



FACULTADE DE MEDICINA
E ODONTOLOXÍA

Traballo de
fin de grao

**Manexo inicial do paciente con Lesión Medular
Aguda: control respiratorio e hemodinámico**

**Manejo inicial del paciente con Lesión Medular
Aguda: control respiratorio y hemodinámico**

**Early management of Acute Spinal Cord Injury:
respiratory and hemodynamic control**

Autor: Xaime Rodríguez Carril

Titora: Ana María López Lago

Cotitora: Mónica Mourelo Fariña

Departamento: Medicina
Intensiva

Xuño 2024

ÍNDICE GENERAL

1.- RESUMEN.....	0
2.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.1.- Marco teórico.....	4
2.1.1.- Control respiratorio.....	4
2.1.2 Control hemodinámico.....	6
3.- JUSTIFICACIÓN.....	7
4.- OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	7
4.1- Objetivos.....	7
4.2- Hipótesis.....	8
5.- METODOLOGÍA.....	8
5.1. Criterios de inclusión:.....	8
5.2. Criterios de exclusión.....	8
5.3. Fuentes y estrategia de búsqueda:.....	9
6.- RESULTADOS.....	10
6.1.- Manejo respiratorio.....	10
6.2.- Manejo hemodinámico.....	19
7.- DISCUSIÓN.....	28
8.- CONCLUSIONES.....	30
9.- LIMITACIONES.....	31
10.- BIBLIOGRAFÍA.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

- Manejo respiratorio.....10
- Manejo hemodinámico.....19

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1: *Fisiopatología de la lesión primaria y secundaria durante la lesión medular aguda*.....4
- Figura 2: *Eventos fisiopatológicos de acuerdo con las fases de la LMA*4
- Figura 3: *Representación gráfica de sPRx*..... 7

ABREVIATURAS

ABCDE (Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure)
AIS (Asia Impairment Scale)
ASIA (American Spinal Injury Association)
AMS (ASIA Motor Score)
AANS/CNS (Asociación Americana de Neurocirujanos)
CV (Capacidad Vital)
FR (Frecuencia Respiratoria)
GCS (Glasgow Coma Scale)
HTV (Volumen Corriente Elevado, por su nombre en inglés <i>High Tidal Volume</i>)
ISS (Injury Severity Score)
ITP (Presión Intratecal, por su nombre en inglés <i>Intrathecal Pressure</i>)
LCR (Líquido Cefalorraquídeo)
LTV (Volumen Corriente Bajo, por su nombre en inglés <i>Low Tidal Volume</i>)
LMA (Lesión Medular Aguda)
LMAC (Lesión Medular Aguda Cervical)
MEP (Presión Máxima Espiratoria)
MIP (Presión Máxima Inspiratoria)
NAV (Neumonía Asociada a Ventilación)
PAM (Presión Arterial Media)
PAS (Presión Arterial Sistólica)
PES (Potenciales Evocados Sensoriales)
PIC (Presión Intracraneal)
PPME (Presión de Perfusión de la Médula Espinal)
ROS (Especies Reactivas de Oxígeno)
SPRx (Índice de reactividad de la presión de la médula espinal)
SDRA (Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo)
TBARS (Sustancias reactivas al ácido tiobarbúrico, por su nombre en inglés <i>Tiobarburic Acid Reactive Substances</i>)
TEDS (Estimulación Eléctrica Transcutánea Diafragmática)
VM (Ventilación Mecánica)
VMI (Ventilación Mecánica Invasiva)
VMNI (Ventilación Mecánica No Invasiva)
UCI (Unidad de Cuidados Intensivos)

1.- RESUMEN

Introducción: La Lesión Medular Aguda (LMA) es una condición neurológica que presenta una enorme morbilidad y mortalidad, planteando no solo problemas físicos y psicosociales para el paciente, sino también para todo su entorno, así como una gran carga asistencial y económica. Es en este contexto donde el manejo inicial llevado a cabo en las UCIs se presupone esencial para disminuir las consecuencias de estas lesiones.

En la LMA distinguimos una lesión primaria y una lesión secundaria, y sobre ambas se podrá intervenir en el manejo de estos pacientes.

Las complicaciones respiratorias suponen la principal causa de morbilidad y mortalidad, teniendo la disfunción respiratoria un origen multifactorial, y pese a que ha habido resultados prometedores con algunas otras técnicas, la ventilación mecánica sigue siendo la principal arma para los pacientes con fallo respiratorio tras LMA.

En cuanto al manejo hemodinámico, la isquemia debida al compromiso de la presión de perfusión espinal es un gran componente de la mencionada lesión secundaria, por lo que reconocer y entender los procesos vasculares presentes en la misma es uno de los principales objetivos de la investigación clínica, estableciendo de este modo el concepto de control hemodinámico en el manejo de la LMA.

Objetivos: Proporcionar información actualizada acerca del manejo respiratorio y hemodinámico inicial de los pacientes con lesión medular aguda.

Métodos: Se ha realizado una revisión bibliográfica de la literatura disponible acerca del manejo inicial del paciente con LMA en los últimos 10 años. Finalmente han sido incluidos 30 artículos de 101 resultados.

Conclusiones: La intubación orotraqueal, ventilación mecánica con volúmenes corriente elevados y la traqueostomía temprana parecen beneficiosos en el manejo respiratorio.

Una PAM mantenida entre 70-95 mmHg y una PPE entre 50-90 mmHg podrían obtener mejores resultados, siendo la norepinefrina el vasopresor de elección.

Palabras clave: Lesión Medular Aguda, Manejo inicial, Manejo respiratorio, Manejo hemodinámico

RESUMO

Introducción: A Lesión Medular Aguda (LMA) é unha condición neurolóxica que presenta unha enorme morbilidade e mortalidade, plantexando non só problemas físicos e psicosociais para o paciente, senón tamén para todo o seu entorno, así como una gran carga asistencial e económica. É neste contexto onde o manexo inicial levado a cabo nas UCIs presuponse esencial para diminuír as consecuencias de este tipo de lesións.

Na LMA distinguimos unha lesión primaria e unha lesión secundaria, e sobre ámbalas dúas poderase intervir no manexo destes doentes.

As complicacións respiratorias supoñen a principal causa de morbilidade e mortalidade, tendo a disfunción respiratoria unha orixe multifactorial, e pese a que outras técnicas de manexo teñen amosado resultados prometedores, a ventilación mecánica segue sendo a principal arma para os pacientes con fallo respiratorio tras LMA.

En canto ó manexo hemodinámico, parece que a isquemia debida ó compromiso da presión de perfusión espinal é un gran compeñente da xa mencionada lesión secundaria, polo que recoñecer e entender os procesos vasculares presentes na mesma é un dos principais obxectivos da investigación clínica, establecendo deste modo o concepto de control hemodinámico no manexo da LMA.

Obxectivos: Proporcionar información actualizada acerca do manexo respiratorio e hemodinámico inicial dos pacientes con LMA.

Métodos: Realizouse unha revisión bibliográfica da literatura dispoñible acerca do manexo inicial do paciente con LMA nos últimos 10 anos. Finalmente foron incluídos 30 artigos de 101 resultados.

Conclusiones: A intubación orotraqueal, ventilación mecánica con volúmenes corrente elevados e traqueostomía temprana parecen beneficiosos no manexo respiratorio

Unha PAM mantida entre 70-95 mmHg e unha PPE entre 50-90 mmHg poderían obter mellores resultados, sendo a norepinefrina o vasopresor de elección.

Palabras clave: Lesión Medular Aguda, Manexo inicial, Manexo respiratorio, Manexo hemodinámico

ABSTRACT

Introduction: Acute Spinal Cord Injury (SCI) is a neurological condition that presents an enormous morbidity and mortality, posing not only physical and psychosocial problems for the patient, but also for their entire environment, as well as a great care and economic burden. It is in this context where the initial management carried out in the ICUs is presumed essential to reduce the consequences of this type of injury.

In SCI we distinguish a primary injury and a secondary injury, and both can be intervened in the management of these patients.

Respiratory complications are the main cause of morbidity and mortality, with respiratory dysfunction having a multifactorial origin, and despite promising results with some other techniques, mechanical ventilation remains the main weapon for patients with respiratory failure after SCI.

Regarding hemodynamic management, it seems that ischemia due to compromise of spinal perfusion pressure is a major component of the aforementioned secondary injury, so recognizing and understanding the vascular processes present in it is one of the main objectives of clinical research, thus establishing the concept of hemodynamic control in the management of SCI.

Objectives: To provide updated information on the initial respiratory and hemodynamic management of patients with acute spinal cord injury.

Methods: A literature review has been conducted regarding the initial management of patients with SCI in the last 10 years. Finally, 30 articles out of 101 results have been included.

Conclusions: Orotracheal intubation, mechanical ventilation with high tidal volumes, and early tracheostomy appear to be beneficial in respiratory management.

A MAP maintained between 70-95 mmHg and an SPP between 50-90 mmHg could yield better results, with norepinephrine being the vasopressor of choice.

Key words: Acute Spinal Cord Injury, Early management, Respiratory management, Hemodynamic management

2.- INTRODUCCIÓN

La lesión medular aguda (LMA) es una condición neurológica que presenta una enorme morbilidad y mortalidad, y su incidencia en España o Europa occidental ronda los 24-25 casos por 100.000 habitantes (1), mostrando diversos estudios un mayor número de casos en varones. (2)

La LMA, aparte de suponer una amenaza para la vida del paciente, plantea diversos problemas físicos y psicosociales tanto para el paciente como para sus cuidadores. Los tratamientos de larga duración a los que se ven sometidos, el coste que conlleva su cuidado a lo largo de todo este tiempo y las pérdidas económicas consecuente provocan en ambos una gran carga psicológica y social. (3)

Uno puede comprender esta situación cuando considera que en el lesionado medular son frecuentes las parálisis a diferentes niveles y grados de extensión, la pérdida de la sensibilidad y la disfunción de la vejiga, intestinal o sexual; así como otras muchas alteraciones provocadas por esta lesión en el sistema nervioso central.

A pesar de que el último siglo ha supuesto un gran avance a nivel de los conocimientos y tratamientos relacionados con la LMA, todavía hoy supone todo un desafío tanto para los pacientes como para el personal médico que los atiende a lo largo de todas las etapas de la lesión.

Es por esto que el manejo en fase inicial llevado a cabo en la Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) se presupone esencial para disminuir la mortalidad en el momento más agudo y poder minimizar las consecuencias que a menudo acarrear estas lesiones.

En la fisiopatología de la LMA distinguimos una etapa inicial o lesión primaria y una siguiente lesión secundaria.

La lesión primaria tiene se caracteriza por la rotura de la barrera hematoencefálica, muerte celular de células gliales, endoteliales y neuronales e interrupción de los tractos fibrosos neurales en la médula espinal, causado por el trauma agudo mecánico.(4)

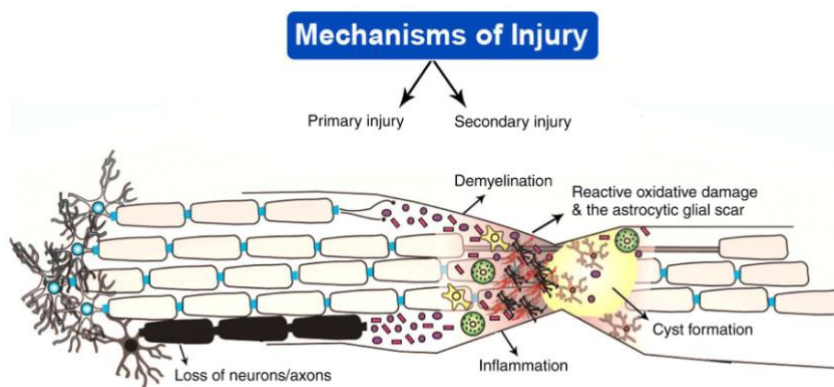


Figura 1.- Fisiopatología de la lesión primaria y secundaria durante la lesión medular aguda. (3)

Después se producen una serie de eventos patológicos consecutivos desencadenados por esta lesión primaria, como puede ser la hemorragia, excitotoxicidad, neuroinflamación, desmielinización, astrogliosis o remodelado de la matriz extracelular, agravando de este modo el daño tisular y comprometiendo la neuroplasticidad. (5)

El reconocimiento de esta lesión secundaria ha supuesto un gran avance en el manejo de este tipo de lesiones. Conocer y comprender esta etapa de la enfermedad proporciona una justificación y una ventana terapéutica para intervenciones que podría reducir esta pérdida tardía celular y tisular. En los últimos años las investigaciones se han centrado en reducir esta lesión secundaria utilizando terapias adyuvantes (neuroprotectoras), así como a aumentar la regeneración celular de la médula espinal utilizando trasplantes celulares y otros métodos. (6)

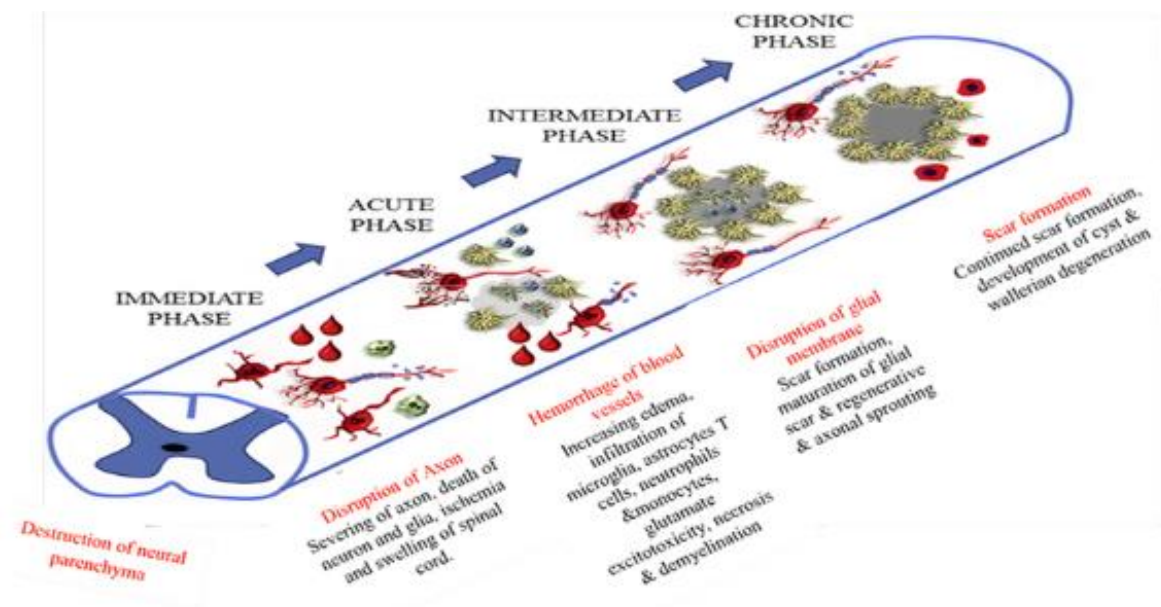


Figura 2.- Eventos fisiopatológicos de acuerdo con las fases de la LMA (4)

El papel de la UCI será, por lo tanto; y siempre en el contexto de una atención multidisciplinaria, reducir la extensión de la lesión primaria y mitigar o prevenir ese daño producido por la posterior lesión secundaria.

De vital importancia son también en este contexto el traslado del paciente a un centro y unidad especializada, así como la atención del mismo siguiendo el manejo ABCDE (Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure). (7)

2.1.- Marco teórico

2.1.1.- Control respiratorio

Las complicaciones respiratorias son la principal causa de morbilidad y mortalidad en pacientes con lesión medular aguda (LMA). El grado de disfunción respiratoria está

relacionado con la extensión y el nivel de la lesión neurológica, siendo las lesiones cervicales y torácicas las de mayor riesgo. (8)

La disfunción respiratoria en este tipo de pacientes se puede explicar por varios mecanismos: primero, una reducción en la fuerza muscular respiratoria y un aumento de la fatiga, reducción en la capacidad inspiratoria y la aparición de atelectasias, retención de secreciones y disfunción autonómica. (8)

La fisiopatología de la disfunción respiratoria en la LMA es multifactorial, siendo resultado de la debilidad diafragmática y de la musculatura accesorio, alteración del mecanismo de la tos, disminución de la producción de surfactante y la falta de oposición vagal que provoca un aumento de las secreciones y el broncoespasmo. El mayor determinante de fallo respiratorio tras LMA es el nivel de la lesión y si es completa o no en relación con el nervio frénico en C3-C5.

Los segmentos espinales C3-C4-C5 son los responsables de inervar el diafragma, por lo que paciente con lesiones medulares completas de acuerdo con la clasificación ASIA y con niveles neurológicos superiores a C4, tendrían una función diafragmática dañada requerirían normalmente soporte ventilatorio inmediato. (9)

Lesiones incompletas (C2-C4) o cervicales debajo de C5 (C5-C8) suelen producir parálisis, debilidad o espasticidad en los músculos encargados de llevar a cabo la respiración forzada. En estos pacientes, el control neural del diafragma está preservado, y la ventilación espontánea es posible. No obstante, en pacientes tetraplégicos, la función respiratoria está severamente comprometida, y el fallo ventilatorio puede ocurrir unos 4.5 (+- 1.2) días después de la lesión. (8)

Tomar una decisión sobre si los pacientes con niveles de lesión C3-C5 necesitan o no traqueostomía resulta desafiante, ya que presentan un grado de disfunción en la contracción diafragmática muy variable y los factores de riesgo para este grupo en concreto no están claros. De hecho, las tasas de traqueostomía en pacientes con LMA a nivel de C3-C5 y fallo respiratorio agudo muestran un amplio rango (25%-75%). (10)

El deterioro funcional es mayor cuanto más rostral sea el nivel de lesión. Lesiones ASIA A tienen un mayor deterioro funcional que las lesiones incompletas. (8)

A medida que asciende el nivel de lesión, la capacidad pulmonar total se reduce progresivamente. La reducción en la capacidad residual funcional ocurre a expensas de del volumen de reserva expiratorio, con un aumento compensatorio del volumen residual. (8)

La principal consecuencia fisiológica de la parálisis de la musculatura expiratoria es un daño en el mecanismo de la tos. El reflejo tusígeno está preservado en lesiones medulares cervicales y torácicas altas. No obstante, la inhabilidad para toser adecuadamente está causada por la debilidad de los músculos mayores de la expiración, resultando en una acumulación de secreciones. En la tetraplejia aguda, algunos pacientes desarrollan un inexplicable aumento producción de moco bronquial. (8)

Todos estos aspectos complican enormemente el manejo respiratorio de los pacientes con lesión medular aguda, y pese a que ha habido resultados alentadores con la estimulación

del nervio frénico y el diafragma, la ventilación mecánica sigue siendo la principal arma para los pacientes con fallo respiratorio tras LMA.

2.1.2 Control hemodinámico

En la década de los 90 se identificó que la isquemia debida al compromiso de la presión de perfusión espinal era un gran componente de la lesión secundaria que tiene lugar en las lesiones medulares, favoreciendo la muerte de células gliales y por lo tanto repercutiendo negativamente en la recuperación de estos pacientes. Es por esto que reconocer y entender los procesos vasculares presentes en esta lesión secundaria ha sido uno de los principales objetivos de la investigación clínica, estableciendo de este modo el concepto de control hemodinámico en el manejo de la LMA. (11)

Las primeras guías que tratan el manejo de la presión arterial se remontan al 2002 (12), y debido a la falta de nueva evidencia de alta calidad, las directrices ahí recogidas se mantuvieron prácticamente inalteradas en la actualización realizada en el 2013 por la asociación americana de neurocirujanos (AANS/CNS). (13)

La mejor evidencia que tenemos hasta la fecha es de clase III: en la UCI, la hipotensión sistémica debe ser evitada manteniendo una presión arterial sistólica (PAS) >90 mmHg y una presión arterial media (PAM) de 85-90 mmHg durante los 5-7 días posteriores a la lesión. El umbral de PAM a alcanzar no deja de ser un tema que genera controversia. En una encuesta realizada a miembros de la comunidad internacional AO Spine (11), un 66,8% de los encuestados (n=221) eligieron objetivos de PAM entre 85-90 mmHg, mientras que un 33,2 % tenían como objetivo valores menores (80-85 mmHg) o mayores (90 mmHg) que estos.

Recientemente ha crecido el interés en mantener tanto una presión de perfusión medular (PPM) óptima como una oxigenación de la médula espinal óptima, en contraste o como añadido a la PAM. (14)

La PPM sigue el mismo concepto que la presión de perfusión cerebral (PAM – PIC (presión intracraneal)), por lo que la autorregulación de la presión medular se rige por la relación entre la presión arterial media y la presión espinal (PAM – Presión Espinal), siendo de vital importancia mantener ambas bajo control. (14)

La lesión medular aguda causa edema y tumefacción, lo que reduce la cantidad de líquido cefalorraquídeo (LCR) en el espacio entre la duramadre y el tejido neural.

Un parámetro importante en estos casos es el índice de reactividad de la presión de la médula espinal (sPRx), el cual refleja la capacidad de respuesta del músculo liso vascular al cambio en la presión transmural (la diferencia entre la presión intravascular y la presión extravascular), y se utiliza para valorar la autorregulación de la médula, es decir, la capacidad del sistema vascular medular de mantener una presión sanguínea constante en la médula espinal, independientemente de las fluctuaciones en la presión arterial sistémica. (14)

Teóricamente, el valor de sPRx es negativo cuando la autorregulación espinal permanece intacta, y cuando esta autorregulación está alterada el índice se verá positivo, indicando que un aumento de la PAM provocará cambios en el flujo, volumen y presión espinal.

Clínicamente, un valor de sPRx <0,3 se considera aceptable(14)

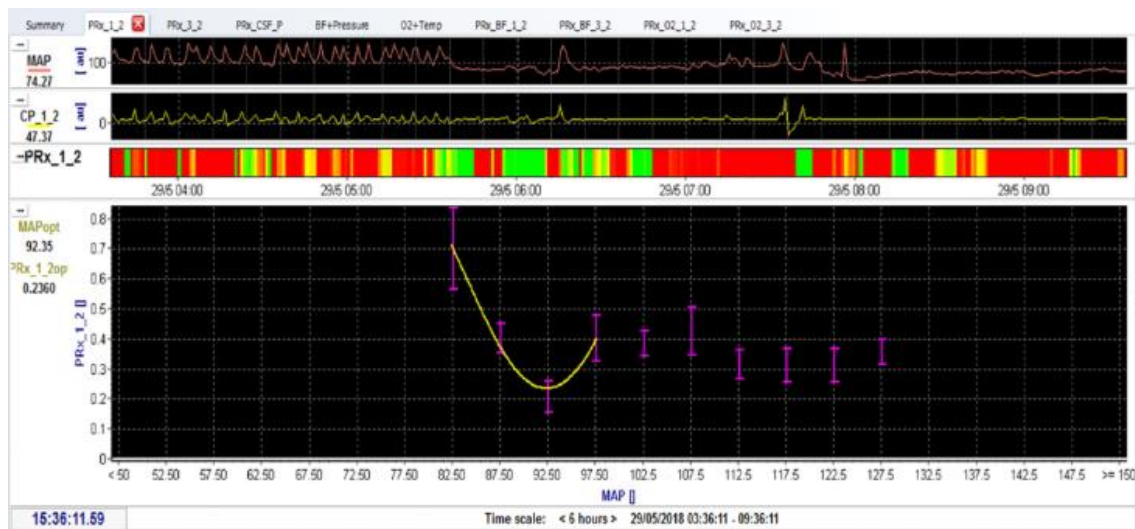


Figura 3.- Representación gráfica de sPRx. (14)

La importancia de mantener una PAM óptima, así como una PPM adecuada, discriminando entre las diferentes opciones de vasopresores son temas importantes que se revisarán a lo largo de este trabajo.

3.- JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta que la lesión medular aguda tiene un impacto significativo en el pronóstico, a pesar de no tener una alta prevalencia, con secuelas catastróficas para quien los sufre y para su entorno, buscar unos estándares de tratamiento óptimos resulta esencial. Ciertos factores inherentes a este tipo de pacientes, como: su complejidad en el manejo inicial por la inestabilidad clínica, hacen que sea complejo llevar a cabo estudios científicos con alto rigor científico y con una muestra lo suficientemente importante como para sacar conclusiones definitivas. Así mismo, como la dificultad para encontrar un consenso debido a resultados dispares en torno a su tratamiento.

Por esto que, tratar de reunir toda la información con evidencia científica actual, para así poder acercarnos un poco al mejor tratamiento posible, resulta de vital importancia.

4.- OBJETIVOS E HIPÓTESIS

4.1- Objetivos

El principal objetivo de este trabajo se centrará en la atención más inmediata a este tipo de pacientes, la “ABC” del universalmente conocido *ABCDE* de la atención urgente, necesaria cuando estos pacientes llegan a las unidades de cuidados intensivos. Estrategias posteriores como la descompresión quirúrgica precoz, la neuroprotección o

neurorregeneración y muchas otras son igualmente de vital importancia, pero no serán el objeto principal de nuestro estudio.

Para ello, buscar, recopilar y sintetizar la literatura correspondiente a estos temas, para así intentar dilucidar qué estrategias son las mejores para el manejo de los pacientes con LMA. Trataremos por lo tanto, y si es posible, de aclarar cuáles son las medidas más eficaces para asegurar la vía aérea de estos pacientes, cómo debe ser la ventilación y cuál es la mejor forma de mantener la estabilidad hemodinámica.

4.2- Hipótesis

A continuación, se describen las hipótesis alternativas planteadas:

- Los pacientes que ingresan con LMA pueden beneficiarse, en el momento agudo, de un tratamiento estandarizado o reglado siguiendo el ABCDE con el fin de mejorar su pronóstico funcional a largo plazo.
- El manejo de la vía aérea mediante traqueostomía y ventilación mecánica puede evitar que la lesión progrese.
- El objetivo de TAM estandarizado evitando la hipotensión podría tener impacto positivo en la funcionalidad de los pacientes.

5.- METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo se ha realizado una revisión de la literatura disponible en las bases de datos: Pubmed, Web of Science, Medline, Cochrane Library, así como herramientas de búsqueda como Google Scholar. Las bases de datos se limitarán a aquellas que tengan acceso libre o sea posible acceder mediante un convenio con un organismo institucional, en este caso la Universidad de Santiago de Compostela (USC).

5.1. Criterios de inclusión:

- Idioma: español o inglés
- Fecha de publicación: desde el 1 de enero de 2013 hasta el 31 de mayo de 2024
- Estudios realizados en humanos.
- Pacientes adultos.
- Pacientes con Lesión Medular Aguda a cualquier nivel.
- Estudios centrados en el manejo respiratorio, hemodinámico o en la fisiopatología de la lesión.

5.2. Criterios de exclusión:

- Estudios centrados en modelos animales
- Estudios centrados en población pediátrica
- Estudios en fase experimental.
- Estudios no accesibles de manera gratuita o mediante acceso con credenciales universitarias.

5.3. Fuentes y estrategia de búsqueda:

Se incluyeron todos los estudios comprendidos entre el año 2013 y el 2024 (ambos inclusive). Se han utilizado los siguientes términos descriptores (términos MeSH) y operadores booleanos que contenían *“ACUTE SPINAL CORD INJURY”* or *“TRAUMATIC SPINAL CORD INJURY”* en el título o resumen y además *“RESPIRATORY MANAGEMENT”, “AIRWAY” and “VENTILATION” and “BLOOD PRESSURE” and “HEMODYNAMIC CONTROL” or “INTENSIVE CARE”* en el cuerpo del título o resumen, términos que nos ayudaron a afinar la búsqueda y centrarla en nuestros objetivos.

El motor de búsqueda arrojó 101 resultados y al final (tras aplicar los criterios de inclusión/exclusión, eliminar duplicados y mediante la lectura de la información) se incluyeron 30 en los resultados del trabajo final. Además, se incluyeron algunos trabajos mencionados en los encontrados con esta estrategia de búsqueda, al ser considerados convenientes y relacionados con este tema.

6.- RESULTADOS

6.1.- Manejo respiratorio

Autores y año de publicación	Tipo de estudio y nº de pacientes	Objetivos	Métodos	Resultados	Calidad
Galeiras Vázquez et al. (8)	Artículo de revisión	Recopilar evidencia del manejo respiratorio de pacientes con LMA.	Revisión narrativa de la literatura	<p>La capacidad vital (CV) es un indicador de la función pulmonar general.</p> <p>Es mejor intubar bajo circunstancias controladas que esperar a que la condición suponga una emergencia.</p> <p>La VM puede afectar de forma negativa a la función diafragmática.</p> <p>La traqueostomía temprana tras una corta intubación orotraqueal es probablemente beneficiosa.</p> <p>El destete debe comenzar lo antes posible, siendo el Tubo en T la mejor modalidad.</p>	Baja

				<p>Algunos pacientes pueden ser liberados de la VM mediante estimulación eléctrica del diafragma.</p> <p>El manejo conservador de la disfunción respiratoria puede ser útil para eliminar secreciones o aumentar la ventilación (con ejercicios respiratorios o soporte ventilatorio no invasivo con presión positiva).</p>	
Wiles MD et al.(15)	Revisión bibliográfica	<p>Recopilación de diferentes estudios que investigan al manejo de la vía aérea en pacientes con sospecha de LMA o LMA confirmada</p>	<p>Búsqueda en MEDLINE, Pubmed, Web of Science, Cochrane Trails y Google Scholar de ensayos clínicos, ensayos controlados, revisiones sistemáticas y meta-análisis.</p> <p>Los estudios fueron incluidos según la opinión del autor.</p>	<p>Se encontró poca evidencia de que la laringoscopia (directa o videolaringoscopia) pueda provocar una lesión medular secundaria en la intubación de pacientes con LMA cervical.</p> <p>Debido a la falta de evidencia de si la utilización de videolaringoscopia o intubación traqueal guiada por broncoscopia confieren alguna ventaja, el autor recomienda utilizar la técnica de intubación traqueal con la que el profesional sea más eficiente.</p>	Baja

Montoto-Marqués A et al. (9)	Estudio descriptivo retrospectivo 146	Analizar los factores de riesgo asociados con la ventilación mecánica en pacientes con LMA.	El estudio incluyó pacientes con LMA cervical traumática hospitalizados entre Enero de 2010 y Diciembre de 2014. Se analizaron las siguientes variables: edad, género, etiología, nivel neurológico, ASIA grade, ASIA motor score al ingreso, lesiones asociadas, ISS y mortalidad.	El único factor que es capaz de determinar la necesidad de VM en pacientes con LMA es el Asia Motor Score (AMS) Factores individuales como el género, edad, puntuación ASIA, lesiones asociadas o Injury Severity Score también se relacionan con la necesidad de VM.	Moderada
Visagan et al. (16) 2023	Estudio observacional 21	Determinar la relación entre la presión de perfusión espinal (PPE) y la función respiratoria en pacientes con LMA cervical.	8 pacientes sin LMA y 13 con LMA traumática fueron incluidos, con ASIA A-C. En estos últimos, se monitorizó PIM en el lugar de la lesión durante una semana y se calculó la PPE (PAM – PIM) así como la función respiratoria con ultrasonidos y medición de la EDI con un tubo nasogástrico.	Una presión de perfusión espinal de 80-90 mmHg se correlaciona con una mejor función respiratoria. Una PPE entre 80-100 mmHg resultó óptima para permitir que los músculos intercostales se contraigan durante la inspiración.	Baja
Meregildo-Rodríguez ED et al. (17) 2024	Revisión sistemática 396	Comparar los resultados de ventilación mecánica con altos volúmenes (HTV) corriente vs bajos volúmenes corriente (LTV)	Se buscaron estudios publicados hasta el 30 de agosto de 2023 en 5 bases de datos, siguiendo la estrategia PECO/PICO. Se analizaron cuantitativamente 6 artículos y se realizó meta-análisis de 5.	No se encontraron diferencias significativas en el desarrollo de NAV como complicación cuando se usa HTV comparado con LTV en pacientes con LMA. Tampoco hay diferencias en la presentación de otras complicaciones pulmonares como SDRA, atelectasias o inicio del destete.	Alta

				<p>No hay evidencias de mayor incidencia de barotrauma cuando se utiliza HTV.</p> <p>Al estudiar el objetivo conjunto NAV y mortalidad, se observó una reducción de NAV y mortalidad de hasta un 52% utilizando HTV.</p>	
<p>Lotzien S. et al (18) 2017</p>	<p>Artículo de investigación. Estudio de casos retrospectivo. 7</p>	<p>Evaluar la utilidad del soporte pulmonar extracorpóreo en pacientes con LMA.</p>	<p>Entre 2008 y 2014, 7 pacientes con fallo pulmonar severo tras LMA recibieron ECMO (N=5) o iLA (n=2)</p>	<p>6 de los 7 pacientes consiguieron separarse de la ayuda extracorpórea (ECMO o iLA) y proseguir su camino hacia la recuperación.</p> <p>Pese a las obvias limitaciones técnicas del estudio, parece que las terapias de soporte extracorpóreo pueden resultar prometedoras para este tipo de pacientes</p>	<p>Baja</p>
<p>Zakrasek EC et al. (19) 2017</p>	<p>Estudio descriptivo retrospectivo 36</p>	<p>Identificar estrategias que incrementen el éxito en la liberación de la VM en pacientes con LMA cervical.</p>	<p>Revisión retrospectiva de historias clínicas entre mayo de 2013 y diciembre de 2014 para el destete del ventilador con LMA y AIS A o B niveles C1-C5, <3 meses post-lesión y traqueostomizados.</p> <p>Análisis de componentes principales no lineal y categórico (NL-PCA) para probar la interacción multivariada de los resultados respiratorios de los pacientes</p>	<p>Mayor éxito en el destete ventilatorio utilizando un régimen de ventilación con volúmenes altos, optimización de la medicación, ventilación no-invasiva y una terapia respiratoria agresiva (tratamientos con presión positiva e insufalción-exuflación mecánica.</p> <p>Efecto positivo del uso de teofilina a la hora de lograr el destete ventilatorio, teniendo</p>	<p>Baja</p>

			(N = 36) que se sometían al destete del soporte ventilatorio después de una LMA aguda con (N = 15) o sin (N = 21) tratamiento con teofilina.	esta un efecto dependiente del nivel de lesión.	
Füssenich et al. (20) 2020	Estudio de cohortes 165	Determinar factores asociados con el éxito o fracaso en el destete en pacientes con LMA.	Desde 2010 hasta 2017, se incluyeron 165 pacientes con LMA cervical, inicialmente dependientes de un ventilador, y se les realizó un destete de forma discontinua a través de una cánula traqueal. Los datos relacionados con detalles antropométricos, lesión neurológica, resultados respiratorios y parámetros de destete se registraron prospectivamente en una base de datos y se analizaron retrospectivamente.	El desenlace del destete prolongado en pacientes con LMA que están siendo ventilados de forma invasiva empeora significativamente con el nivel de la lesión por encima de C4, edad por encima de 54, CV inicial por debajo de 1500 ml e influenciado por comorbilidades como obesidad o EPOC. El procedimiento de destete intermitente parece ser un método sensato para separar a estos pacientes de la VM	Moderada
Wang et al (21) 2020	Estudio prospectivo 96	Comparar la función respiratoria y las especies reactivas de oxígeno (ROS) en sangre, con el fin de encontrar predictores valiosos para el	Se incluyeron 38 pacientes adultos con lesión medular cervical aguda y 58 voluntarios sanos. Se compararon la función respiratoria al ingreso, en el destete y a las 48 horas después del destete, así como el estrés oxidativo sérico, el ISS y el Score de la Asociación Ortopédica Japonesa al ingreso.	Presión máxima inspiratoria (MIP), presión máxima espiratoria (MEP) y VC pueden ser útiles para guiar el destete y los intentos de extubación en pacientes con LMA cervical. Los puntos de corte en el momento de la extubación se situaron en -32.0 cm H ₂ O, 28.5 cm H ₂ O, and 0.328 L para MIP, MEP y VC respectivamente.	Moderada (nivel 3)

		destete en pacientes con LMA cervical		Los niveles de TBARS (sustancias reactivas al ácido tiobarbúrico) estaban significativamente correlacionados con la función respiratoria al ingreso; lo que refuerza el potencial del nivel sérico de TBARS para evaluar la gravedad de los pacientes con LMA cervical, siendo un nivel de TBARS mayor de 762.3 $\mu\text{mol/L}$ al ingreso un indicador de gravedad	
Wang XR et al. (22) 2021	Estudio retrospectivo 124	Comparar los resultados de la traqueostomía en diferentes momentos en pacientes con LMA	Revisión retrospectiva a pacientes con LMAC sometidos a traqueostomía entre enero de 2014 y junio de 2019. 124 pacientes con LMCA que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión fueron incluidos y estratificados en tres grupos según el momento de la traqueostomía: grupo temprano (≤ 4 días desde la intubación inicial), grupo medio (4-10 días desde la intubación inicial) y grupo tardío (≥ 10 días desde la intubación inicial)	Traqueostomía a corto o medio plazo podría mejorar los resultados clínicos y funcionales de pacientes con LMA que requieran VM prolongada	Baja

<p>Foran et al (23) 2022</p>	<p>Revisión sistemática y meta-análisis 2804</p>	<p>Determinar los efectos de una traqueostomía temprana vs tardía o intubación prolongada en pacientes con LMA.</p>	<p>Búsqueda en 9 bases de datos desde su inicio hasta enero de 2020. Se buscaron resúmenes de conferencias de procedimientos relevantes y literatura gris para identificar estudios adicionales. Los datos fueron obtenidos por dos revisores independientes para garantizar la precisión y la integridad. La calidad de los estudios observacionales se evaluó utilizando la Escala de Newcastle-Ottawa.</p>	<p>Traqueostomía temprana (en los 7 días posteriores a la lesión, intubación o cirugía) reducen la duración de la VM, estancia en UCI y hospitalaria, NAV y complicaciones relacionadas con la traqueostomía.</p> <p>La traqueostomía temprana no se asocia a una reducción de la mortalidad a corto plazo</p>	<p>Nivel 3. revisión sistemática</p>
<p>Yu et al. (10) 2022</p>	<p>Estudio retrospectivo observacional 101</p>	<p>Identificar los factores que influyen en la traqueostomía en pacientes con LM C3-C5</p>	<p>101 pacientes con LMA traumática C3-C5 e insuficiencia respiratoria aguda que requirieron intubación translaríngea y (VMI) durante más de 48 horas fueron identificados y divididos en los grupos sin traqueostomía (n = 59) y con traqueostomía (=42). Los datos clínicos fueron revisados y analizados retrospectivamente.</p>	<p>Un Glasgow Coma Scale (GCS) bajo al ingreso y el índice de respiración superficial rápida (ratio entre FR y VC) alta en el momento del destete son los únicos dos factores de riesgo independientes para la traqueostomía</p>	<p>Moderado</p>

<p>Mu y Zhang et al. (24) 2019</p>	<p>Estudio retrospectivo 294</p>	<p>Determinar los factores de riesgo para traqueostomía en pacientes con LMA cervical</p>	<p>Revisión retrospectiva de 294 pacientes con LMA traumática entre 2012 y 2016 y análisis de los factores postulados para aumentar el riesgo de traqueostomía, incluyendo la edad del paciente, grado y nivel de deterioro neurológico, antecedentes de tabaquismo, lesiones asociadas e intervención quirúrgica.</p> <p>Se utilizó análisis de regresión logística para identificar el factor de riesgo independiente para la necesidad de traqueostomía.</p>	<p>La edad avanzada, dislocación de múltiples articulaciones facetarias, nivel C4 o superior y niveles ASIA A o B están relacionados de manera independiente con la necesidad de traqueostomía</p>	<p>Baja</p>
<p>Long et al. (25) 2022</p>	<p>Estudio retrospectivo 456</p>	<p>Identificar los factores de riesgo asociados a la necesidad de traqueostomía en pacientes con LMA cervical traumática.</p>	<p>Análisis retrospectivo de las características demográficas y de lesión de 456 pacientes con LMAC traumática de 2010 a 2019, divididos en el grupo de traqueostomía (n = 63) y sin traqueotomía (n = 393).</p> <p>Se utilizó SPSS 25.0 para el análisis estadístico y el trazado de la curva ROC, análisis de chi-cuadrado para encontrar la diferencia de variables entre los dos grupos, análisis de regresión logística y análisis de regresión logística múltiple.</p>	<p>Historia de tabaquismo, <i>Cervical Spine Injury Severity Score (CSISS)</i> ≥ 7, ASIA A, nivel de lesión $\geq C5$ fueron identificados como factores de riesgo para la necesidad de traqueostomía</p>	<p>Moderada</p>

<p>Duarte et al (26) 2021</p>	<p>Estudio retrospectivo 89</p>	<p>Comparar individuos con LMA cervical sometidos a estimulación eléctrica transcutánea diafragmática (TEDS, por sus siglas en inglés) con un protocolo de destete estándar.</p>	<p>Estudio de casos retrospectivo que investiga a pacientes de UCI sometidos a traqueostomía debido a LMAC. Los datos se extrajeron de los registros médicos de los pacientes atendidos entre enero de 2007 y diciembre de 2016. Cuatro pacientes fueron sometidos a TEDS (estimulación eléctrica transcutánea) y seis a un SWP (programa de destete del ventilador).</p>	<p>La TEDS parece reducir la duración de VMI (33 ± 15 días vs 60 ± 22 días en el grupo control) además de reducir la estancia en UCI en 2.54 veces</p>	<p>Baja</p>
--	--	--	---	--	-------------

6.2.- Manejo hemodinámico

Autor y año de publicación	Tipo de estudio y nº de pacientes	Objetivos	Métodos	Resultados y conclusiones	Calidad
Kong et al (27) 2013	Prospectivo observacional 21	Determinar cómo de eficaces es el mantenimiento en los valores objetivo de Presión Arterial Media (PAM) Y presión de perfusión medular (PPM) en pacientes con LMA	21 individuos con LMA cervical o torácica fueron reclutados dentro de las 48 horas posteriores a la lesión. Se insertó un drenaje intratecal lumbar para monitorizar la presión del líquido cefalorraquídeo (ITP) intratecal. La PAM se monitorizó de forma concurrente con la ITP, y se calculó la PPME. Los datos se registraron cada hora desde el momento de la primera evaluación hasta al menos el final del 5to día después de la lesión.	Fueron observados episodios de PAM < 80 mmHg en todos los pacientes, y en un 81% < a 70 mmHg. Esto sugiere que el control de PAM puede no ser tan consistente como se espera, incluso en un contexto de elevada supervisión.	Baja
Catapano et al (28) 2016	Estudio retrospectivo, serie de casos 62	Estudiar la relación entre el aumento de la PAM y la mejoría neurológica en pacientes con LMA	Los valores de PAM de alta frecuencia de pacientes con lesión medular aguda ingresados durante un período de seis años fueron registrados y los valores se correlacionaron con el grado de recuperación neurológica en un	Se pudo observar una correlación positiva entre valores más altos de PAM y mejoría neurológica en pacientes con un ASIA Impairment Scale (AIS) A y B/C en la post-resucitación, no así en aquellos que eran AIS D.	Baja

			<p>análisis estratificado por puntuación AIS post-reanimación.</p>	<p>La aparente falta de beneficio del aumento de PAM en pacientes AIS D puede estar influenciada por algunos factores confusores como una mayor MAP basal o una menor estancia hospitalaria, por lo que sigue recomendando una monitorización y tratamiento intensivo de estos pacientes.</p> <p>No hubo diferencias en la duración de ingreso hospitalario entre los pacientes que mejoraron neurológicamente y los que no.</p>	
<p>Hawryluk et al. (29) 2015</p>	<p>Estudio retrospectivo 100</p>	<p>Estudiar la correlación de la PAM con la recuperación neurológica en pacientes con LMA</p>	<p>Se estableció como objetivo una PAM de al menos 85 mmHg durante 5 días después de la lesión. Los fármacos más utilizados fueron dopamina (48,5%) y fenilefrina (26,8%). Los pacientes fueron identificados retrospectivamente. Se calculó la mejora en la escala AIS, y los datos (PAM) se registraron de forma continua y automática desde cada monitor junto a la cama de UCI 2005 y 2011. Se realizó análisis de regresión logística binomial para datos categóricos, pruebas post hoc para ajustes por comparaciones múltiples y análisis de varianza para datos continuos.</p>	<p>Sugiere que la PAM media podría relacionarse con el resultado neurológico solamente en los 2-3 primeros días post-lesión.</p> <p>El tiempo por debajo del umbral óptimo de PAM parece estar más relacionado con la recuperación neurológica, observando una relación con los resultados neurológicos en los 5-7 primeros días post-lesión, perdiendo fuerza esta relación a medida que pasa el tiempo.</p> <p>Este estudio sugiere que el beneficio comenzaría a partir de unos valores de MAP por encima de 70-75 mmHg.</p>	<p>Baja</p>

<p>Dakson et al (30) 2017</p>	<p>Estudio retrospectivo 94</p>	<p>Investigar cómo un mantenimiento de PAM > 85 mmHg en los primeros 5 días post-lesión afectan a la recuperación neurológica en pacientes con LMA traumática</p>	<p>Se identificaron 94 casos de LMA traumática. Los datos de seguimiento estuvieron disponibles en un promedio de 26.7 ± 19.5, 115.0 ± 69.3 y 252.0 ± 152.8 días después de la lesión para 61, 48 y 47 pacientes, respectivamente. La recuperación neurológica se evaluó utilizando la Escala ASIA</p>	<p>La mejoría neurológica fue 11 veces mejor en pacientes con una PAM >85 mmHg en comparación con aquellos con una PAM <85 mmHg</p>	<p>Baja</p>
<p>Altaf et al. (31) 2017</p>	<p>Estudio prospectivo de intervención cruzada 11</p>	<p>Estudiar cómo afectan la dopamina y la norepinefrina a la presión intratecal del líquido cefalorraquídeo y a la PPM en pacientes con LMA</p>	<p>Pacientes con LMA >17 años ASIA (AIS) A, B o C. Se evaluaron norepinefrina y dopamina en un "procedimiento cruzado" para comparar directamente su efecto sobre la presión intratecal (ITP). Los procedimientos de cruce de vasopresores se realizaron en la UCI, donde se midieron continuamente la ITP, PAM y la frecuencia cardíaca. La PPME se calculó como la diferencia entre la MAP y la ITP.</p>	<p>La norepinefrina fue capaz de mantener la PAM objetivo con una menor presión intratecal y consecuentemente una mayor PPM en comparación con la dopamina. Este estudio sugiere que la norepinefrina sería preferible a la dopamina si se necesitase el uso de vasopresores para elevar la MAP en pacientes con LMA</p>	<p>Baja</p>

<p>Saadeh et al (32) 2017</p>	<p>Revisión sistemática 788</p>	<p>Revisar la evidencia detrás del manejo de la PA en pacientes con LMA</p>	<p>Revisión sistemática llevada a cabo siguiendo las directrices PRISMA. Utilizando la base de datos de PubMed, los autores identificaron estudios que investigan el manejo de la presión arterial después de una LMA. Se analizó la información sobre los objetivos de presión arterial, la duración del manejo de la presión arterial, la selección de vasopresores y los resultados neurológicos.</p>	<p>Existe poca evidencia de alta calidad para guiar el manejo de la PA, y estudios posteriores son necesarios.</p> <p>Basándose en los estudios con mayor nivel de evidencia, objetivos de PAM de 85-90 mmHg en los 5-7 días post-lesión deben ser considerados</p> <p>En cuanto al vasopresor óptimo, la dopamina debe ser evitada.</p> <p>La norepinefrina debe ser considerada como agente de primera línea para LMA cervicales y torácicas altas, debido a su menor perfil de riesgo en comparación con la dopamina</p> <p>Para LMA torácicas medias-bajas, la norepinefrina y fenilefrina deben ser consideradas agentes de primera línea</p>	<p>Moderada</p>
<p>Gee et al. (33)</p>	<p>Prospectivo observacional</p>	<p>Estudiar la viabilidad de cumplir con las</p>	<p>Se examinaron datos recopilados minuto a minuto para describir el perfil de presión en los primeros 5 días</p>	<p>Una PAM más alta está asociada con una mayor variabilidad en los valores de PA.</p>	

2022	16	directrices de tratamiento en el manejo hemodinámico de la LMA (PAM 80-90 mmHg)	después de una lesión medular en 16 pacientes ingresados en UCI (40 ± 19 años, 13 hombres/3 mujeres, C4-T11). La PAM y la ITP se monitorizaron a 100 Hz mediante catéteres arteriales y lumbares intratecales, respectivamente, y se informaron como el promedio de cada minuto. La PPME se calculó como la diferencia entre la MAP y la ITP.	<p>Tras medir la PAM minuto a minuto, se observó que la PAM media cambió ~3 mmHg cada minuto</p> <p>La PAM se situó en los rangos deseados solo un ~24% del tiempo.</p> <p>La mayoría de las mediciones (57±16%) estuvieron por encima de 90 mmHg, sugiriendo que el esfuerzo por mantener a los pacientes en un rango de PAM de 85-90 mmHg para evitar la hipotensión puede llevar a “pasarse” el objetivo.</p>	Baja
Menacho y Floyd (34) 2021	Revisión sistemática	Sintetizar la práctica clínica actual e identificar huecos en el conocimiento en lo que rodea a los pacientes con LMA	Revisión sistemática de la literatura actual identificada en PubMed sobre la elevación de la PAM y la presión parenquimatosa de la médula espinal en la LMA.	<p>La norepinefrina podría ser el vasopresor de elección</p> <p>Los monitores de presión parenquimatosa espinal pueden ser colocados en el lugar de la lesión con seguridad</p> <p>La elevación de PAM y el drenaje de LCR pueden mejorar los resultados neurológicos en mayor medida que cada intervención por separado</p>	Moderada

<p>Wood et al. (35) 2014</p>	<p>Serie de casos 38</p>	<p>Evaluar la eficacia de la pseudoefedrina como terapia adyuvante en pacientes con LMA</p>	<p>38 pacientes que recibieron pseudoefedrina 1 o + días para: tratamiento de hipotensión, bradicardia o estaban recibiendo soporte vasopresor intravenoso.</p>	<p>La pseudoefedrina es una terapia adyuvante efectiva para facilitar la desescalada de vasopresores y/o atropina, aunque los pacientes normalmente requieren terapias muy prolongadas</p>	<p>Baja</p>
<p>Evaniew et al (36) 2024</p>	<p>Actualización de revisión sistemática</p>	<p>Sintetizar información sobre las intervenciones disponibles para optimizar la presión de perfusión espinal en pacientes con LMA</p>	<p>Búsqueda en PubMed/MEDLINE, EMBASE y ClinicalTrials.gov nuevas publicaciones. Dos revisores examinaron de forma independiente los artículos, extrajeron los datos y evaluaron el riesgo de sesgo.</p> <p>Fue implementado el sistema GRADE para calificar la confianza en la calidad de la evidencia.</p>	<p>El efecto del soporte de PAM en la recuperación neurológica es incierto. La mayoría de la evidencia que favorece el soporte de PAM viene de estudios sin control (evidencia muy baja)</p> <p>El uso de vasopresores para el soporte de PAM podría estar asociado con tasas más elevadas de arritmias cardíacas, lesión miocárdica, acidosis, necrosis dérmica y otros (evidencia muy baja). Uno de los mayores estudios incluidos en esta revisión no encontró relación entre el uso de vasopresores y efectos adversos.</p> <p>Un aumento de la PPE podría estar asociada con un mejor resultado neurológico (evidencia muy baja)</p>	<p>Moderada</p>

				<p>La monitorización de la PPE vía sondas de presión en la médula espinal colocadas en el lugar de la lesión se asoció con fugas de LCR y pseudomeningocele asintomático. (evidencia muy baja)</p> <p>Monitorización de PPE y/o drenaje de LCR vía catéter intradural no se asoció con efectos adversos. (evidencia baja)</p> <p>Quince estudios reportaron asociaciones entre recuperación neurológica y objetivos de PAM 70-95 mmHg (e. muy baja)</p> <p>La dopamina se asoció con una mayor tasa de efectos adversos en comparación con otros vasopresores. (evidencia muy baja)</p> <p>Catorce estudios reportaron asociaciones entre recuperación neurológica y el mantenimiento de objetivos de PAM o PPE por 3-7 días post-lesión. (evidencia muy baja)</p>	
Saadoun et al (37) 2017	Estudio prospectivo Observacional 41	Estudiar la relación entre la presión intratecal (ITP) y la PPE con el	Las señales de PPE y PA se muestrearon durante hasta siete días. Los neurointensivistas estaban	La PPE y la presión intratecal (ITP) en el lugar de lesión son predictoras de recuperación neurológica a los 9-12 meses.	Baja

		resultado neurológico en pacientes con LMA traumática	cegados a la lectura del ISP. La PAM se trató con noradrenalina.	PIM media <10 mmHg y PPE >90 mmHg están asociadas con mejor recuperación	
Squair et al (38) 2017	Estudio prospectivo observacional 92	Determinar el valor de la PPE medida con un catéter intradural como predictora del resultado neurológico en pacientes con LMA.	Los catéteres intradurales se insertaron dentro de las 48 horas posteriores a la lesión y se mantuvieron durante una semana; la PPE se calculó como la diferencia entre la PAM y la PIM; el rango objetivo de MAP fue de 80-85 mmHg durante 5 días posteriores al registro.	Los datos indican que una PPE de 6065 mmHg podría resultar óptima para la recuperación neurológica y podría ser conseguida con una buena tolerancia por parte de los pacientes	Baja
Squair et al. (39) 2019 <i>Nuevo estudio</i>	Estudio prospectivo observacional 92	Determinar las condiciones hemodinámicas asociadas con la recuperación neurológica en pacientes con LMA	Los catéteres intradurales se insertaron dentro de las 48 horas posteriores a la lesión y se mantuvieron durante una semana; la PPE se calculó como la diferencia entre la PAM y la PIM; el rango objetivo de MAP fue de 80-85 mmHg durante 5 días posteriores al registro.	La PPE está independientemente asociado con la recuperación neurológica mientras que la PAM no. Mantener la PPE por encima de 50 mmHg es un predictor potente de mejoría en la recuperación.	Baja

<p>Gallagher et al (40) 2020</p>	<p>Estudio prospectivo 12</p>	<p>Investigar el efecto de aumentar la PPE en los potenciales evocados sensoriales (PES) en pacientes con LMA traumática severa.</p>	<p>En 12 pacientes con LMA traumática, fue colocada una sonda de presión, un catéter de microdiálisis y un electrodo en tira con 8 contactos en la superficie de la médula espinal lesionada.</p> <p>Monitoreamos la PPME, la relación lactato-piruvato (LPR) y los potenciales evocados somatosensoriales (SEP) (después de la estimulación del nervio mediano o del nervio tibial posterior).</p>	<p>La gravedad de la lesión se correlaciona con la probabilidad de detectar señales en los PES: Pacientes AIS A presentan menos electrodos activos que pacientes AIS C.</p> <p>La elevación de la PPE puede ser beneficiosa en algunos pacientes (aumento de amplitud de PES), pero perjudicial en otros (reducción de la amplitud de PES)</p> <p>Esto apoya un manejo individualizado de cada paciente, guiado por la monitorización en el lugar de lesión, en lugar de objetivos de PAM universales.</p>	<p>Baja</p>
<p>Yue et al (41) 2020</p>	<p>Estudio prospectivo 15</p>	<p>Investigar la seguridad de la implementación de la PPE como herramienta para el manejo de la LMA</p>	<p>A partir de diciembre de 2017, los pacientes con lesiones medulares traumáticas contusas que se presentaron <24 horas después de la lesión con AIS de A a C recibieron la colocación de un drenaje subaracnoideo lumbar para la monitorización de la PPME en la UCI. La PPME se monitorizó durante 5 días (objetivo ≥ 65 mm Hg) logrado a través de fluidos intravenosos y soporte vasopresor. Las AIS se evaluaron al ingreso y en el día 7.</p>	<p>El manejo dirigido a objetivos de PPE es factible y no presenta complicaciones.</p>	<p>Baja</p>

7.- DISCUSIÓN

A lo largo de este trabajo se ha revisado la literatura disponible acerca del manejo inicial de los pacientes con LMA, pudiendo observar ciertas tendencias en cuanto al manejo respiratorio y hemodinámico

En cuanto al manejo respiratorio, repasemos las principales líneas de actuación en cuanto al cuidado y soporte de estos pacientes.

En el momento inicial de la lesión, la movilización cervical a la hora de intubar a estos pacientes puede suponer un reto y generar incertidumbres debido a la naturaleza de la lesión y a las graves consecuencias que puede tener crear o empeorar una lesión cervical ya existente. No obstante, no parece que haya evidencias de que la laringoscopia de cualquier tipo pueda provocar una lesión medular secundaria. Por lo tanto, se debe proceder a la intubación de estos pacientes, ya sea por laringoscopia directa o videolaringoscopia.

El nivel neurológico de lesión en lesiones completas y el AMS en general (a menor puntuación en el AMS, mayor riesgo de necesidad de necesitar soporte ventilatorio) son los factores más determinantes para la necesidad de VM en este tipo de pacientes. Además, el nivel sérico de TBARS demuestra potencial para evaluar la gravedad de los pacientes con LMA cervical. Los niveles de este indicador se correlacionaron con la función respiratoria al ingreso, siendo un nivel TBARS $>762.3 \mu\text{mol/L}$ al ingreso un indicador de gravedad.

Uno de los principales debates en torno al manejo ventilatorio de estos pacientes son los volúmenes corriente a aplicar en la VMI. (Volúmenes corriente altos (HTV) o bajos (LTV)). Si bien es cierto que no se han observado diferencias en el desarrollo de NAV, SDRA u otras complicaciones, parece que el empleo de HTV reduce el objetivo conjunto de NAV y mortalidad hasta un 52%. Además, aunque si bien es cierto que con HTV se pueden observar valores más altos de presión pico pulmonar, no hay evidencia de una mayor tasa de lesiones por barotrauma.

En caso de que la ventilación mecánica no sea efectiva o no pueda llevarse a cabo, otras alternativas como el soporte pulmonar extracorpóreo podrían entrar en juego, aunque mayor investigación al respecto es necesaria para implementar su uso de manera segura y adecuada.

Precisamente, el empleo de volúmenes corriente altos parece tener también una influencia positiva a la hora de realizar el destete de la VMI en estos pacientes. En este proceso de separación de los aparatos de asistencia ventilatoria el empleo de teofilina se presenta también como una opción beneficiosa, así como una terapia respiratoria agresiva mediante tratamientos con presión positiva e insuflación-exuflación mecánica, o sobre todo un procedimiento de destete intermitente.

Pese a todo esto, habitualmente el proceso de destete es prolongado, y se ve influenciado negativamente por varios factores como un nivel de lesión por encima de C4, edad >54 años, CV inicial <1500 ml o comorbilidades como la obesidad o la EPOC.

En todo este proceso de destete podemos utilizar diversos parámetros para guiar la actuación, como pueden ser la MIP, MEP o VC, que a través de unos determinados puntos de corte aportarán más objetividad a la hora de decidir cuándo separar a estos pacientes de los ventiladores.

Como ya se ha dicho, es habitual que la VM en estos pacientes se prolongue en el tiempo, por lo que el empleo de traqueostomía es habitual en estos pacientes. De hecho, son varios los estudios que relacionan una traqueostomía temprana con mejores resultados clínicos y funcionales en pacientes que vayan a requerir VM prolongada, además de reducir la estancia hospitalaria, en UCI o las tasas de NAV o complicaciones asociadas con la propia ventilación.

En cuanto a la decisión de qué pacientes necesitarán o no traqueostomía, un GCS bajo al ingreso, índice de respiración superficial rápida alta en el momento del destete, edad avanzada, dislocación de múltiples articulaciones facetarias, nivel C5 o superior, niveles ASIA A o B, historia de tabaquismo o CSISS ≥ 7 parecen presentarse como factores de riesgo para la necesidad e traqueostomía.

En el manejo hemodinámico la principal controversia es qué diana de PAM consiga mejores resultados, qué fármacos utilizar para llegar a ella y cómo medir si realmente ese nivel de PAM tiene efectos beneficiosos en la recuperación o preservación de la función medular.

Mientras algunos estudios sitúan los niveles óptimos de PAM en valores entre 70-75 mmHg, otros apuntan cifras más altas como PAM >85 mmHg, o también a que el rango óptimo se encuentra entre los 85-90 mmHg. La mayoría de estudios apuntan a que el mantenimiento de PAM por encima de estas cifras va perdiendo correlación con la mejoría neurológica a medida que avanzan los días, siendo un mejor predictor de recuperación durante los primeros 3-7 días post-lesión. Después de este tiempo el beneficio/riesgo de seguir un objetivo de PAM es incierto.

Sea cual sea el rango que se decida, lo que parece estar claro es la dificultad que existe en mantener la PAM en ese rango de valores, señalando varios estudios la gran variabilidad de los valores de la misma pese a los esfuerzos de mantenerla en un rango constante.

En cuanto al vasopresor óptimo para alcanzar estos objetivos, la norepinefrina parece perfilarse como el agente más indicado, debido en gran parte a su menor perfil de riesgo en comparación con otros fármacos como la dopamina.

A parte de la PAM, otros indicadores surgen como alternativas para monitorizar la evolución de estos pacientes. La presión intramedular (PIM) y la presión de perfusión espinal (PPE) calculada posteriormente como la diferencia entre PAM y PIM, parecen ser buenos indicadores de función medular y de recuperación neurológica.

Colocar monitores de presión parenquimatosa de la médula espinal en estos pacientes parece ser seguro, y el manejo de estos pacientes siguiendo objetivos de PPE es factible y no presenta complicaciones.

Son varios los estudios que asocian un aumento de la PPE y recuperación neurológica. Algunos autores defienden el beneficio a partir de valores de PPE >90 mmHg y valores de PIM <10 mmHg, mientras que otros optan por rangos de 60-65 mmHg o incluso reportan mejoría neurológica con el mantenimiento de la PPE por encima de 50 mmHg.

Estas diferencias podrían estar motivadas por la variabilidad entre los diferentes pacientes, por lo que resulta interesante desarrollar herramientas que puedan predecir en qué pacientes será útil este aumento de la PPE, o hasta qué punto o valores resultarían beneficiosos para conseguir una mejor recuperación neurológica. En esta línea, Gallagher et al. apuntan a la utilidad de los PES para determinar qué pacientes se benefician del aumento de PPE. Si bien es cierto que se trata de un estudio con evidencia baja, sostiene que aquellos pacientes que presenten un aumento de amplitud de PES se beneficiarían de la elevación de PPE, pero que sería perjudicial para aquellos que muestren una reducción de la amplitud de dicha amplitud.

Lo que está claro, tal y como apunta una reciente revisión sistemática de Evaniew et al., la evidencia que apoya todas estas medidas suele ser muy baja. Esto se debe principalmente al diseño de la mayoría de estudios que tratan estos temas, motivado principalmente por la complejidad y gravedad de los pacientes, que impide realizar investigaciones más controladas y sistemáticas.

Más investigación de calidad es necesaria para poder sentar unas bases firmes en el manejo de los pacientes con este tipo de lesiones medulares.

8.- CONCLUSIONES

MANEJO RESPIRATORIO

- La intubación orotraqueal no presenta riesgos de empeoramiento de la lesión cervical, por lo que debe realizarse.
- El nivel neurológico en lesiones completas, Asia Motor Score o niveles séricos de sustancias reactivas al ácido tiobarbúrico se postulan como indicadores de gravedad de la lesión.
- La ventilación mecánica con volúmenes corriente elevados parece mostrar mejores resultados.
- La traqueostomía temprana (primeros 7 días post-lesión) parece que muestra mejores resultados clínicos y funcionales.

MANEJO HEMODINÁMICO

- El soporte de Presión Arterial Media parece mejorar los resultados neurológicos, mostrando beneficios con valores comprendidos entre 70-95 mmHg.

- El mantenimiento de la Presión Arterial Media en los valores objetivo resulta difícil y a menudo se observan variaciones en la misma pese a los esfuerzos por mantenerla en rango.
- La norepinefrina podría considerarse el vasopresor de elección.
- Seguir objetivos de Presión de Perfusión Espinal resulta factible y no parece presentar complicaciones.
- Valores de Presión de Perfusión Espinal de 50-90 mmHg podrían estar relacionados con mejores resultados neurológicos.

En ambos casos, la literatura que apoya estas medidas presenta baja evidencia y nuevos y mejores estudios son necesarios para conseguir unas directrices de manejo más claras y seguras.

9.- LIMITACIONES

Las principales limitaciones de la mayoría de estudios de este trabajo son el bajo número de participantes de los mismos, así como el diseño, que normalmente impide compararlos con un grupo control o plantear distintos diseños de estudios que aportasen mejores datos. Esto condiciona que la calidad de la evidencia que aportan sea en gran parte baja.

En cuanto al propio trabajo, la falta de acceso a determinados artículos con acceso mediante pago provoca un evidente sesgo de selección. Además, la falta de revisión sistematizada y estadística propia de las revisiones bibliográficas resta calidad a las evidencias y conclusiones que se podrían obtener a partir de este trabajo.

10.- BIBLIOGRAFÍA

1. Global, regional, and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol.* enero de 2019;18(1):56-87.
2. Zhou H, Lou Y, Chen L, Kang Y, Liu L, Cai Z, et al. Epidemiological and clinical features, treatment status, and economic burden of traumatic spinal cord injury in China: a hospital-based retrospective study. *Neural Regen Res.* 14 de agosto de 2023;19(5):1126-32.
3. Zhang Y, Al Mamun A, Yuan Y, Lu Q, Xiong J, Yang S, et al. Acute spinal cord injury: Pathophysiology and pharmacological intervention. *Mol Med Rep.* junio de 2021;23(6):417.
4. Venkatesh K, Ghosh SK, Mullick M, Manivasagam G, Sen D. Spinal cord injury: pathophysiology, treatment strategies, associated challenges, and future implications. *Cell Tissue Res.* 1 de agosto de 2019;377(2):125-51.

5. Rowland JW, Hawryluk GWJ, Kwon B, Fehlings MG. Current status of acute spinal cord injury pathophysiology and emerging therapies: promise on the horizon. *Neurosurg Focus*. 2008;25(5):E2.
6. Karsy M, Hawryluk G. Modern Medical Management of Spinal Cord Injury. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 30 de julio de 2019;19(9):65.
7. American College of Surgeons. Committee on Trauma. ATLS®: advanced trauma life support student course manual. 2018.
8. Galeiras Vázquez R, Rascado Sedes P, Mourelo Fariña M, Montoto Marqués A, Ferreiro Velasco ME. Respiratory Management in the Patient with Spinal Cord Injury. *BioMed Res Int*. 2013;2013:168757.
9. Montoto-Marqués A, Trillo-Dono N, Ferreiro-Velasco ME, Salvador-de la Barrera S, Rodríguez-Sotillo A, Mourelo-Fariña M, et al. Risks factors of mechanical ventilation in acute traumatic cervical spinal cord injured patients. *Spinal Cord*. marzo de 2018;56(3):206-11.
10. Yu WK, Chen YC, Chen WC, Yi-Fong Su V, Yang KY, Kou YR. Influencing factors for tracheostomy in patients with acute traumatic C3–C5 spinal cord injury and acute respiratory failure. *J Chin Med Assoc*. febrero de 2022;85(2):167.
11. Hejrati N, Moghaddamjou A, Pedro K, Alvi MA, Harrop JS, Guest JD, et al. Current Practice of Acute Spinal Cord Injury Management: A Global Survey of Members from the AO Spine. *Glob Spine J*. marzo de 2024;14(2):546-60.
12. Hadley MN, Walters BC, Grabb PA, Oyesiku NM, Przybylski GJ, Resnick DK, et al. Guidelines for the management of acute cervical spine and spinal cord injuries. *Clin Neurosurg*. 2002;49:407-98.
13. Walters BC, Hadley MN, Hurlbert RJ, Aarabi B, Dhall SS, Gelb DE, et al. Guidelines for the Management of Acute Cervical Spine and Spinal Cord Injuries: 2013 Update. *Neurosurgery*. agosto de 2013;60:82.
14. Lee YS, Kim KT, Kwon BK. Hemodynamic Management of Acute Spinal Cord Injury: A Literature Review. *Neurospine*. marzo de 2021;18(1):7-14.
15. Wiles MD. Airway management in patients with suspected or confirmed traumatic spinal cord injury: a narrative review of current evidence. *Anaesthesia*. octubre de 2022;77(10):1120-8.
16. Visagan R, Boseta E, Zoumprouli A, Papadopoulos MC, Saadoun S. Spinal cord perfusion pressure correlates with breathing function in patients with acute, cervical traumatic spinal cord injuries: an observational study. *Crit Care*. 20 de septiembre de 2023;27:362.
17. Meregildo-Rodríguez ED, Vázquez-Tirado GA, Quispe-Castañeda CV, del Carmen Cuadra-Campos M, Contreras-Cabrera JM, Pinedo-Portilla JL. High vs. low tidal volume and pulmonary complications in patients with cervical spinal cord injury on mechanical ventilation: systematic review. *Front Med*. 1 de marzo de 2024;11:1362318.

18. Lotzien S, Schildhauer TA, Aach M, Strauch J, Swol J. Extracorporeal lung support in patients with spinal cord injury: Single center experience. *J Spinal Cord Med.* marzo de 2017;40(2):188-92.
19. Zakrasek EC, Nielson JL, Kosarchuk JJ, Crew JD, Ferguson AR, McKenna SL. Pulmonary outcomes following specialized respiratory management for acute cervical spinal cord injury: a retrospective analysis. *Spinal Cord.* junio de 2017;55(6):559-65.
20. Füssenich W, Hirschfeld Araujo S, Kowald B, Hosman A, Auerswald M, Thietje R. Discontinuous ventilator weaning of patients with acute SCI. *Spinal Cord.* mayo de 2018;56(5):461-8.
21. Wang HC, Chen KY, Lin YT, Chen WF, Liaw MY, Lin YJ, et al. Factors Associated With Prolonged Mechanical Ventilation and Reventilation in Acute Cervical Spinal Cord Injury Patients. *Spine.* 1 de mayo de 2020;45(9):E515.
22. Wang XR, Zhang Q, Ding WS, Zhang W, Zhou M, Wang HB. Comparison of clinical outcomes of tracheotomy in patients with acute cervical spinal cord injury at different timing. *Clin Neurol Neurosurg.* 1 de noviembre de 2021;210:106947.
23. Foran SJ, Taran S, Singh J, Kutsogiannis DJ, McCredie V. Timing of tracheostomy in acute traumatic spinal cord injury: A systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg.* enero de 2022;92(1):223-31.
24. Mu Z, Zhang Z. Risk factors for tracheostomy after traumatic cervical spinal cord injury. *J Orthop Surg.* 1 de septiembre de 2019;27(3):2309499019861809.
25. Long P ping, Sun D wei, Zhang Z feng. Risk Factors for Tracheostomy after Traumatic Cervical Spinal Cord Injury: A 10-Year Study of 456 Patients. *Orthop Surg.* 2022;14(1):10-7.
26. Duarte GL, Bethiol AL, Ratti L dos SR, Franco G, Moreno R, Tonella RM, et al. Transcutaneous electrical diaphragmatic stimulation reduces the duration of invasive mechanical ventilation in patients with cervical spinal cord injury: retrospective case series. *Spinal Cord Ser Cases.* 9 de abril de 2021;7(1):1-6.
27. Kong CY, Hosseini AM, Belanger LM, Ronco JJ, Paquette SJ, Boyd MC, et al. A prospective evaluation of hemodynamic management in acute spinal cord injury patients. *Spinal Cord.* junio de 2013;51(6):466-71.
28. Catapano JS, John Hawryluk GW, Whetstone W, Saigal R, Ferguson A, Talbott J, et al. Higher Mean Arterial Pressure Values Correlate with Neurologic Improvement in Patients with Initially Complete Spinal Cord Injuries. *World Neurosurg.* diciembre de 2016;96:72-9.
29. Hawryluk G, Whetstone W, Saigal R, Ferguson A, Talbott J, Bresnahan J, et al. Mean Arterial Blood Pressure Correlates with Neurological Recovery after Human Spinal Cord Injury: Analysis of High Frequency Physiologic Data. *J Neurotrauma.* 15 de diciembre de 2015;32(24):1958-67.

30. Dakson A, Brandman D, Thibault-Halman G, Christie SD. Optimization of the mean arterial pressure and timing of surgical decompression in traumatic spinal cord injury: a retrospective study. *Spinal Cord*. noviembre de 2017;55(11):1033-8.
31. Altaf F, Griesdale DE, Belanger L, Ritchie L, Markez J, Ailon T, et al. The differential effects of norepinephrine and dopamine on cerebrospinal fluid pressure and spinal cord perfusion pressure after acute human spinal cord injury. *Spinal Cord*. enero de 2017;55(1):33-8.
32. Saadeh YS, Smith BW, Joseph JR, Jaffer SY, Buckingham MJ, Oppenlander ME, et al. The impact of blood pressure management after spinal cord injury: a systematic review of the literature. *Neurosurg Focus*. 1 de noviembre de 2017;43(5):E20.
33. Gee CM, Tsang A, Bélanger LM, Ritchie L, Ailon T, Paquette S, et al. All over the MAP: describing pressure variability in acute spinal cord injury. *Spinal Cord*. mayo de 2022;60(5):470-5.
34. Menacho ST, Floyd C. Current practices and goals for mean arterial pressure and spinal cord perfusion pressure in acute traumatic spinal cord injury: Defining the gaps in knowledge. *J Spinal Cord Med*. mayo de 2021;44(3):350-6.
35. Wood GC, Boucher AB, Johnson JL, Wisniewski JN, Magnotti LJ, Croce MA, et al. Effectiveness of Pseudoephedrine as Adjunctive Therapy for Neurogenic Shock After Acute Spinal Cord Injury: A Case Series. *Pharmacother J Hum Pharmacol Drug Ther*. 2014;34(1):89-93.
36. Evaniew N, Davies B, Farahbakhsh F, Fehlings MG, Ganau M, Graves D, et al. Interventions to Optimize Spinal Cord Perfusion in Patients With Acute Traumatic Spinal Cord Injury: An Updated Systematic Review. *Glob Spine J*. marzo de 2024;14(3_suppl):58S-79S.
37. Saadoun S, Chen S, Papadopoulos MC. Intraspinous pressure and spinal cord perfusion pressure predict neurological outcome after traumatic spinal cord injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1 de mayo de 2017;88(5):452-3.
38. Squair JW, Bélanger LM, Tsang A, Ritchie L, Mac-Thiong JM, Parent S, et al. Spinal cord perfusion pressure predicts neurologic recovery in acute spinal cord injury. *Neurology*. 2017;89(16):1660-7.
39. Squair JW, Bélanger LM, Tsang A, Ritchie L, Mac-Thiong JM, Parent S, et al. Empirical targets for acute hemodynamic management of individuals with spinal cord injury. *Neurology*. 2019;93(12):E1205-11.
40. Gallagher MJ, López DM, Sheen HV, Hogg FRA, Zoumprouli A, Papadopoulos MC, et al. Heterogeneous effect of increasing spinal cord perfusion pressure on sensory evoked potentials recorded from acutely injured human spinal cord. *J Crit Care*. 1 de abril de 2020;56:145-51.
41. Yue JK, Winkler EA, Rick JW, Deng H, Partow CP, Upadhyayula PS, et al. Update on critical care for acute spinal cord injury in the setting of polytrauma. *Neurosurg Focus*. noviembre de 2017;43(5):E19.