurológico y vital del paciente, una adecuada valoración preanestésica identifica las dianas de intervención, un adecuado mantenimiento de la hemodinamia y perfusión cerebral está indicado, el manejo de la vía aérea de un paciente con TEC e infección por SARS CoV 2, debe contemplar todas los recursos para una vía aérea difícil y de emergencia, se debe poseer todos los equipos de protección personal, usarlos de manera apropiada y reducir al máximo la producción de aerosoles y secreciones.

Palabras clave: Lesiones traumáticas del encéfalo, Infección por Coronavirus

Abstract.

Introduction: Cranioencephalic trauma is a complex and emerging pathological entity, it can seriously affect the subsequent neurological status of the patient, it compromises an eminent vital risk, so timely intervention

and the performance of maneuvers that improve the prognosis in any term must be carried out in a timely manner, dynamic, coordinated and simultaneous.

The SARS CoV 2 infection variably compromises the individual's respiratory function and represents an anesthesiological challenge in terms of airway management, ventilation and oxygenation, the appropriate use of protective equipment is essential to avoid infection in the health team.

Objective: To describe a clinical case of head injury and SARS CoV 2 infection.

Material and methods: Retrospective descriptive study, presentation of a clinical case.

Results: We describe a clinical case of a 38-year-old male patient with a diagnosis of right epidural and acute subdural fronto-temporo-parietal hematoma secondary to head trauma and associated SARS CoV 2 infection, scheduled for drainage of hematoma. he is administered general anesthesia and emergency airway management.

Conclusions: Timely intervention of ECT requiring surgical drainage greatly improves the neurological and vital prognosis of the patient, an adequate pre-anesthetic assessment identifies the targets of intervention, adequate maintenance of hemodynamics and brain perfusion is indicated, the airway management of a patient with ECT and infection with SARS CoV 2, should contemplate all resources for a difficult and emergency airway, all personal protective equipment must be possessed, used appropriately and minimize the production of aerosols and secretions.

Keywords: Traumatic brain injuries, Coronavirus infection

Recibido: 14-9-2020

Revisado: 19-12-2020

Aceptado: 22-12-2020

Introducción.

El trauma craneoencefálico (TEC) es una emergencia médica y constituye un problema de salud a nivel mundial con alta mortalidad y discapacidad, afecta a todos los grupos de edad alcanzando su pico entre los 18 – 40 años, la vasta mayoría de TEC fatal son atribuidos a armas de fuego (39%) y accidentes de tránsito (34%), los casos no fatales se asocian a caídas (niños y adultos mayores). El TEC se clasifica en leve, moderado y severo basado en la Escala de Coma de Glasgow (GCS), duración de amnesia postraumática, y la presencia o ausencia de pérdida de conciencia. Los avances tecnológicos en la monitorización e intervenciones han permitido reducir la mortalidad del 50% al 25% en las últimas tres décadas, la monitorización del oxígeno cerebral y la presión intracraneal han contribuido enormemente en el tratamiento (WSES consensus conference guidelines, algoritmos de SIBICC) y el nuevo concepto de reanimación de control de daños versus cirugía de control de daño ha mejorado los resultados en los diferentes grupos etarios (1–4). El brote del coronavirus de 2019 (2019-nCoV, luego llamado SARS-CoV-2) en Wuhan, China, se

convirtió en una pandemia global, se han especulado sobre varios mecanismos de la neumonía COVID-19, incluida su alta transmisibilidad causada por la estructura invariable de la encima convertidora de angiotensina 2 (ACE 2) en el sitio de unión viral entre diferentes poblaciones, y su patrón de progresión, en el que los pacientes podrían estar asintomáticos, pero presentar pruebas positivas, así como también en la disfunción multiorgánica en los casos más graves (5).

Objetivo

Describir un caso clínico de traumatismo craneoencefálico e infección por SARS CoV 2.

Material y métodos

Estudio descriptivo retrospectivo, presentación de caso clínico.

Resultados

Descripción del caso clínico

Presentación de caso clínico de paciente masculino de 38 años, con diagnóstico de hematoma epidural derecho y subdural agudo fronto-témporo-parietal derecho e infección por SARS CoV 2 asociada, ingresa para drenaje de hematoma de emergencia.

▪ SARS CoV 2 (RT – PCR): Positivo.

Tabla 1. Paraclínica prequirúrgica.

<i>Biometría Hemática</i>		
Glóbulos blancos:	7100	/ul
Neutrófilos:	5640	/ul
Linfocitos:	640	/ul
Hemoglobina:	14,9	g/dl
Hematocrito:	41.3	%
Plaquetas:	135000	/ul
<i>Coagulación</i>		
TP:	11.3	seg
TTP:	20.1	seg
INR:	1.0	
<i>Química Sanguínea:</i>		
Glucosa:	275.4	mg/dl
Urea:	40.9	mg/dl
Creatinina:	0.64	mg/dl
<i>Electrolitos:</i>		
Sodio:	127	mmol/l
Potasio:	3.41	mmol/l
Cloro:	86.1	mmol/l
<i>Inmunología y Molecular</i>		
▪ Anti-SARS-CoV-2	IgG-IgM:	37.880
(0.000 – 0.990)		

Fuente: Datos tomados de la Historia Clínica

Se trata de un paciente de aproximadamente 75 kg con un estado físico de la American Society of Anesthesiologists (ASA) IV E debido a su hemorragia intracraneal, con un riesgo quirúrgico alto, sin predictores de vía aérea difícil, no se conocen antecedentes por estado neurológico del paciente con Glasgow 12/15 (O3V3M6), no se dispone de familiares, se propone una anestesia general balanceada (muchas de las acciones detalladas a continuación se realizaron de manera simultánea), con monitorización estándar y avanzada I y II de la ASA, constantes vitales previas a la inducción anestésica tensión arterial (TA) 145/90, frecuencia cardíaca 105, respiratoria 20, con un índice bispectral (BIS) mayor a 94, se realiza una desnitrogenización con circuito semicerrado por tres minutos con volúmenes corrientes y con una FiO2 de 0.85 (para disminuir riesgo de atelectasias), posición de Trendelenburg invertida, lidocaína 100 mg intravenosos para disminuir la descarga simpática en la intubación, se inicia secuencia de inducción rápida inversa con rocuronio 100 mg, remifentanilo como analgésico a 70 mcg, hipnosis con propofol 150 mg al minuto BIS en 50 y CPAP de 15 cm H2O para disminuir la probabilidad de generar aerosoles con la ventilación a presión positiva, se realiza intubación mediante laringoscopia directa verificando un Cormack – Lehane IIb, primer intento sin complicaciones con tubo endotraqueal 8.0 clampado proximal al adaptador de 15 mm, paciente presenta convulsión tónico clónica de aproximadamente 10 segundos, se impregna dosis de fenitoína a 15 mg/kg administrada en 30 minutos. Se inicia ventilación protectora y sevoflurano a 1% volumen con una fracción espiratoria de 1.6. Inmediatamente después de la craneotomía se evidencia hematoma epidural de aproximadamente 150 ml con sangrado activo de vaso cortical y subdural de 120 cc, se evidencia descompensación hemodinámica por lo que se inicia apoyo de norepinefrina de 0.02 mcg/kg/min titulada hasta 0.05 mcg/kg/min, la hidratación transoperatoria se mantuvo guiada por objetivos y con bolo de solución hipertónica al 3% de 210 ml, al final de la intervención con requerimientos de vasoactivo a la baja, con gasometría con

acidosis respiratoria e hipoxemia moderada, por lo que se decide traslada al paciente en ventilación mecánica a la unidad de cuidados intensivos para extubación programada y neuroprotección.

Discusión

El TEC tiene un alto impacto en la salud global de los pacientes y en los sistemas de salud, es imperante tratar de manera oportuna aquellos en donde la intervención quirúrgica mejore los resultados a cualquier plazo. La fisiopatología del TEC comprende dos tipos de lesiones que en orden de aparición son: primaria y secundaria, que llevarán a déficit neurológico temporal o permanente. La lesión primaria son las consecuencias que producen por las fuerzas físicas y mecánicas que actúan sobre el parénquima cerebral y el cráneo ocasionando una cascada inflamatoria en la que se incluye edema cerebral, daño axonal y una disminución de la presión de perfusión cerebral (diferencia entre tensión arterial media y presión intracraneal o presión venosa central, la que se encuentre más elevada). La lesión secundaria que se instaura en minutos o días es consecuencia de la primaria e incluye trastornos hidroelectrolíticos, hipoxemia, desregulación glicémica, hipotensión, incremento de la presión intracraneal (PIC), hipercapnia o hipocapnia (4,6).

La respuesta inflamatoria asociada produce daño de la barrera hematoencefálica (BHE) y edema cerebral. Posterior a la lesión secundaria ocurre el período de recuperación que consiste en recuperación, de ser el caso, anatómica, funcional y molecular. El compartimiento intracraneal está compuesto por: parénquima cerebral (83%), líquido cefalorraquídeo (LCR, 11%) y sangre (6%), cuando el volumen intracraneal excede sus componentes normales sea por efecto de masa por hemorragia, edema citotóxico y vasogénico o congestión venosa. El tejido cerebral no es compresible por lo que inicialmente causa un drenaje de LCR al continente espinal y, eventualmente, la sangre, en su mayoría venosa, también es drenada del cerebro, sin intervención adecuada los mecanismos compensadores fallan y puede tener consecuencias incluso fatales (6).

Tipos de trauma craneoencefálico

- Conmoción cerebral: TEC leve, sin daño estructural amplio, puede existir alteración del estado mental transitorio.

- Hematomas extra-axiales: se incluyen tanto epidurales como subdurales, se presenta por lesión vascular (arterial o venosa) con estado mental no comprometido hasta síndromes de herniación con PIC en nivel crítico.
- Contusiones y hemorragias subaracnoideas traumáticas: la contusión es resultado de mecanismos de golpe y contragolpe, las hemorragias subaracnoideas (HSA) traumáticas se producen por roturas de capilares que drenan al espacio subaracnoidea (6,7).

Valoración preanestésica

Centrarse en la extensión de las lesiones, condición hemodinámica, neurológica y respiratoria, cinemática del trauma y hábitos tóxicos para descartar intoxicaciones. Prevenir la lesión secundaria, con énfasis en la hidratación, ventilación y oxigenación, manejo de la vía aérea e intervenciones medicamentosas. En la valoración neurológica es importante estratificar Glasgow, diámetro pupilar y motricidad de extremidades. Identificar antecedentes personales de importancia y el estado actual de hematosi y, de ser el caso, su alteración principal, así como el estado metabólico. Es necesario evitar la hipercapnia asociada a premedicación ansiolítica previa a la inducción anestésica (4,6–8).

Manejo de la vía aérea

Si la emergencia de la situación clínica del paciente impide realizar complementarios de imagen, todos los pacientes deben considerarse con inestabilidad cervical y riesgo de broncoaspiración (ver manejo farmacológico más adelante). En el primer caso, es crítico evitar lesión neurológica. Mantener la columna cervical alineada, proteger el cordón espinal y la estabilización con collar del segmento cervical son maniobras de utilidad. El uso del videolarinoscopio está aprobado, en caso de vía aérea difícil, de ser posible, intentar intubación con paciente despierto a través de fibrobroncoscopio o sus variantes (precaución en fracturas de base de cráneo e intubación nasal), el uso de máscaras laríngeas de tercera generación puede utilizarse para el paso del tubo endotraqueal (TET), considerar cricotirotomía en situación no se puede ventilar – no se puede intubar. La más utilizada y mejor resultados por condición del paciente siguen siendo la laringoscopia directa, sin diferencias estadísticas entre las diferentes palas. En el caso de infección por SARS

CoV 2 asociada es de suma importancia la posibilidad de vía aérea difícil y contar el arsenal para enfrentar la misma, los equipo de protección personal son prioridad, evitar la generación de aerosoles y la administración de fármacos sialogogos (4,9).

Manejo anestésico: Inducción

La elección y dosis de las drogas anestésicas deben evitar hipotensión que tiene un importante efecto negativo en los pacientes con TEC. Los relajantes musculares para inducción pueden ser despolarizantes y no despolarizantes. La succinilcolina para secuencia de intubación rápida (SIR), despolarizante, se asocia con incremento de la PIC, habrá que valorar riesgo – beneficio en relación a su rápido inicio de acción (1 minuto) y vida media corta (5 – 10 minutos), se administra a dosis de 1 – 2 mg/kg, sin embargo, para evitar el incremento de la PIC se puede administrar una dosis de precurarización de un relajante muscular no despolarizante (10% de la dosis de intubación de rocuronio) 3 minutos antes de la inducción. Cuando es preferible evitar la administración de succinilcolina, el empleo de rocuronio a dosis de 0.6 – 1.2 mg/kg alcanza condiciones óptimas de intubación a los 60 – 90 segundos y una duración promedio de 40 minutos por lo que en caso de necesitar reversión inmediata se requiere de sugammadex a dosis de 2 – 16 mg/kg (4,8).

Para hipnosis, el propofol a dosis de 1 – 2 mg/kg, es apropiado para la sedación del paciente con TEC por sus ventajas de inicio rápido de acción (30 – 45 segundos), una duración en promedio de 10 minutos y disminución del estrés neuronal, sin embargo, por el bloqueo simpático que produce da como resultado hipotensión indeseable, que independiente de la causa debe ser prontamente revertida. La ketamina a dosis de 2 mg/kg produce anestesia quirúrgica a en 30 segundos y el efecto dura 5 – 10 minutos. El incremento de la PIC y el flujo sanguíneo cerebral hacen que su uso sea limitado, sin embargo, este incremento se manifiesta con dosis superiores a las de inducción, una potencial ventaja de la ketamina es la inhibición de catecolaminas lo que impediría la hipotensión, deletérea en pacientes con TEC. Etomidato mantiene el estado hemodinámico del paciente su dosis de inducción es de 0.15 – 0.3 mg/kg, se debe tener precaución por la supresión adrenal que puede desarrollar (4).

Los opioides durante la inducción tienen como objetivo suprimir los reflejos de vía aérea, atenuar la

respuesta simpática a la intubación, disminuir los requerimientos de los hipnóticos. Fentanilo y remifentanilo son adecuados, valoración adecuada de la dosis para evitar hipotensión y liberación de histamina (4).

Mantenimiento anestésico

Los anestésicos intravenosos e inhalatorios (AI) son seguros. En el primer grupo etomidato, tiopental, midazolam y propofol disminuyen el flujo sanguíneo cerebral (FSC), volumen sanguíneo cerebral (VSC), tasa metabólica cerebral de oxígeno (CMRO2) y la presión intracraneal (PIP). Los opioides no producen incremento de la PIC a pesar de una disminución transitoria de la tensión arterial media (TAM). Los anestésicos inhalatorios producen un incremento, dosis dependiente, del flujo sanguíneo cerebral mediante el efecto de desacomplamiento pudiendo ocasionar un incremento de la PIC, se puede evitar titulando los AI por debajo de 1 CAM. El óxido nitroso produce un incremento de la CMRO2 (evitar en TEC), sevoflurano produce una disminución de la misma (4,8).

Ventilación mecánica

Los objetivos se basan en la prevención de: aspiración de contenido gástrico, hipoxia e hipercapnia. La ventilación mecánica protectora es adecuada, con uso de PEEP tituladas que cumplan dos requisitos: no incrementar la PIC (el impedir el drenaje venoso) y mantener una adecuada oxigenación – ventilación. Se recomienda mantener una PaO2 entre 60 y 100 mm Hg y una PaCO2 entre 35 – 40 mm Hg. La hiperventilación, no se recomienda, pero de aplicarse esta debe ser temporal y como puente para terapias definitivas, la hipoventilación que produce está asociada con isquemia cerebral y peores resultados (1,3,4,10,11).

Monitorización intraoperatoria y accesos intravenosos

La monitorización de la American Society of Anesthesiologists (ASA) estándar I y II debe proporcionarse, una línea arterial para monitorización de tensión arterial invasiva (TAI) y dos accesos intravenosos de gran calibre (18 G o superiores) son suficientes, si se presenta dificultad en los accesos periféricos se justifica el uso de catéter venoso central (femoral o subclavio, no yugular) que no incrementa la PIC. Es necesario la obtención de gasometrías seriadas (arteriales y venosas para cálculo de delta CO2 para valoración de perfusión celular), la monitorización de la coagulación es pertinente,

el tromboelastograma permite guiar terapéuticas de trasfusión en tiempo real. La manipulación del TET y su aspiración pueden producir incrementos de la PIC y asociarse a cefaleas postraumáticas, aunque también se presenta en TEC leve. La monitorización de la PIC se puede realizar a través de sensor en parénquima o a través de un drenaje venricular externo (2,4,12–14).

Actualidades en el manejo anestésico

La Brain Trauma Foundation (BTF) establece que la hipotensión (sistólica menor de 90 mm Hg) es un factor independiente para un peor desenlace en el paciente con TEC. La presión de perfusión cerebral, PPC (dependiente de TAM y PIC o PVC, la más alta) determina la relación directa entre PPC y tensión arterial sistémica, si la primera disminuye la oxigenación del parénquima se ve gravemente afectada. Se recomienda mantener una tensión arterial sistólica mayor de 110 mm Hg o una TAM mayor de 80 mm Hg. Es necesario mantener una PPC entre 60 – 70 mm Hg en adultos, 40 mm Hg para niños de 0 a 5 años, 50 mm Hg de 5 a 11 años y entre 50 – 60 mm Hg para mayores de 11 años. Es uso de vasoactivos para el tratamiento de la hipotensión es común, aunque no está claro la elegibilidad de cada opción, ninguna muestra diferencias estadísticamente significativas en la microcirculación, sin embargo, la fenilefrina es la que más incrementa la TAM y la PPC. Por otro lado, el tratamiento de la hipertensión puede darse con propranolol, nicardipino, labetalol o esmolol, evitando utilizar drogas que modifiquen el tono vascular cerebral. La ubicación del transductor de tensión arterial invasiva es importante para obtener un valor real, el mismo debe colocarse para valorar el vaso sanguíneo de interés, en el caso de TEC el polígono de Willis, a la altura del peñasco es apropiado (al igual que el medidor de PIC), una diferencia vertical de 10 cm puede producir una diferencia de presión de 7.5 mm Hg debido a la presión hidrostática (3,4,10,15).

La BTF afirma que una PIC >20 mm Hg se asocia con un incremento de mortalidad y resultados adversos. Se puede tratar de manera rápida con un drenaje de LCR, son opciones apropiadas el elevar la cabeza para mejorar el drenaje venoso y la administración de manitol a dosis de 0.25 – 1 gr/kg (en 20 minutos) siendo importante monitorizar y reemplazar las pérdidas urinarias para evitar depleción

volumétrica intravascular e hipotensión. La hiperventilación no se recomienda, de utilizarla hacerlo de manera temporal y escasa, mantener PaCO₂ en rango fisiológico. La administración de solución salina hipertónica muestra una reducción del 20 – 60% un efecto pico a los 10 minutos y una duración de 5 horas. Aunque la tendencia es a favor de la solución hipertónica no existe una diferencia estadística significativa en relación con el manitol u otros cristaloides en relación a reducción de mortalidad (no superar una natremia de 155 mEq/l u osmolaridad de 320 mOsm/l) (3,4,16–18).

Es otra interrogante importante el esclarecer que solución de base se puede administrar de manera segura en un paciente neurológico, la controversia del lactato de Ringer es amplia, aunque de cierta manera injustificada, basta con conocer de manera apropiada conceptos como osmolaridad (actividad osmótica por volumen de solución, considera tanta partículas que atraviesan o no la membrana) y tonicidad (osmolaridad efectiva, considera los solutos no penetrables), es así que el lactato de Ringer es una solución hiposmolar de 273 mOsm/l (medida de 254 mOsm/l) pero en el organismo se comporta como una solución casi isotónica, se puede utilizar como mantenimiento en pacientes neurológicos con una BHE intacta y en ausencia de edema. La solución salina 0.9% puede causar acidosis metabólica hiperclorémica, disminuye la perfusión renal e incrementa la mortalidad, sin embargo, con un adecuado manejo hídrico basado por objetivos es oportuna su utilización para evitar el edema cerebral (19–22).

Infección por SARS CoV 2

El brote del nuevo coronavirus de 2019 (2019-nCoV, luego llamado SARS-CoV-2) en Wuhan, China se convirtió en una pandemia global, marcó la tercera introducción de un virulento coronavirus en la sociedad humana, afectando no solo al sistema de salud, sino también a la economía global. La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) es altamente contagiosa; su transmisión se efectúa predominantemente por propagación de gotas. De esta manera, los procedimientos durante el manejo inicial de la vía aérea y de las áreas críticas pueden generar gotas y aerosoles que incrementan el riesgo de transmisión. La elaboración de vacunas serán claves para mitigar la transmisión de la enfermedad (5,9,23).

Controversias y recomendaciones

- Puede realizarse una relación de transfusión 2:1:1 (glóbulos rojos, plasma fresco congelado, plaquetas), pero individualizar por paciente y prevenir coagulopatía.
- No se recomienda el uso de glucocorticoides en el TEC severo.
- El mantenimiento hídrico debe ser guiado por objetivos, preferentemente restrictivo y no mayor a 2 ml/kg/h.
- En caso de administrar coloides (que no han mostrado una ventaja contundente y si alteraciones en la coagulación por su rol en el glucocáliz) en relación con cristaloides su reposición es de 1:1.6.
- El manejo de la glicemia debe mantenerse en rango de 80 – 180 mg/dl, 200 mg/dl en el caso del TEC severo.
- Hipotermia de 32 a 35°C no mejora la mortalidad, pero disminuye la PIC.
- El uso de magnesio a dosis de 15 – 50 mg/kg en 20 minutos tienen algunas ventajas en anestesia como potenciando el efecto relajante muscular, anticoagulante, neuroprotección por su efecto vasodilatador (útil es isquemia cerebral), analgésico, sin embargo, no se ha mostrado un efecto contundente de los beneficios del mismo en TEC severo (24–31).

Conclusiones

La intervención oportuno del TEC que requiere drenaje quirúrgico mejora ampliamente el pronóstico neurológico y vital del paciente, una adecuada valoración preanestésica identifica las dianas de intervención, un adecuado mantenimiento de la hemodinamia y perfusión cerebral está indicado, el manejo de la vía aérea de un paciente con TEC e infección por SARS CoV 2, debe contemplar todas los recursos para una vía aérea difícil y de emergencia, se debe poseer todos los equipos de protección personal, usarlos de manera apropiada y reducir al máximo la producción de aerosoles y secreciones.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interes.

Referencias bibliográficas

1. Chesnut R, Aguilera S, Buki A, Bulger E, Citerio G, Cooper DJ, et al. A management algorithm for adult patients with both brain oxygen and intracranial pressure monitoring: the Seattle International Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference (SIBICC). *Intensive Care Med.* mayo de 2020;46(5):919-29.
2. Pedersen SH, Lilja-Cyron A, Astrand R, Juhler M. Monitoring and Measurement of Intracranial Pressure in Pediatric Head Trauma. *Front Neurol.* 14 de enero de 2020;10:1376.
3. Picetti E, Rossi S, Abu-Zidan FM, Ansaloni L, Armonda R, Baiocchi GL, et al. WSES consensus conference guidelines: monitoring and management of severe adult traumatic brain injury patients with polytrauma in the first 24 hours. *World J Emerg Surg.* diciembre de 2019;14(1):53.
4. Qureshi H. Anesthetic Management of Traumatic Brain Injury. *Clin Med Rev Case Rep [Internet].* 31 de marzo de 2017 [citado 17 de mayo de 2020];4(3). Disponible en: <https://clinmedjournals.org/articles/cmrcr/clinical-medical-reviews-and-case-reports-cmrcr-4-159.php?jid=cmrcr>
5. Tu Y-F, Chien C-S, Yarmishyn AA, Lin Y-Y, Luo Y-H, Lin Y-T, et al. A Review of SARS-CoV-2 and the Ongoing Clinical Trials. *Int J Mol Sci.* 10 de abril de 2020;21(7):2657.
6. Galgano M, Toshkezi G, Qiu X, Russell T, Chin L, Zhao L-R. Traumatic Brain Injury: Current Treatment Strategies and Future Endeavors. *Cell Transplant.* julio de 2017;26(7):1118-30.
7. McCrea M, Meier T, Huber D, Ptito A, Bigler E, Debert CT, et al. Role of advanced neuroimaging, fluid biomarkers and genetic testing in the assessment of sport-related concussion: a systematic review. *Br J Sports Med.* junio de 2017;51(12):919-29.
8. Mejia Mantilla JH, Gonzalez Arboleda LF. Anesthesia for patients with traumatic brain injury. *Colomb J Anesthesiol.* enero de 2015;43:3-8.
9. Cabello-Aguilera R, Pérez-Calatayud A, Vázquez-Lesso A, Lomelí-Terán M, Sánchez-Rosendo J, Mejía-Gómez L, et al. Manejo de la vía aérea en el perioperatorio de los pacientes infectados con COVID-19. *Rev Mex Anesthesiol.* 2020;43(2):23-34.

10. Geeraerts T, Velly L, Abdennour L, Asehnoune K, Audibert G, Bouzat P, et al. Management of severe traumatic brain injury (first 24 hours). *Anaesth Crit Care Pain Med.* abril de 2018;37(2):171-86.
11. Moscote-Salazar LR, Rubiano AM, Alvis-Miranda HR, Calderon W, Alcalá-Cerra G, Rivera MAB, et al. Severe Cranioencephalic Trauma: Pre-hospital Care, Surgical Management and Multimodal Monitoring. :16.
12. Harrois A, Anstey J, Deane AM, Craig S, Udy A, McNamara R, et al. Effects of routine position changes and tracheal suctioning on intracranial pressure in traumatic brain injury patients. *J Neurotrauma.* 13 de mayo de 2020;neu.2019.6873.
13. Andersen AM, Ashina H, Iljazi A, Al-Khazali HM, Chaudhry B, Ashina M, et al. Risk Factors for the Development of Post-Traumatic Headache Attributed to Traumatic Brain Injury: A Systematic Review. *Headache J Head Face Pain.* 22 de abril de 2020;head.13812.
14. Lovich-Sapola J, Johnson F, Smith CE. Anesthetic Considerations for Oral, Maxillofacial, and Neck Trauma. *Otolaryngol Clin North Am.* diciembre de 2019;52(6):1019-35.
15. Saugel B, Kouz K, Meidert AS, Schulte-Uentrop L, Romagnoli S. How to measure blood pressure using an arterial catheter: a systematic 5-step approach. *Crit Care.* diciembre de 2020;24(1):172.
16. de Crescenzo C, Gorouhi F, Salcedo ES, Galante JM. Prehospital hypertonic fluid resuscitation for trauma patients: A systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg.* mayo de 2017;82(5):956-62.
17. Chen H, Song Z, Dennis JA. Hypertonic saline versus other intracranial pressure-lowering agents for people with acute traumatic brain injury. *Cochrane Injuries Group, editor. Cochrane Database Syst Rev [Internet].* 17 de enero de 2020 [citado 17 de mayo de 2020]; Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD010904.pub3>
18. Fatima N, Ayyad A, Shuaib A, Saqqur M. Hypertonic solutions in traumatic brain injury: A systematic review and meta-analysis. *Asian J Neurosurg.* 2019;14(2):382.
19. Semler MW, Rice TW. Saline Is Not the First Choice for Crystalloid Resuscitation Fluids: *Crit Care Med.* agosto de 2016;44(8):1541-4.
20. Chatrath V, Khetarpal R, Ahuja J. Fluid management in patients with trauma: Restrictive versus liberal approach. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2015;31(3):308.
21. Self WH, Semler MW, Wanderer JP, Ehrenfeld JM, Byrne DW, Wang L, et al. Saline versus balanced crystalloids for intravenous fluid therapy in the emergency department: study protocol for a cluster-randomized, multiple-crossover trial. *Trials.* diciembre de 2017;18(1):178.
22. Rowell SE, Fair KA, Barbosa RR, Watters JM, Bulger EM, Holcomb JB, et al. The Impact of Pre-Hospital Administration of Lactated Ringer's Solution versus Normal Saline in Patients with Traumatic Brain Injury. *J Neurotrauma.* junio de 2016;33(11):1054-9.
23. Li H, Zhou Y, Zhang M, Wang H, Zhao Q, Liu J. Updated Approaches against SARS-CoV-2. *Antimicrob Agents Chemother.* 23 de marzo de 2020;64(6):e00483-20, /aac/64/6/AAC.00483-20.atom.
24. Thompson M, McIntyre L, Hutton B, Tran A, Wolfe D, Hutchison J, et al. Comparison of crystalloid resuscitation fluids for treatment of acute brain injury: a clinical and pre-clinical systematic review and network meta-analysis protocol. *Syst Rev.* diciembre de 2018;7(1):125.
25. Lyons MWH, Blackshaw WJ. Does magnesium sulfate have a role in the management of severe traumatic brain injury in civilian and military populations? A systematic review and meta-analysis. *J R Army Med Corps.* noviembre de 2018;164(6):442-9.
26. Cantle PM, Cotton BA. Balanced Resuscitation in Trauma Management. *Surg Clin North Am.* octubre de 2017;97(5):999-1014.
27. Caplan HW, Cox CS. Resuscitation Strategies for Traumatic Brain Injury. *Curr Surg Rep.* julio de 2019;7(7):14.
28. Casey JD, Brown RM, Semler MW. Resuscitation fluids: *Curr Opin Crit Care.* diciembre de 2018;24(6):512-8.
29. Dabrowski W, Woodcock T, Rzecki Z. The use of crystalloids in traumatic brain injury. 2018;50(2):8.
30. van der Jagt M. Fluid management of the neurological patient: a concise review. *Crit Care.* diciembre de 2016;20(1):126.

31. Wise R, Faurie M, Malbrain MLNG, Hodgson E. Strategies for Intravenous Fluid Resuscitation in Trauma Patients. *World J Surg.* mayo de 2017;41(5):1170-83.