

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO

CARACTERIZACIÓN CLÍNICA Y EPIDEMIOLÓGICA DE PACIENTES
CON TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR

ALVARO ALEJANDRO GARCÍA VILLAFUERTE

CHIQUIMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO

CARACTERIZACIÓN CLÍNICA Y EPIDEMIOLÓGICA DE PACIENTES
CON TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

ALVARO ALEJANDRO GARCÍA VILLAFUERTE

Al conferírsele el título de

MÉDICO Y CIRUJANO

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO**



**RECTOR EN FUNCIONES
M.A. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Córdón
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Graduados:	Ing. Agr. Henry Estuardo Velásquez Guzmán
Representante de Estudiantes:	A.T. Zoila Lucrecia Argueta Ramos
Representante de Estudiantes:	Br. Juan Carlos Lemus López
Secretaria:	M.Sc. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	M. A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de Carrera:	M.Sc. Ronaldo Armando Retana Albanés

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente y revisor:	Ph.D. Rory René Vides Alonzo
Secretario y revisor:	M.Sc. Christian Edwin Sosa Sancé
Vocal y revisor:	M.Sc. Edwin Danilo Mazariegos Albanés
Vocal y revisor:	M.Sc. Carlos Iván Arriola Monasterio

Chiquimula, septiembre de 2021

Señores

Miembros Consejo Directivo

Centro Universitario de Oriente

Universidad de San Carlos de Guatemala

Chiquimula, Ciudad

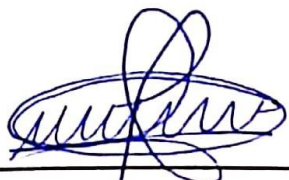
Respetables señores:

En cumplimiento de lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Centro Universitario de Oriente, presento a consideración de ustedes, el trabajo de graduación titulado **"CARACTERIZACIÓN CLÍNICA Y EPIDEMIOLOGICA DE PACIENTES CON TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR"**. El tema de desarrollo plantea describir las características clínicas y epidemiológicas de pacientes con traumatismo raquimedular.

Como requisito previo a optar al título profesional de Médico y Cirujano, en el Grado Académico de Licenciado.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

(f) 

Alvaro Alejandro García Villafuerte

Carné 201540107

Carrera de Médico y Cirujano

Chiquimula, 18 de agosto de 2021

Director

Ing. Edwin Filiberto Coy

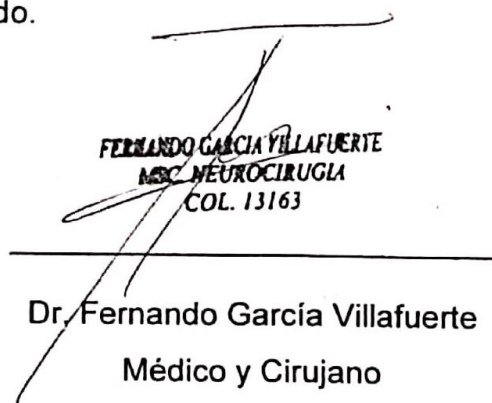
Centro Universitario de Oriente

Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable director:

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación para asesorar al Maestro de Educación Primaria, Alvaro Alejandro García Villafuerte carné: 201540107 en el trabajo de graduación titulado: **"CARACTERIZACIÓN CLÍNICA Y EPIDEMIOLÓGICA DE PACIENTES CON TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR"**, tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle que he procedido a revisar y orientar al mencionado sustentante, sobre el contenido de la presente monografía.

En este sentido, el tema desarrollado plantea describir las características que presentan los pacientes con trauma raquimedular desde el punto de vista clínico y epidemiológico, por lo que en mi opinión reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes, razón por la cual recomiendo su aprobación para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Médico y Cirujano, en el Grado Académico de Licenciado.



FERNANDO GARCÍA VILLAFUERTE
MSc. NEUROCIRUGÍA
COL. 13163

Dr. Fernando García Villafuerte

Médico y Cirujano

MSc. Neurocirugía

Colegiado No. 13,163



Chiquimula, 24 de Agosto del 2021
Ref. MYC-16-2021

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Director
Centro Universitario de Oriente CUNORI

Reciba un cordial saludo de la Coordinación Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente deseándole éxitos y bendiciones en su diaria labor.

Por medio de la presente es para notificarle que el estudiante **ALVARO ALEJANDRO GARCÍA VILLAFUERTE** identificado con el número de carné 201540107 quien ha finalizado la Monografía de Compilación del Trabajo de Graduación denominado **"CARACTERIZACIÓN CLÍNICA Y EPIDEMIOLÓGICA DE PACIENTES CON TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR"**, el estudio fue asesorado por Dr. Fernando García Villafuerte, colegiado 13,163, quien avala el estudio de manera favorable.

Considerando que el estudio cumple con los requisitos establecidos en el Normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente CUNORI, se autoriza su aprobación para ser discutido en el Examen General Público previo a otorgársele el Título de Médico y Cirujano en el grado de Licenciado.

Sin otro particular, atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"

Ph.D. Rory René Vides Alonzo
-Presidente del Organismo Coordinador de Trabajos de Graduación-
Carrera de Médico y Cirujano-CUNORI



Chiquimula 31 de agosto del 2021
Ref. MYC-71-2021

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Director
Centro Universitario de Oriente CUNORI

Reciba un cordial saludo de la Coordinación Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente deseándole éxitos y bendiciones en su diaria labor.

Por medio de la presente es para notificarle que el estudiante **ALVARO ALEJANDRO GARCÍA VILLAFUERTE** identificado con el número de carné 201540107 ha finalizado el Informe Final del Trabajo de Graduación denominado **"CARACTERIZACIÓN CLÍNICA Y EPIDEMIOLÓGICA DE PACIENTES CON TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR"**, estudio asesorado por el Neurocirujano Dr. Fernando García Villafuerte colegiado 13,163 quien avala y dictamina el estudio de manera favorable.

Considerando que el estudio cumple con los requisitos establecidos en el Normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente CUNORI, se autoriza su aprobación para ser discutido en el Examen General Público previo a otorgársele el Título de Médico y Cirujano en el grado de Licenciado.

Sin otro particular, atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"



MSc. Ronaldo Armando Retana Albanés
-Coordinador-
Carrera de Médico y Cirujano-CUNORI-

D-TG-MyC-130/2021

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó la estudiante **ALVARO ALEJANDRO GARCÍA VILLAFUERTE** titulado **"CARACTERIZACIÓN CLÍNICA Y EPIDEMIOLOGICA DE PACIENTES CON TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR"**, trabajo que cuenta con el aval del Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Médico y Cirujano. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **MÉDICO Y CIRUJANO**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, el cuatro de septiembre de dos mil veintiuno.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Edwin Fillberto Coy Cordón
DIRECTOR
CUNORI - USAC



AGRADECIMIENTOS

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ASESOR

Dr. Fernando García Villafuerte

Por apoyarme y guiarme en la realización de mi trabajo de graduación

A MIS CATEDRÁTICOS

AL COORDINADOR DE LA CARRERA Y DESTACADO CATEDRÁTICO

M.Sc. Ronaldo Retana Albanés

A LOS REVISORES Y DESTACADOS CATEDRÁTICOS

M.Sc. Carlos Iván Arriola Monasterio

Dr. Edvin Danilo Mazariegos

M.Sc. Christian Edwin Sosa Sancé

Ph.D. Rory René Vides Alonzo

A MIS PADRINOS DE GRADUACIÓN

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

Por haber sido mi casa de estudios y mi alma máter

AL HOSPITAL NACIONAL DE CHIQUIMULA

AL HOSPITAL REGIONAL DE ZACAPA

Por haber contribuido a mi formación académica, permitirme forjar buenas amistades y por las experiencias y recuerdos de esta etapa.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Por ser el ser supremo que me ha brindado sabiduría, entendimiento y fortaleza. Por darme el maravilloso regalo de la vida, por ser mi guía y mi luz en los momentos difíciles. Gracias Padre Celestial por lo que un día comenzó como un sueño, un ideal, hoy se convierte en una realidad.

A MIS PADRES: Por ser mi motor de vida, gracias papá Fernando García, gracias mamá Alba Luz Villafuerte, por sus palabras de aliento, por todo el esfuerzo, por creer en mí y sobre todo por el amor y la confianza que me brindan a cada momento. Gracias por todas las oportunidades que me han brindado, por velar que no me falte nada. Este triunfo es para ustedes.

A MIS HERMANOS: Edgar y Fernando, muchas gracias por sus enseñanzas, sus consejos, sus regaños. Gracias por su apoyo incondicional, por no dejarme solo en ningún momento y por apoyarme en mi carrera.

A MIS TÍOS: A pesar de las distancias siempre han estado pendiente de mí, gracias especialmente a mi tía Gloria, porque desde niño nunca me ha faltado su cariño, su apoyo.

A MIS AMIGOS: Por los buenos y malos momentos que hemos vivido dentro y fuera de la carrera, por las risas, los enojos, los momentos de trabajo, los momentos de diversión, gracias Nery por tu incondicional amistad, por ser como un hermano para mí. Gracias Ana Lucia y Olga por todas las experiencias vividas en el externado e internado, gracias por ser un ejemplo de responsabilidad y liderazgo. Gracias a Sergio, Arantxa, Wualter, Ilesia, sin duda la carrera me dejó su valiosa amistad. Gracias a Hilda y Celeste, dos amigas incondicionales que con sus ocurrencias y pláticas hacían amenas las convivencias. A Jorge y José Pablo, mis mejores amigos de la cuadra, de la infancia, de la iglesia, de los cortejos procesionales, de toda la vida, gracias por compartir este triunfo conmigo y por todas las experiencias que hemos vivido.

A MIS CATEDRÁTICOS: Por ser los guías en mi formación, por darme las armas del conocimiento, por ayudarme a forjar carácter y servicio humanitario para esta profesión.

A MIS PADRINOS DE GRADUACIÓN: Qué mejor forma de vivir este triunfo siendo apadrinado por mis hermanos. Gracias por ser parte de los pilares fundamentales para mi formación y crecimiento. Ustedes son mi ejemplo, espero algún día llegar a ser la mitad de lo que son y poder seguir compartiendo más de mis triunfos.

CARACTERIZACIÓN CLÍNICA Y EPIDEMIOLÓGICA DE PACIENTES CON TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR

Alvaro A. García¹, Dr. Fernando García², M.Sc. Ronaldo A. Retana³, Ph.D. Rory R. Vides⁴, M.Sc. Carlos I. Arriola⁵, M.Sc. Christian E. Sosa⁶, M.Sc. Edwin Mazariegos⁷

Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente, CUNORI, finca el Zapotillo, zona 5 Chiquimula tel. 78730300 ext. 1027.

RESUMEN

Introducción: El traumatismo raquimedular (TRM) es una lesión que afecta a las estructuras óseas, cartilaginosas, musculares, vasculares, meníngeas, radicales y medulares de la columna vertebral a cualquier nivel. Las lesiones medulares pueden ser completas e incompletas, dependiendo su mecanismo de lesión y el nivel anatómico involucrado en la columna vertebral estas pueden ocasionar un daño neurológico irreversible, pudiendo repercutir en la utilidad socio familiar del paciente en el futuro. **Objetivo:** Identificar las características clínicas y epidemiológicas de pacientes con traumatismo raquimedular. **Material y métodos:** Para el desarrollo de la monografía compilatoria, se realizó una revisión bibliográfica, basada en metaanálisis, artículos médicos, publicaciones en revistas, estudios previos, protocolos a nivel nacional e internacional, bancos de información médica. **Conclusiones:** Los pacientes de género masculino tienen mayor frecuencia de sufrir lesiones medulares, el grupo etario de 30 a 45 años es en el que se presentan más frecuentemente los casos. El mecanismo de lesión mayormente reportado son los accidentes automovilísticos. Los signos clínicos más frecuentes son parálisis, alteraciones en la sensibilidad, hipotensión arterial. La región cervical es en donde mayormente se presentan las lesiones, llevando a complicaciones como insuficiencia respiratoria, neumonía, infección del tracto urinario y shock medular.

Palabras clave: trauma raquimedular, lesión medular.

¹ Investigador

² Asesor de monografía

³ Coordinador de la carrera de Médico y Cirujano, CUNORI

^{4,5,6,7} Revisores de investigación

CLINICAL AND EPIDEMIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF PATIENTS WITH RACHIMEDULAR TRAUMA

Alvaro A. García¹, Dr. Fernando García², M.Sc. Ronaldo A. Retana³, Ph.D. Rory R. Vides⁴, M.Sc.
Carlos I. Arriola⁵, M.Sc. Christian E. Sosa⁶, M.Sc. Edwin Mazariegos⁷

University of San Carlos of Guatemala, USAC; Eastern University Center, CUNORI, El Zapotillo
farm zone 5. Chiquimula tel. 78730300 ext. 1027

ABSTRACT

Introduction: Spinal cord trauma is an injury that affects the bone, cartilaginous, muscular, vascular, meningeal, radicular and medullary structures of the spine at any level. Spinal cord injuries can be complete and incomplete, depending on the mechanism of injury and the anatomical level involved in the spine, these can cause irreversible neurological damage, and may affect the patient's socio-family usefulness in the future. **Objective:** To identify the clinical and epidemiological characteristics of patients with spinal cord trauma. **Material and methods:** For the development of the compilation monograph, a bibliographic review was carried out, based on meta-analysis, medical articles, publications in journals, previous studies, national and international protocols, medical information banks. **Conclusions:** Male patients have a higher frequency of suffering spinal cord injuries, the age group of 30 to 45 years is the one in which cases occur more frequently. The most commonly reported injury mechanism is automobile accidents. The most frequent clinical signs are paralysis, alterations in sensation, arterial hypotension. The cervical region is where the lesions mostly occur, leading to complications such as respiratory failure, pneumonia, urinary tract infection, and spinal shock.

Key words: spinal cord trauma, spinal cord injury.

¹Researcher

² Monograph advisor

³ Medical and surgeon career coordinator, CUNORI

^{4,5,6,7} Research reviewers

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	i
I. JUSTIFICACIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
a. Objetivo general	3
b. Objetivos específicos	3
III. MARCO TEÓRICO	4
CAPÍTULO 1	4
1.1 Trauma raquimedular	4
1.1.1 Definición	4
1.1.2 Epidemiología	4
1.1.3 Hallazgos y estudios realizados	6
1.1.4 Etiología	9
1.1.5 Fisiopatología	9
1.1.6 Clasificación de ASIA	14
1.1.7 Escala FRANKEL	16
1.1.8 Estabilidad mecánica	17
1.1.9 Examen físico y evaluación	20
1.1.10 Estudios de imagen	23
1.1.11 Manejo del paciente con traumatismo raquimedular	25
CAPÍTULO 2	27
2.1 Lesiones neurológicas y complicaciones en traumatismo raquimedular	27
2.1.1 Clasificación funcional de la lesión medular traumática	27
2.1.2 Síndromes clínicos	28
2.1.3 Shock medular o espinal	29
2.1.4 Complicaciones respiratorias	30
2.1.5 Circulación e hipotensión	30
2.1.6 Temperatura	31
IV. CONCLUSIONES	32
V. RECOMENDACIONES	33
VI. REFERENCIAS	34
VII. ANEXOS	41
VIII. APÉNDICES	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Mecanismos de daño de trauma raquimedular	8

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Escala ASIA	14
2	Clasificación de Denis	16
3	Evaluación inicial del paciente con trauma raquimedular	19
4	Radiografía de columna cervical de lateral, que muestra una luxación	23
5	TAC de vértebra lumbar que muestra un retroceso de la pared posterior que obstruye el canal y comprime la médula espinal (flechas)	23

LISTADO DE ABREVIATURAS

TRM	Trauma Raquimedular
ASIA	Asociación Estadounidense de Lesiones Espinales (por sus siglas en inglés)
NEXUS	Estudio Nacional de Utilización de radiografías en emergencia (por sus siglas en inglés)
CCSR	Regla Canadiense de la Columna C
TAC	Tomografía Axial Computarizada
RMN	Resonancia Magnética Nuclear
SNC	Sistema Nervioso Central
TCE	Traumatismo Craneoencefálico
OMS	Organización Mundial de la Salud
C1-C8	Nivel cervical
T1-T12	Nivel torácico
L1-L5	Nivel lumbar
S1-S5	Nivel sacro
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

INTRODUCCIÓN

El trauma raquimedular (TRM) es una afectación secundaria a lesiones de origen traumático que involucra conjunta o aisladamente a las estructuras óseas, cartilaginosas, musculares, vasculares, meníngeas, radicales y medulares de la columna vertebral a cualquiera de sus niveles, ocasionando una lesión completa o parcial medular, la cual provoca déficit de las funciones sensoriales y motoras. (Moscote Salazar *et al.* 2015).

La incidencia mundial tiene una tendencia creciente con una tasa anual estimada de 10.4-130.6 casos por millón. La carga económica de esta patología incluye servicios de rehabilitación, asistencia personal, pérdida de productividad por discapacidad, aislamiento social y altas tasas de defunción. Si bien el riesgo de mortalidad aumenta en función de la localización y gravedad de la lesión, la Organización Mundial de la Salud (2015) considera que las personas con lesiones medulares tienen entre 2 a 5 veces más probabilidades de morir prematuramente que las demás y el riesgo de mortalidad alcanza su nivel máximo en el primer año después de sufrir la lesión (Zileli *et al.* 2020).

Los accidentes automovilísticos, las caídas de altura y los hechos de violencia son de los principales pilares etiológicos que involucran la lesión medular. En Guatemala se sabe que los accidentes de tránsito generan una importante morbimortalidad. La Asociación Guatemalteca de Instituciones de Seguros estiman que fallecen 2 mil 592 personas al año por accidentes de tránsito, equivalente a 7 muertes diarias (Alva Rodríguez 2018).

Por ser una patología que se presenta en los servicios de emergencia de los hospitales y la cual requiere un adecuado manejo e intervención, los datos recopilados en el presente estudio es acerca de las características clínicas y epidemiológicas de estos pacientes, demostrando el género y grupo etario más afectado, los signos clínicos que se deben tener en cuenta en la evaluación de estos pacientes, el nivel medular más afectado y sus complicaciones secundarias a la lesión.

I. JUSTIFICACIÓN

Los traumatismos a nivel mundial son una epidemia desatendida en los países en desarrollo, pues estos ocasionan más de cinco millones de muertes al año. El estudio Global burden of disease and risk factors (Carga de morbilidad mundial y factores de riesgo) calculó que los traumatismos constituían en 1990 más del 15% de los problemas de salud del mundo y preveía que la cifra aumentaría al 20% en el 2020 (Crozier Shaw *et al.* 2020).

El TRM puede ser una lesión devastadora para el paciente traumático, este se asocia a altas tasas de mortalidad. Las lesiones neurológicas resultantes del traumatismo que comprenden la pérdida de la función sensitiva y motora, disfunción orgánica, espasticidad, dolor, entre otros, se ven implicadas en los daños colaterales e incapacitantes que el paciente puede presentar si no se interviene en el tiempo requerido. Las lesiones raquímedulares se ven acompañadas de politraumatismos en un 70% de los casos, implicando una importante carga socioeconómica en las lesiones de esta índole. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que al menos 500,000 personas sufren lesiones medulares al año, en su mayoría hombres, de estas personas existe la probabilidad entre dos y tres veces mayor de presentar una muerte prematura principalmente en los países que presentan una tasa baja e intermedia de ingresos económicos (Arriagada y Macchiavello, 2020).

En Guatemala, los hospitales de la red nacional especialmente en la región oriente, el Hospital Nacional de Chiquimula y el Hospital Regional de Zacapa día con día atienden a pacientes politraumatizados por accidentes automovilísticos, caídas, lesiones deportivas o hechos de violencia. Dado que la severidad del TRM es potencialmente devastadora y sus lesiones se pueden prevenir, resulta necesario conocer su impacto, distribución en la población y comprender el efecto de la concientización a las personas sobre el cuidado de la columna vertebral para disminuir la gravedad de las lesiones. Así mismo, mejorar el acceso y la calidad de

la atención médica, el proceso de rehabilitación oportuna de estos pacientes para mejorar su supervivencia, reducir la morbilidad, discapacidad física y dependencia.

II. OBJETIVOS

a. Objetivo general

1. Describir las características clínicas y epidemiológicas de pacientes con trauma raquimedular.

b. Objetivos específicos

1. Explicar el perfil epidemiológico de pacientes con traumatismo raquimedular en base a género, edad y mecanismo de lesión.
2. Describir los signos clínicos más frecuentes en traumatismo raquimedular.
3. Identificar el nivel de la lesión medular más frecuente.
4. Especificar las lesiones secundarias más frecuentes en pacientes con traumatismo raquimedular.
5. Conocer el valor pronóstico de la escala ASIA en pacientes con trauma raquimedular.

III. MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 1

1.1 Trauma raquimedular

1.1.1 Definición

El TRM incluye todas las lesiones traumáticas que afectan las diferentes estructuras de la columna vertebral a cualquiera de sus niveles: estructuras óseas, ligamentosas, cartilaginosas, musculares, vasculares, meníngeas, radicales y de la médula espinal. De este modo, el TRM a menudo es el resultado de una compleja interacción de lesiones sufridas por el sistema musculoesquelético y nervioso. Está asociado frecuentemente a politraumatismo (huesos largos, pelvis, tórax) y traumatismo craneoencefálico (TCE) (Bustamante Bozzo 2020).

1.1.2 Epidemiología

La incidencia global es cercana a 23 casos por cada millón de personas y la información disponible sólo permite hacer comparaciones entre algunas regiones, Norteamérica presenta 40 casos/millón, el oeste de Europa 15 casos/millón y Australia 16 casos/millón. En Estados Unidos el TRM se presenta en 1 de cada 40 pacientes que ingresan a urgencias por algún tipo de trauma. La mortalidad en el sitio del evento o en las salas de urgencias puede llegar hasta 48,3–79% de los pacientes (Teherán *et al.* 2016).

De todos los individuos que sufren una lesión traumática, la columna cervical está involucrada en el 4,4% de los casos, la toracolumbar en el 6,36% y la médula espinal en el 1,3%. Las lesiones de la columna se asocian con las áreas más móviles de ésta, que incluyen la columna cervical (el 75% de las lesiones de la columna cervical se presentan entre C3-C7) y la unión toracolumbar (el 16% de las lesiones toracolumbares se presentan en la unión de L1); hasta una quinta parte de ellas involucra múltiples niveles (García Gómez *et al.* 2013).

Las lesiones de columna cervical son relativamente inestables y más susceptibles de una lesión secundaria por una inadecuada manipulación del paciente. Los traumatismos de columna cervical ocurren en el 2% a 5% de los pacientes con traumas contusos, y entre el 7% y el 14% se trata de lesiones inestables. Por el contrario, las lesiones de columna torácica y lumbar son relativamente estables. La frecuencia e inestabilidad de las lesiones cervicales explica que las tetraplejias sean tan frecuentes como las paraplejias; de las personas que padecen una lesión medular, la tetraplejia incompleta es la más común (34,5%), seguida en orden descendente por la paraplejía completa (23,1%), la tetraplejía completa (18,4%) y la paraplejía incompleta (17,5%) (Bustamante Bozzo 2020).

Según Bustamante Bozzo (2020) en países en vías de desarrollo las principales causas difieren de las ya mencionadas, mostrando un aumento en la incidencia relativa de causas asociadas a violencia (heridas causadas por arma de fuego y objetos cortopunzantes), siendo el nivel cervical el más frecuentemente implicado en daño neurológico (16%-75%), seguido del nivel torácico (16%-36%) y lumbar (9%-17%).

A nivel global el TRM es una afección neurológica que destruye la vida y afecta entre 250.000 y 500.000 personas cada año; se estima que dos a tres millones de personas en todo el mundo viven con una discapacidad relacionada con TRM (Zárate Kalfópulos *et al.* 2016.)

Según Ho *et al.* (2007) la causa más común de TRM continúan siendo los accidentes automovilísticos representando el 50.4% de las causas para todos los grupos de edad. Sin embargo, en las últimas 3 décadas se ha documentado un incremento progresivo en la tasa de caídas de altura, de 16.5% en 1970 hasta 23.8% en 2005. Las caídas se presentan como la segunda causa más común de TRM en todos los grupos de edad, pero han aumentado constantemente. Cuando los datos se estratificaron por grupo de edad, resultó evidente que las caídas eran, con mucho, la causa más común de TRM en personas mayores de 60 años.

1.1.3 Hallazgos y estudios realizados

En la India se realizó un estudio prospectivo observacional, por Mathur y colaboradores desde enero del año 2000 hasta diciembre de 2008 donde se evaluaron datos demográficos, epidemiológicos y el estado neurológico de todos los pacientes admitidos por TRM en la Unidad de Columna Vertebral del Hospital Sawai Man Singh. De un total de 2716 casos se presentaron 1400 con lesión cervical y 1316 casos de lesión toracolumbar, lo cual involucra a 2194 hombres (80%) y 522 mujeres (20%). El mayor rango de edad se presentó entre los 20 y 49 años (71%). Dentro de los principales mecanismos de lesión se presentaron caídas en 1449 pacientes (53%), accidentes automovilísticos en 762 casos (28%), traumatismo tras la caída de un objeto pesado sobre la cabeza en 84 casos (3%), método común de transporte de mercancías en zonas rurales. La incidencia de lesiones cervicales (51.5%) y torácicas (48.5%) encontradas en este estudio fue comparable con la incidencia informada por Martin *et al.* en una proporción de 51.2:48.8 (Mathur *et al.* 2014).

En un estudio observacional, descriptivo de corte transversal, realizado por Rivero y colaboradores de enero de 2013 a diciembre de 2018 en donde se evaluaron a 87 pacientes ingresados por trauma raquimedular en el Hospital Provincial Universitario “Dr. Gustavo Aldereguía Lima”, en Cuba, se encontró un predominio en el grupo de edad comprendido entre los 31 y 45 años con un total de 26 pacientes (39%), además se evidenció el predominio del género masculino con 66 hombres (75%). La principal etiología encontrada fueron los accidentes de tránsito con 43%, otras etiologías reportadas fueron caídas de altura, trauma directo por objeto contundente, trauma relacionado con actividad deportiva. El estudio reportó que la región de la columna más afectada fue la cervical baja con un 46% de casos reportados. Los pacientes que recibieron tratamiento quirúrgico fueron 49 (56%). Dentro de las complicaciones que se presentaron con mayor frecuencia fueron las manifestaciones cardiovasculares en 14 pacientes (52%); en los traumatismos cervicales se presentó disfagia y bronconeumonía en 6 pacientes (22%) (Rivero Morey *et al.* 2019).

En Canadá se realizó un estudio observacional, retrospectivo, por Lenehan y colaboradores, de enero de 1995 hasta diciembre de 2004 en donde se describió la epidemiología y demografía de los pacientes con lesión traumática de la médula espinal ingresados en el Hospital General de Vancouver. De un total de 930 pacientes se evidenció que la mediana de edad fue de 35 años, con una proporción entre hombres y mujeres de 4:1, un 80% del total de casos lo representa el género masculino. Dentro de las causas más frecuentes de lesión medular destacaron los accidentes automovilísticos y las caídas con un porcentaje equivalente a 51% y 29% respectivamente. En los accidentes automovilísticos se vieron mayormente involucrados los pacientes menores a 55 años, caso contrario con las caídas de altura ya que estas fueron la mayor causa de lesión en aquellos pacientes mayores a 55 años. En cuanto al nivel de la lesión de la columna vertebral las lesiones cervicales representaron un 50% del total de los casos, seguido de la lesión a nivel torácico (27%) y lumbosacro (23%). En base al nivel y gravedad del déficit neurológico los pacientes fueron clasificados según la escala ASIA (American Spinal Injury Association) por sus siglas en inglés, mostrando que casi la mitad de la población a estudio pertenecía al grupo ASIA A (45%), mientras que el 10% eran ASIA B, 15% eran ASIA C y 25% ASIA D. Las lesiones incompletas (ASIA C y D) fueron mayormente frecuente en la población de edad avanzada y en las mujeres (Lenehan *et al.* 2012).

En Taipéi, Taiwán, Chiu y colaboradores llevaron a cabo una revisión de estudios epidemiológicos globales de la lesión traumática de la médula espinal, se recopilaron artículos de la literatura entre 1989 y 2009 con la finalidad de comparar la incidencia, tasas de mortalidad, edad, sexo, causas y gravedad de los pacientes en países desarrollados y países en vías de desarrollo. Las tasas de incidencia mostraron variación en ambos grupos de estudio, en los países desarrollados la incidencia de lesión medular pasó de 52.2 a 13.1 por millón de habitantes, mientras que en los países en vías de desarrollo la incidencia osciló entre 12.7 y 29.7 por millón de personas. La edad promedio mostrada en los informes de los países desarrollados osciló entre 30.7 y 48.5 años, mientras que en los países en desarrollo se mostró una edad por debajo de los 30 años. Los accidentes de tránsito fueron

la principal causa en los países desarrollados con una tasa del 35 al 54%. Por el contrario, las caídas fueron la principal causa en los países en vías de desarrollo con tasas entre el 38% al 63%. Nigeria presentó la tasa más alta de accidentes de tránsito con un 77%. En cuanto al nivel de la lesión espinal, se mostró un porcentaje de lesiones cervicales entre 41.6 y 75%, lesiones a nivel torácico en 36% y lesiones a nivel lumbar entre 9 y 18% para países desarrollados. Se mostró una variación ampliamente marcada para los países en vías de desarrollo ya que las lesiones cervicales oscilaron entre el 4.8 y el 47.2%; las lesiones a nivel torácico se presentaron entre el 19 y el 34.6% y al nivel lumbar fue del 13.3 al 59%. Los artículos informaron un mayor porcentaje de lesión incompleta ante lesión completa, Australia y Estados Unidos mostraron porcentajes más altos de lesión por tetraplejía en 57.6% y 50.8% respectivamente (Chiu *et al.* 2010).

Un estudio realizado por Conran y colaboradores en Estocolmo, Suecia, de tipo prospectivo con el objetivo de actualizar las cifras epidemiológicas, así como la incidencia, etiología y características de la lesión en pacientes sobrevivientes que presentaron lesión medular. Luego de un periodo de 18 meses se incluyeron 45 casos a este estudio en donde se reportó mayor predominio del género masculino con 27 casos (60%), con una edad media de 55 años. Las etiologías más frecuentes de lesión se limitaron a caídas de altura y eventos relacionados con el transporte con un 58% y 40% respectivamente. La tetraplejía se confirmó en 32 de los 45 sujetos, de los cuales 23 presentaron lesión a nivel entre C1-C4, los 9 restantes entre C5-C8 (Conran *et al.* 2017).

En Guatemala, en el año 2017 se llevó a cabo un estudio transversal descriptivo por Higueros y colaboradores en donde se describieron las características epidemiológicas y clínicas de pacientes adultos con trauma raquimedular en el Hospital General San Juan de Dios y Hospital General de Accidentes “Ceibal” del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social -IGSS-. Este estudio fue conformado por 162 pacientes adultos, de los cuales el grupo mayoritario fue el género masculino con 120 pacientes (74%). El rango de edad más afectado estuvo comprendido entre 18 a 35 años con una edad media de 42.

La etiología reportada con mayor frecuencia fueron las caídas de altura (41.4%), el tipo de lesión más frecuente fue la fractura (67%) y la región lumbar fue la más afectada (48%). Un total de 120 pacientes (70%) fueron intervenidos quirúrgicamente (Higueros Martínez *et al.* 2018).

1.1.4 Etiología

La etiología del TRM engloba todos aquellos actos que son causantes del evento o lesión traumática de las diferentes estructuras osteoligamentosas, cartilaginosas, musculares, vasculares, meníngeas, radicales, y medulares de la columna vertebral a cualquiera de sus niveles (Pupo Rodríguez *et al.* 2019).

Con base en la evidencia actual, los cuatro mecanismos más comunes de TRM son los accidentes de tránsito, las caídas, la violencia (traumatismos penetrantes por proyectil de arma de fuego) y las lesiones asociadas al deporte (Alizadeh *et al.* 2019).

1.1.5 Fisiopatología

El TRM es un proceso de dos pasos que implican mecanismos primarios y secundarios (ver tabla 1). En el proceso primario se incluye el trauma mecánico inicial causado por la energía directa debido al desplazamiento observado de las estructuras de la columna vertebral, esto ocasiona una disrupción axonal, daño vascular y apoptosis celular; en el proceso secundario se observan cambios progresivos vasculares causado por el trauma inicial que lleva a la presencia de edema e isquemia, acompañado de la liberación de radicales libres, una alteraciones iónicas, con una excitotoxicidad como consecuencia. La evolución del TRM sufre una serie de cambios dividido en fases: Inmediata, Aguda, Subaguda, Intermedia y Crónica (Padilla Zambrano *et al.* 2017).

Tabla 1: Mecanismos de daño de trauma raquimedular

Proceso primario de daño		
Injuria primaria	Mecanismos	Compresión, laceración, distracción y cizallamiento
Proceso secundario de daño		
fase	Tiempo	Características
Inmediata	0 – 2 horas	Inflamación generalizada Incremento de ATP Hemorragia de sustancia gris central
Aguda	2 – 48 horas	
Alteración de la regulación iónica y excitotoxicidad		Alteración de la concentración de calcio: Activación de calpaínas, disfunción mitocondrial y producción de radicales libres Activación de receptores de glutamato llevan a excitotoxicidad
Daño mediado por radicales libres		Radicales libres llevan a peroxidación de ácidos grasos. Radicales libres perpetúan la alteración de la homeostasis del calcio
Permeabilidad de la barrera hemato medular		Incremento de permeabilidad de la

		barrera por mediadores inflamatorios
Mediadores inflamatorios y respuesta celular inmune.		Altamente complejo: incluye astrocitos, microglía, linfocitos, neutrófilos y monocitos. Además, liberación de factor de necrosis tumoral, interleuquinas e interferones.
Subaguda	2 días- 2 semanas	Respuesta fagocítica - Formación de cicatriz glial y restauración de homeostasis iónica y de la permeabilidad de la barrera
Intermedia	2 semanas – 6 meses	Maduración de la cicatriz glial - Crecimiento axonal regenerativo
Crónica	6 meses en adelante	- Maduración y estabilización de la lesión - Degeneración Walleriana.

Fuente: Baabor *et al.* (2016).

a. Lesión medular primaria

Padilla Zambrano *et al.* (2017), en su estudio establecen cuatro mecanismos de lesión primaria: 1) impacto con compresión transitoria, 2) laceración-transección, 3) distracción e 4) impacto más compresión persistente; siendo este último la forma más común de presentación.

El primer mecanismo se asocia a pacientes con enfermedades crónicas degenerativas de la columna cervical que sufren traumas en hiperextensión, el mecanismo de laceración-transección se debe a lesiones ocasionadas por proyectiles de arma de fuego o heridas con elementos corto punzantes; la distracción es el estiramiento forzado de la médula espinal asociado a flexión, extensión, rotación o luxación, siendo el más frecuente en personas con enfermedades degenerativas de la columna cervical; el mecanismo de impacto más compresión se observa en fracturas con estallido del cuerpo vertebral y retropulsión de fragmentos de hueso, los cuales ejercen compresión en la médula espinal (Padilla Zambrano *et al.* 2017).

El impacto ocasionado por las fuerzas de tracción y compresión involucradas en el trauma mecánico inicial causan lesiones penetrantes o desgarros en tejidos neurales y estructuras vasculares, lo cual conlleva a hemorragia que altera el flujo sanguíneo produciendo áreas de infartos locales por hipoxia e isquemia, lo cual resulta nocivo en la sustancia gris debido a sus altos requerimientos metabólicos. Las neuronas afectadas en el área presentan alteraciones en su estructura y componentes internos, como la vaina de mielina, la cual disminuye y se asocia a edema local e infiltración de macrófagos en el área, provocando un deterioro en la transmisión nerviosa (Padilla Zambrano *et al.* 2017).

b. Lesión medular secundaria

Inmediatamente de la lesión traumática o minutos después se produce la lesión medular secundaria, la cual se puede extender por varios días e incluso semanas. Es esta fase el daño tisular ya instaurado se incrementa progresivamente, llegando a afectar los distintos niveles de la médula espinal. Además, el daño endotelial genera mayor permeabilidad y aumenta el edema intracelular, siendo factor importante para la migración de las células del sistema inmunitario (Padilla Zambrano *et al.* 2017).

Para lograr una adecuada comprensión de la lesión medular secundaria, este proceso se ha dividido en fases, teniendo en cuenta los eventos que ocurren en cada una de ellas (Padilla Zambrano *et al.* 2017).

- **Fase inmediata**

Fase comprendida entre las 0 y 2 horas posteriores a la lesión, inicia con la inflamación general del cordón espinal seguida de hemorragia establecida en la sustancia gris central. Las células presentan necrosis por la disrupción mecánica de las membranas e isquemia por la disrupción vascular. La interrupción microvascular provoca hemorragia en la sustancia blanca, agravando la lesión debido a mayor área de extensión y afectación de segmentos adyacentes o distales (Padilla Zambrano *et al.* 2017).

- **Fase aguda**

La fase transcurre entre las 2 y 48 horas. En la fase aguda, el daño primario se produce como resultado directo del traumatismo y una vez se superan los umbrales estructurales comienzan a presentarse alteraciones celulares y bioquímicas inmediatas. Esta fase está marcada por alteraciones sistémicas y locales como alteración de los mecanismos vasculares, desequilibrio iónico, respuesta del sistema inmune, entre otros, que será descrito a continuación (Padilla Zambrano *et al.* 2017).

- **Fase subaguda**

La fase tiene una duración aproximada de 2 días a 2 semanas, en la cual se presenta una respuesta fagocítica aumentada con el fin de lograr una remoción del tejido desbridado en el área de la lesión, que permita una posible regeneración axonal. Además, la respuesta astrocitaria se presenta de forma tardía debido a una hiperplasia e hipertrofia de la población de astrocitos alrededor de la lesión, que formarán la cicatriz glial, que representa la barrera física y química para la regeneración axonal, y promueve el restablecimiento del mantenimiento iónico mencionado anteriormente (Padilla Zambrano *et al.* 2017).

- **Fase intermedia**

Esta fase tiene una duración aproximada de 2 semanas a 6 meses, caracterizada por la maduración de la cicatriz glial producida por la respuesta astrocitaria tardía. Además, esta reacción de los astrocitos permite que se continúe la posible regeneración de los axones afectados, pero es insuficiente para la recuperación de lesiones severas (Padilla Zambrano *et al.* 2017).

- **Fase crónica**

El proceso degenerativo continúa y se extiende a las zonas aledañas a la lesión, las cuales presentan actividad eléctrica y funcional deprimida evolucionando a lo que se conoce como lesión secundaria y por ende una posterior pérdida de la función neuronal. El trauma además de producir muerte neuronal provoca lisis de células gliales, destrucción de vasos sanguíneos y lesión de tractos axonales que al no poder regenerarse provoca que las alteraciones sean permanentes (Padilla Zambrano *et al.* 2017).

El proceso de desmielinización inicia a las 24 horas después de la lesión, incrementándose a las 2 semanas por el efecto de las células inflamatorias que entran a una segunda fase de migración. A las 3 semanas algunas fibras presentan degeneración walleriana y pérdida del diámetro axonal. Las formas inmaduras de oligodendrocitos sanos son capaces de remielinizar algunos axones, además las células de Schwann liberan factores tróficos que colaboran con este proceso (Padilla Zambrano *et al.* 2017).

1.1.6 Clasificación de ASIA

El estándar de la Asociación Estadounidense de Lesiones Espinales (ASIA) para la clasificación neurológica y funcional es la herramienta preferida recomendada (ver figura 1). Es importante como medio para estandarizar los exámenes iniciales y de seguimiento, y también tiene un papel en la predicción del pronóstico (Rouanet *et al.* 2017).

La herramienta consta de dos componentes, el sensible y el motor. El componente sensible comprende la prueba de un punto clave en cada uno de los 28 dermatomas (de C2 a S4-5) en los lados derecho e izquierdo. También se prueban el tacto ligero y la sensación de pinchazo. Cada modalidad se puntúa por separado en una escala de tres puntos, que va de 0 (ausente) a 2 (normal o intacta) (Rouanet *et al.* 2017).

El examen motor abarca la prueba de funciones musculares claves correspondientes a diez miotomas emparejados (C5-T1 y L2-S1). También debe evaluarse la contracción voluntaria del esfínter anal externo. Con eso, el nivel neurológico de la lesión se determina como el segmento más caudal del cordón con sensación intacta y fuerza de función muscular antigravedad (Rouanet *et al.* 2017).

Figura 1: Escala ASIA

ASIA NORMAS INTERNACIONALES PARA LA CLASIFICACIÓN NEUROLÓGICA DE LESIÓN DE LA MÉDULA ESPINAL (ISNCSCI) ISNCSCI

Nombre del Paciente: _____ Fecha/Hora del Examen: _____
Nombre Examinador: _____ Firma: _____

DERECHO **MOTOR** **SENSITIVO** **SENSITIVO** **MOTOR** **IZQUIERDO**
MÚSCULOS CLAVE PUNTOS SENSITIVOS CLAVE PUNTOS SENSITIVOS CLAVE MÚSCULOS CLAVE

ESD (Extremidad Superior Derecha) Flexores del codo C5
Extensores de muñeca C6
Extensores de codo C7
Flexores de los dedos de la mano C8
Abductores del dedo meñique T1

EID (Extremidad Inferior Derecha) Flexores de cadera L2
Extensores de rodilla L3
Dorsiflexores de tobillo L4
Extensores del dedo gordo del pie L5
Plantiflexores de Tobillo S1

(CAV) Contracción Anal Voluntaria (Si/No) ☐ ☐

TOTALES DERECHA (MAXIMO) (50) (56) (56)

PARCIALES MOTORES ESD ☐ + ESI ☐ = RME TOTAL ☐ EID ☐ + EII ☐ = RMEI TOTAL ☐
MAX(25) (25) (50) MAX(25) (25) (50)

PARCIALES SENSITIVOS TFD ☐ + TFI ☐ = TF TOTAL ☐ PPD ☐ + PPI ☐ = PP TOTAL ☐
MAX(56) (56) (112) MAX(56) (56) (112)

NIVELES NEUROLÓGICOS 1. SENSITIVO D I 2. MOTOR D I

3. NIVEL NEUROLÓGICO DE LA LESIÓN (NLI) ☐

4. COMPLETA O INCOMPLETA? ☐ Incompleta = Cualquier función motora o sensitiva en S4-5

5. ESCALA DEFICIENCIA DE ASIA (AIS) ☐

6. ZONA DE PRESERVACIÓN PARCIAL SENSITIVO D I MOTOR D I

(En lesiones con función motora o sensitiva ausente en S4-5 solamente)

Niveles más caudales con alguna intervención

ESD (Extremidad Superior Derecha) C5 Flexores del codo
C6 Extensores de muñeca
C7 Extensores de codo
C8 Flexores de los dedos de la mano
T1 Abductores del dedo meñique

EII (Extremidad Inferior Izquierda) L2 Flexores de cadera
L3 Extensores de rodilla
L4 Dorsiflexores de tobillo
L5 Extensores del dedo gordo del pie
S1 Plantiflexores de tobillo

MOTOR (RESULTADOS EN EL REVERSO)
0 = Parálisis total
1 = Contracción o visible palpable
2 = Movimiento activo, gravedad eliminada
3 = Movimiento activo, contra gravedad
4 = Movimiento activo, contra resistencia moderada
5 = Movimiento activo, contra resistencia total
NE = No Examinable
0*, 1*, 2*, 3*, 4*, NE* = Condición no relacionada con una LME presente

SENSITIVO (RESULTADOS EN EL REVERSO)
0 = Ausente
1 = Alterada
2 = Normal o intacta
NE = No examinable
0*, 1*, NE* = Presencia de una condición no relacionada a LME

(PAP) Presión Anal Profunda (Si/No) ☐ ☐

TOTALES IZQUIERDA (MAXIMO) (56) (56) (50)

Fuente: Feng *et al.* (2017).

Según indica Rouanet *et al.* (2017) la escala de deterioro de ASIA debe determinarse de la siguiente manera:

A = completo. Sin funciones sensoriales o motoras en sacro segmentos S4-S5.

B = sensorial incompleto. La función sensorial pero no motora se conserva por debajo del nivel neurológico de la lesión, incluido S4-S5, y no se conserva ninguna función motora más de tres niveles por debajo del nivel motor en cada lado del cuerpo.

C = motor completo. La función motora se conserva por debajo del nivel neurológico y más de la mitad de los músculos por debajo del nivel neurológico de la lesión tienen un grado muscular inferior a 3.

D = motor incompleto. La función motora se conserva por debajo del nivel neurológico y al menos la mitad de los músculos por debajo del nivel neurológico de la lesión tienen un grado muscular mayor a 3.

E = Normal. Las funciones motoras y sensoriales son normales en todos los segmentos evaluados.

Como se mencionó anteriormente, la puntuación de la Escala de deterioro de ASIA tiene un valor pronóstico. El 85% de los pacientes de ASIA A no recuperará la función. Del 15% que mejorará, solo el 3% tendrá una función motora útil. Más de la mitad (54%) de los pacientes de ASIA B y la gran mayoría (86%) de los pacientes de ASIA C-D recuperarán la función (Rouanet *et al.* 2017).

1.1.7 Escala FRANKEL

La Escala de Frankel sintetiza las condiciones neurológicas del paciente afectado por lesión medular de una manera puramente funcional, considerando las funciones sensoriales o motoras residuales por debajo del nivel de la lesión; el instrumento clasifica cinco grupos de pacientes: (A) Pacientes con déficit motor y sensorial completo. (B) Pacientes con parálisis motora total, pero con algún nivel de función sensorial residual. (C) Función motora residual pero no útil para una vida

independiente. (D) Reducción de la fuerza en relación con la función motora, que además es útil. (E) Función neurológica normal (Pinchi *et al.* 2019).

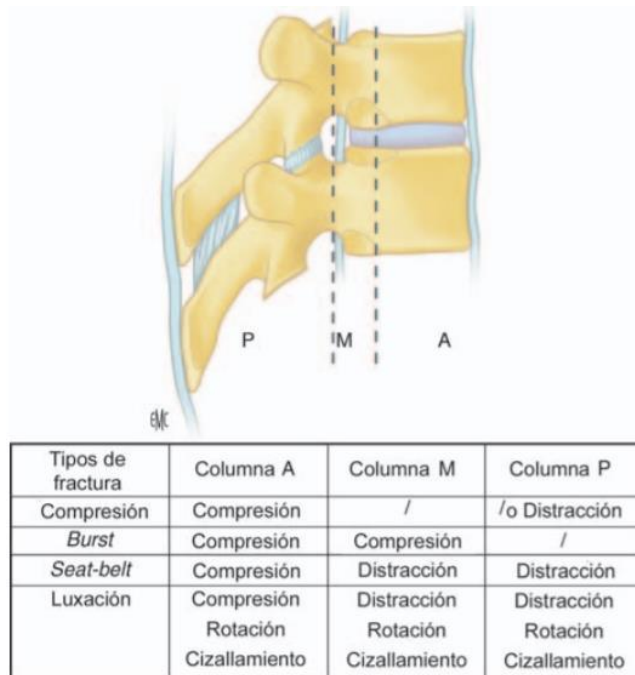
1.1.8 Estabilidad mecánica

La mecánica de la columna se estudia de manera integrada, ya que se trata de un diseño modular en el cual existe una unidad funcional constituida por dos cuerpos vertebrales y un disco intervertebral, los cuales se encuentra superpuestos y, en conjunto, forman un sistema biomecánico que trabaja de manera armónica. A estas estructuras rígidas se añaden otras compuestas por tejidos blandos como son músculos, tendones, fascias, ligamentos, vasos sanguíneos, tejido nervioso central y periférico. Las funciones biomecánicas que desarrolla son de carga, sostén, protección, difusión de fuerzas axiales y rotacionales, así como de transmisión de movimiento (Vaccaro *et al.* 2013)

Mecánicamente se entenderá mejor la columna si la observamos como tres pilares, uno grande anterior y dos pequeños posteriores (teoría de las tres columnas de Denis, ver figura 2). El pilar anterior está formado por la superposición de los cuerpos de las vértebras y los discos intervertebrales. Los pilares posteriores son las estructuras verticales del arco vertebral, articulación superior e inferior unidas por los istmos. El pilar anterior está unido a los dos posteriores a través de los pedículos que resultan ser estructuras de altísima resistencia. Sus dimensiones medias en la columna lumbar son de 6 mm en L1 a 16 mm en L5 de anchura y de 11 a 13 mm de altura (Miralles 2001).

Los dos pilares posteriores están unidos entre sí por las láminas. Entre ellos queda delimitado el agujero vertebral, que en el segmento lumbar es amplio y en forma de triángulo equilátero. El conjunto de agujeros vertebrales superpuestos constituye el conducto raquídeo (Miralles 2001).

Figura 2: Clasificación de Denis



Fuente: Miralles 2001

El cuerpo vertebral resiste muy bien las fuerzas de compresión a lo largo de su eje vertical gracias a la disposición de sus trabéculas. Las verticales unen los dos platillos vertebrales y las horizontales salen de ellos para atravesar el pedículo y dirigirse a las apófisis articulares y al arco posterior. Entre estos tres grupos queda una zona más débil formada por un triángulo de base anterior. Es decir, la porción anterior del cuerpo vertebral es menos resistente que la posterior y en las lesiones por hiperflexión se hunde en este punto. Las corticales del cuerpo son muy finas y son responsables sólo del 10% de la resistencia de la vértebra. Vemos entonces que la resistencia media a la fractura por compresión de los cuerpos vertebrales oscila entre los 600 y los 800 kg. Es por ello por lo que el cuerpo vertebral se fractura antes que el disco. Esta resistencia disminuye con los años, con una disminución de la masa ósea del 25% se disminuye su resistencia en un 50% (Miralles 2001).

El sistema se cierra mecánicamente con la presencia de la médula ósea que actúa como un cojín hidráulico y ayuda a mantenerlo en tensión. El disco intervertebral es una estructura viscoelástica que hace de sistema amortiguador colocado entre dos vértebras. La viscoelasticidad es la capacidad que posee una

estructura de recuperarse lentamente ante las deformaciones. El disco está formado por una estructura laminar periférica que precinta una sustancia hidrófila, el núcleo, y se encuentra cerrada por las placas cartilaginosas superior e inferior adheridas a los cuerpos vertebrales. El núcleo es una masa de proteoglicanos capaz de retener gran cantidad de líquido y representa el 30-50% de la superficie del disco en sección transversal. Los discos están preparados para absorber presiones por lo que poseen un 60-90% de agua. Los movimientos, y especialmente el ejercicio, favorecen la nutrición del disco, las vibraciones y el tabaquismo lo disminuyen (Miralles 2001).

Está demostrado que las presiones verticales estrictas no lesionan el disco ni pequeñas inclinaciones de 6° a 8° en cualquier plano le provocan fallos. A partir de los 15° de flexión el disco ya es lesionable. La aplicación de una fuerza vertical brusca hace que se comporte de forma rígida por efecto hidrostático y sobrepasa la resistencia de los cuerpos vertebrales, rompiéndolos. El mecanismo que más lesión puede producir es el de torsión, especialmente en los discos más bajos, que al mismo tiempo son más ovalados. Estos esfuerzos son absorbidos en un 35% por el disco intervertebral sano y en un 65% por las articulaciones, músculos y ligamentos (Miralles 2001).

Según Higueros Martínez *et al.* (2018), en su estudio se establece la siguiente clasificación sobre estabilidad mecánica de las lesiones:

- a. Lesiones estables: fractura por compresión del cuerpo con afectación leve o moderada de la columna anterior y sin afectación de la intermedia. Comúnmente por flexión. No existe daño ni riesgo neurológico. Típicos de traumatismo leves.
- b. Inestabilidad mecánica: dos columnas de tres afectadas que permite movilidad anormal de la columna vertebral. Ocurre en traumatismos por flexión, hiperextensión. Se ve afectada principalmente la columna media y posterior.
- c. Inestabilidad neurológica: se da cuando la columna media es desplazada hacia atrás invadiendo el canal medular y amenaza las estructuras

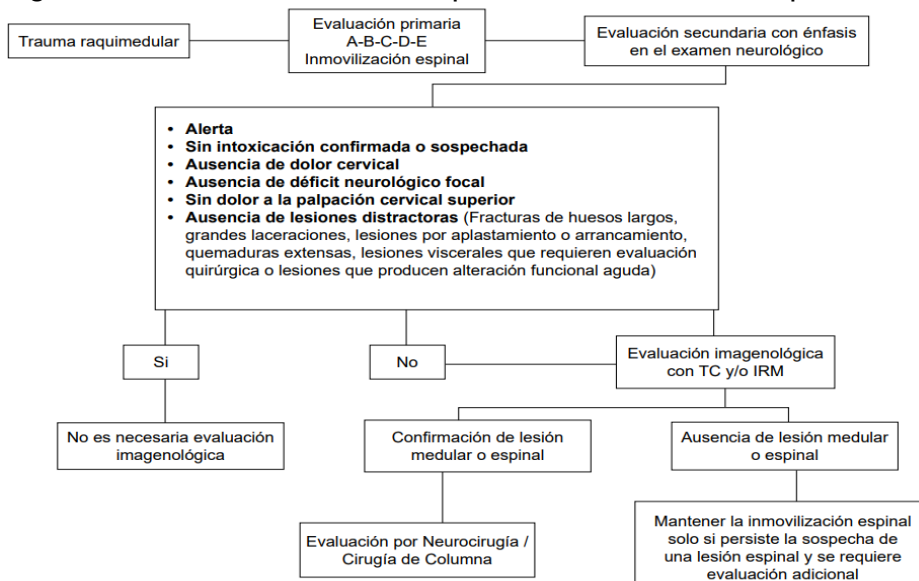
neurales. Ocurre con frecuencia cuando existe caída de peso sobre el cuerpo vertebral.

- d. Inestabilidad combinada: sucede en las fracturas-luxaciones en donde se ven afectadas las tres columnas y por lo tanto representan mayor amenaza para la médula espinal y sus raíces.

1.1.9 Examen físico y evaluación

En la evaluación primaria del paciente es recomendable aplicar las recomendaciones consignadas en el protocolo para el soporte vital de las lesiones espinales traumáticas. Estas incluyen la evaluación del “ABCD”, dando prioridad al mantenimiento de la permeabilidad de la vía aérea, la ventilación y la circulación, al tiempo que se instauran medidas de inmovilización espinal (ver figura 3). Las fuerzas que producen la lesión espinal son, por lo general, suficientes para infligir lesiones traumáticas adicionales, tales como fracturas de huesos largos, fracturas pélvicas, viscerales y craneofaciales. Por tanto, el examinador debería tener un alto grado de sospecha de lesiones adicionales, especialmente debido a que es muy probable que la sensibilidad en el traumatismo raquimedular esté comprometida (Moscote Salazar *et al.* 2015).

Figura 3: Evaluación inicial del paciente con trauma raquimedular



Fuente: Moscote Salazar *et al.* (2015).

Se continúa con un examen neurológico básico. Si el paciente está consciente puede realizarse una evaluación motora y sensitiva más detallada, pero habitualmente el paciente está con compromiso de conciencia por el trauma o la sedación o incapacitado de comunicarse si está intubado. Ante estas circunstancias, Bustamante Bozzo (2020) establece que debe considerarse que el paciente tiene daño medular y sospechar especialmente si tiene algunos signos clínicos como:

- Parálisis o paresia de extremidades.
- Alteraciones de la sensibilidad en el tronco o las extremidades.
- Dificultades en el lenguaje.
- Respiración diafragmática.
- Hipotensión con bradicardia paradojal.
- Dolor o deformidad de la columna vertebral.
- Ausencia de dolor ante lesiones previsiblemente dolorosas.
- Posición en flexión de codos.
- Parestesias.
- Priapismo.
- Incontinencia urinaria y rectal.

Para el examen sensitivo se exploran 28 dermatomas en cada hemicuerpo (C2 a S4-S5, considerando este como un único dermatoma). En cada uno se valora la sensibilidad algésica (pinchazo de aguja) y táctil superficial (roce de algodón) según una escala de 3 puntos (0 = ausente, 1 = deterioro, 2 = normal). Además, se valora la sensación anal profunda mediante tacto rectal, registrándola como presente o ausente (Galeiras Vásquez *et al.* 2017).

Se explora el balance muscular en 5 grupos musculares llave en el miembro superior y en 5 en el miembro inferior, en cada hemicuerpo. Se valora en una escala

de 0 a 5, de acuerdo con la graduación del Medical Research Council. En el miembro superior se valora: flexión de codo (C5), extensión de carpo (C6), extensión de codo (C7), flexión de dedo (C8) y abductores del quinto dedo (T1). En el miembro inferior se incluyen: flexión de cadera (L2), extensión de rodilla (L3), dorsiflexión de tobillo (L4), extensión del primer dedo (L5) y flexión plantar de tobillo (S1). Como parte del examen motor se valorará la contracción voluntaria del esfínter anal externo mediante tacto rectal, registrándola como ausente o presente (Galeiras Vásquez *et al.* 2017).

El nivel sensitivo es el dermatoma intacto más caudal para ambas sensibilidades (tacto y dolor). El nivel motor se define por el músculo llave más caudal con un grado muscular de al menos 3, siempre y cuando los músculos llave por encima de ese nivel estén intactos (grado muscular 5); en las regiones donde no hay miotoma para valorar, el nivel motor se considera el mismo que el sensitivo (Galeiras Vásquez *et al.* 2017).

El nivel neurológico de la lesión se refiere al segmento más caudal de la médula en el que las funciones sensitiva y motora son normales en ambos lados. Es el más cefálico de los niveles sensitivo y motor (Galeiras Vásquez *et al.* 2017).

a. Evaluación secundaria

La segunda fase de la evaluación se enfoca en caracterizar las lesiones espinales y/o medulares. Se visualiza y palpa toda la columna vertebral y la musculatura paraespinal, en búsqueda de deformidades o dolor local. Los hallazgos hechos durante el examen neurológico deben consignarse en la escala de discapacidad y clasificación estandarizada de la lesión medular propuesta por la ASIA (Moscote Salazar *et al.* 2015).

El daño neurológico secundario a una lesión medular se clasifica en completo o incompleto, según el compromiso de la región sacra. La persistencia de sensibilidad perineal y de función esfinteriana (tonicidad, contracción voluntaria y reflejo anal), traducen una lesión de carácter incompleto y de mejor pronóstico. Las

lesiones ubicadas en niveles más altos de la médula espinal causan grados crecientes de disfunción autonómica simpática, mientras que las lesiones que se ubican en los niveles inferiores de la médula pueden causar disfunción autonómica parasimpática (priapismo y pérdida de la función de la vejiga y el intestino). La presencia de signos piramidales en la fase inicial de una lesión medular es rara, sin embargo, su presencia constituye un mal pronóstico y debe hacer pensar en una lesión completa (Eckert y Martin, 2017).

1.1.10 Estudios de imagen

Como un intento de identificar a los pacientes con bajo riesgo de fractura, subluxación o dislocación cervical, se diseñó el protocolo NEXUS (acrónimo de National Emergency X-Radiography Utilization Study), que consta de cinco criterios: ausencia de dolor cervical en la línea media posterior, ausencia de intoxicación, falta de compromiso de conciencia, ninguna otra lesión dolorosa ni déficit neurológico. Los pacientes que cumplen todos estos criterios tienen muy bajo riesgo de lesión cervical y se puede evitar el examen imagenológico, con una sensibilidad de 99% y un valor predictivo negativo de 99,9% para las lesiones de columna cervical (Bustamante Bozzo 2020).

Otro protocolo que aborda el mismo tema es el CCSR (acrónimo de Canadian C-Spine Rule), que plantea 3 preguntas: la presencia de un factor de alto riesgo que exige una radiografía (edad > 65 años, mecanismo peligroso de trauma o parestesia en extremidades), la presencia de factores de bajo riesgo que permiten una evaluación segura del rango de movimiento y la capacidad de rotar activamente el cuello a la izquierda y la derecha. La sensibilidad de este protocolo es de 100% y la especificidad del 42,5% para las lesiones de columna cervical (Bustamante Bozzo 2020).

El tipo de imagen de elección es la tomografía axial computarizada (TAC). Si no hay disponibilidad, se recomienda una radiografía de columna en tres planos: anteroposterior, odontoidea y lateral, que luego se complementa con una TAC (ver figura 4). Un TAC permite observar mejor el rasgo de las fracturas, el retroceso de

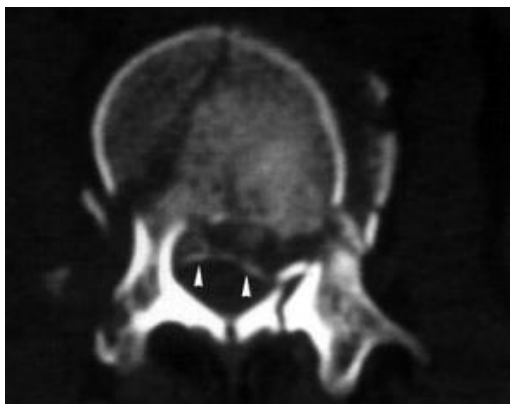
la pared vertebral posterior y los fragmentos libres en el canal vertebral. Debe efectuarse cuando existen áreas que no pueden ser vistas o son sospechosas, o si el paciente se queja de dolor cervical a pesar de radiografías normales (ver figura 5). Tiene una especial indicación en las lesiones torácicas y lumbares. La TAC es el examen de imagen de primera línea en los pacientes con TRM y politraumatismo, porque proporciona imágenes rápidas con una mejor visualización de las lesiones óseas (Bustamante Bozzo 2020).

Figura 4: Radiografía de columna cervical de lateral, que muestra una luxación C6-C7 (flecha)



Fuente: Bustamante Bozzo (2020).

Figura 5: TAC de vértebra lumbar que muestra un retroceso de la pared posterior que obstruye el canal y comprime la médula espinal (flechas)



Fuente: Bustamante Bozzo (2020).

El valor de la resonancia magnética (RMN) como examen diagnóstico ha ido en aumento ya que permite una visualización directa y precisa de la médula sin uso de medios de contraste. Por su utilidad se ha convertido en el estándar de oro para evaluar la compresión activa de la médula espinal o la lesión vascular. Sin embargo, es un examen difícil de realizar en la urgencia inmediata, pues necesita un escenario técnico especialmente adaptado y plantea problemas específicos de traslado de pacientes en malas condiciones hemodinámicas, monitorizados invasivamente, sedados y eventualmente con otras lesiones asociadas. Bajo estos términos, está indicada en pacientes previamente estables, que manifiestan una progresión del déficit neurológico, así como en quienes el nivel neurológico del daño parece estar por sobre el nivel aparente de la lesión de la columna (Bustamante Bozzo 2020).

La RMN en la fase inicial resulta ser un examen especialmente útil, principalmente dentro de las primeras 48 horas, ya que revela las lesiones primarias del impacto y permite seguir la progresión de las lesiones en fase aguda. Se pueden detectar lesiones en casos en los que la TAC es normal y su utilidad aumenta para las lesiones de los ligamentos. Es una herramienta valiosa para clasificar la gravedad de la lesión y predecir el resultado en función de la presencia de hemorragia, gravedad de la compresión inicial y la extensión del edema. Una RMN inicial normal está asociada a una recuperación completa (Bustamante Bozzo 2020).

1.1.11 Manejo del paciente con traumatismo raquimedular

El primer paso para un correcto abordaje de TRM es un adecuado diagnóstico. En los pacientes alertas y conscientes que se quejan de dolor en cuello y espalda con dificultad para movilizar las extremidades el diagnóstico resulta fácil. Sin embargo, aquellos pacientes inconscientes como resultado de un traumatismo craneoencefálico (TCE) o algún trauma en otra región corporal el diagnóstico no resulta tan claro. Estos pacientes deben ser manejados como si presentaran lesión medular hasta demostrar lo contrario. La evaluación del paciente debe ser rápida y precisa por medio de una historia clínica que establezca el mecanismo de lesión y existencia de debilidad motriz en algún momento después del trauma. En las

lesiones medulares completas a nivel de C5 la musculatura intercostal resulta paralizada, mientras que se mantiene la respiración diafragmática, mientras que las lesiones a nivel de C3-C4 es esta última la afectada (Castillo Matus 2021).

En toda condición es imprescindible asegura una adecuada ventilación del paciente. Si el daño medular es severo o se produce por encima de T6 se produce vasoplejía con caída de la presión arterial, aunque no se llega a producir shock hipovolémico. La administración de infusiones intravenosas, expansores de volumen, transfusiones, se realizarán de forma rápida y cuidadosa, para mantener la normotensión del paciente (Castillo Matus 2021).

Una vez realizado el diagnóstico de lesión en columna o médula se procede a la administración de esteroides. La aplicación de una dosis inicial de 30 mg/kg de metilprednisolona seguido de 5,4 mg cada hora ha demostrado ser efectiva para la recuperación de funciones motoras y sensitivas suprimiendo la muerte neuronal secundaria a la lesión. Al reducir el edema y la infiltración leucocitaria, la metilprednisolona disminuye la intensidad de la peroxidación y preserva más el tejido medular. El efecto se consigue por la unión al receptor de glucocorticoides expresado por células del parénquima medular (Galeiras Vásquez *et al.* 2017).

El manejo quirúrgico de las fracturas y fracturas-luxaciones de la columna constituyen un grupo especial de fracturas debido a las desastrosas complicaciones que pueden conllevar. El objetivo del tratamiento de estas fracturas consiste en realizar la descompresión medular para disminuir el daño neurológico tan pronto como sea aconsejable y estabilizar la columna para comenzar con un adecuado programa rehabilitador. Estos objetivos se pueden obtener mediante un abordaje anterior, posterior o combinado (Castillo Matus 2021).

CAPÍTULO 2

2.1 Lesiones neurológicas y complicaciones en traumatismo raquímedular

2.1.1 Clasificación funcional de la lesión medular traumática

a. Contusión medular

Esta es debido a un trauma leve a moderado, en el que hay pérdida incompleta y transitoria de funciones medulares en un plazo de 24 a 48 horas, consiguiendo la recuperación completa en plazo de días (Castillo Matus 2021).

b. Lesión incompleta

La función motora o sensitiva se encuentra preservada por debajo del nivel de la lesión, se presentan movimientos voluntarios de extremidades inferiores o sensación, sea solo postural o en área perineal (Castillo Matus 2021).

c. Lesión completa

Cuando la lesión es completa no hay función motora o sensitiva por debajo del nivel de la lesión. Este estado también es conocido como shock medular. Cuando ocurre la sección medular a nivel de los segmentos cervicales cuarto y quinto el resultado es una cuadriplejía. Si la sección se presenta por debajo de T1 entonces se produce una paraplejía. El segmento de la piel que corresponde a la médula seccionada se torna pálida y fría, se pueden desarrollar úlceras por presión sobre las prominencias óseas. Las lesiones completas por encima de T6 la hipotensión arterial suele ser severa. La erección del pene y el reflejo bulbocavernoso también están ausentes (Castillo Matus 2021).

2.1.2 Síndromes clínicos

De acuerdo con los hallazgos del examen neurológico, Galeiras Vázquez *et al.* (2017) establece que las lesiones medulares pueden clasificarse en alguno de los siguientes síndromes clínicos:

- **Centromedular:** Es el más frecuente de las lesiones incompletas. Caracterizado por mayor debilidad motora en miembros superiores que en inferiores, trastornos esfinterianos y grados variables de afectación sensitiva. Más frecuente en personas con cambios degenerativos vertebrales previos que sufren un mecanismo de hiperextensión.
- **Brown-Séquard (hemisección medular):** Cursa con parálisis y pérdida de sensibilidad profunda ipsilateral a la lesión y afectación contralateral de la sensibilidad termoalgésica. La hemisección pura es rara en lesión medular traumática, combina síntomas de Brown-Séquard y centromedular (síndrome de Brown-Séquard plus).
- **Medular anterior:** Puede ocurrir por lesión directa de la parte anterior de la médula por retropulsión de un fragmento óseo o discal, o por lesiones de la arteria espinal anterior. Cursa con parálisis y afectación de la sensibilidad termoalgésica, con preservación de los cordones posteriores (tacto ligero y sensibilidad posicional).
- **Cono medular:** Lesión de médula sacra (cono) y de las raíces nerviosas lumbares dentro del canal neural. Produce parálisis de vejiga, intestino y miembros inferiores. Dependiendo del nivel, puede manifestarse como un cuadro mixto de motoneurona superior e inferior.
- **Cola de caballo:** Lesión de las raíces lumbosacras por debajo del cono medular dentro del canal neural. Su clínica es similar a la lesión de cono medular, del que puede ser difícil de distinguir.

2.1.3 Shock medular o espinal

El término “shock espinal” fue introducido por primera vez en 1840 por Hall, al denominar así a una disminución de la irritabilidad muscular y ausencia de reflejos en la parálisis espinal. Posteriormente, Sherrington en 1920 la definió como una ruptura completa de la médula espinal que resulta en una pérdida total de la función motora y sensorial por debajo del nivel de la lesión, así como una pérdida “temporal” de los reflejos tendinosos y el tono muscular, a pesar de que el arco reflejo permanece intacto. La parálisis motora flácida se observa inmediatamente después del inicio agudo de una lesión medular completa por debajo del nivel de la lesión, sin respuestas motoras a los estímulos externos. Resulta de la pérdida temporal completa de todas las funciones neurológicas por debajo de la lesión medular (Bustamante Bozzo 2020).

Los jóvenes se ven más afectados por el shock espinal después de un evento traumático, siendo la edad promedio de 29 años. Es más común que este cuadro se desarrolle en hombres (80%) que en mujeres. La lesión medular se asocia a fractura-luxación, desgarró de ligamentos, distracción rotacional y desgarró del espacio discal. El pronóstico resulta más favorable si el shock espinal no está asociado con una lesión significativa de la columna vertebral (Bustamante Bozzo 2020).

Su incidencia es de 19,3% en las lesiones cervicales, de 7% en las lesiones torácicas y de 3% en las lumbares, durante un período que puede durar desde unos pocos días hasta 4 a 12 semanas, los reflejos y las sensaciones están ausentes o deprimidos por debajo del nivel de la lesión (Bustamante Bozzo 2020).

Las repercusiones hemodinámicas de la lesión neurológica consisten en una hipotensión arterial importante, proporcional al nivel de la lesión (en la práctica con un límite máximo cuando la lesión está por encima de T6), asociada a una bradicardia sinusal cuando el daño medular compromete T4 (el vago cardíaco): un shock neurogénico o vasogénico. Fisiopatológicamente es un tipo de shock

distributivo, que puede asociarse a un shock hipovolémico secundario a hemorragias (Martin *et al.* 2015).

La desaparición del tono simpático conlleva a una vasoplejía sublesional, lo cual provoca una hipovolemia relativa. Las lesiones medulares que se producen a niveles altos están asociadas a menor tolerancia a la sobrecarga de volumen. La persistencia de un sistema parasimpático eficiente y funcional explica la bradicardia habitual en estos pacientes, la cual puede alcanzar su máximo al cuarto día. Casi todos los pacientes cuadripléjicos con TRM grave tienen bradicardia persistente, definida como una frecuencia cardíaca media durante al menos 1 día, menor a 60 latidos por min (Bustamante Bozzo 2020).

2.1.4 Complicaciones respiratorias

El compromiso respiratorio es proporcional al nivel de la lesión. En las lesiones de C1 y C2 la musculatura respiratoria es absolutamente ineficaz. En las lesiones de C3 y C4, (nivel de salida de los nervios frénicos) se produce una parálisis diafragmática y la ventilación es dependiente de la musculatura accesorio. Cuando la lesión se ubica entre C4 y C7, se preserva la innervación diafragmática y existe cierta autonomía ventilatoria relativa y precaria, sin embargo, en términos generales los pacientes con lesión motora completa por encima de C5 casi invariablemente necesitarán soporte ventilatorio. En una lesión más baja el compromiso de la ventilación está relacionado con la desaparición parcial o total de la actividad de la musculatura intercostal y con la ausencia o presencia de actividad en la musculatura abdominal. Lesiones inferiores a T5 no suelen producir insuficiencia respiratoria de origen neuromuscular. En las lesiones torácicas bajas y lumbares, las repercusiones respiratorias son mínimas. Por debajo de T12, la actividad de la musculatura abdominal permanece indemne (Martin *et al.* 2015).

2.1.5 Circulación e hipotensión

La resucitación adecuada y precoz con fluidos es prioritaria en el tratamiento de la hipotensión, ya que mantener la perfusión adecuada es uno de los objetivos

principales en el manejo del paciente con TRM para evitar el daño secundario del SNC. La hipotensión y la hipovolemia contribuyen a la hipoperfusión, perpetuando el daño secundario, lo que conlleva a agravar la lesión instaurada en la médula espinal. Se ha comprobado que niveles más altos de lesión se correlacionan con hipotensión más severa. Por lo tanto, es esencial restaurar el volumen intravascular de una manera controlada, y de ser necesario, iniciar vasopresores (Galeiras Vásquez *et al.* 2017).

2.1.6 Temperatura

En lesiones por encima de T6, el sistema nervioso autónomo se encuentra interrumpido provocando alteración en la termorregulación ocasionado por la incapacidad del hipotálamo para regular la temperatura corporal por pérdida del control vasomotor. Estos pacientes pueden presentar hipotermia, así como incapacidad para disipar el calor corporal. Por ello es importante la monitorización continua de la temperatura en la fase aguda (Galeiras Vásquez *et al.* 2017).

IV. CONCLUSIONES

1. Las características epidemiológicas en los pacientes con traumatismo raquimedular se presentan con mayor frecuencia en el género masculino y en rango de edad de 30 a 45 años. Los mecanismos de lesión más frecuentes son los accidentes automovilísticos y las caídas de altura.
2. Los signos clínicos que se presentan con mayor frecuencia en pacientes con trauma raquimedular son la paresia de extremidades o parálisis, alteraciones en la sensibilidad del tronco o en las extremidades, hipotensión e incontinencia urinaria.
3. El nivel de la lesión medular que se presenta con mayor frecuencia es a nivel cervical, según la literatura revisada.
4. Las complicaciones secundarias al trauma raquimedular más frecuentes son la insuficiencia respiratoria, neumonía, infección del tracto urinario y el shock medular, según los datos revisados en metaanálisis.
5. Según el valor pronóstico de la escala ASIA, el 85% de pacientes de ASIA A no recuperará la función motora, el 54% de pacientes de ASIA B y el 86% de pacientes de ASIA C-D sí recuperarán la función motora.

V. RECOMENDACIONES

1. Al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS-, implementar programas de rehabilitación y terapia que puedan favorecer en su recuperación neurológica, sensitiva y motora a aquellas personas que han sufrido daño medular, para que puedan reincorporarse a la vida laboral.
2. A los directores de hospitales nacionales, implementar un protocolo de manejo del paciente politraumatizado o con traumatismo raquimedular en las áreas de emergencia, para su rápida y óptima evaluación, monitoreo y tratamiento. Así también el uso de la escala ASIA para conocer el valor pronóstico de los pacientes con trauma raquimedular.
3. A los directores de los hospitales nacionales, mantener en óptimas condiciones las áreas rojas, emergencias, cuartos de shock, quirófanos, equipo de rayos X, tomógrafo, para la atención de los pacientes politraumatizados y con lesión medular.
4. A los médicos cirujanos y traumatólogos, brindar talleres de entrenamiento al personal paramédico para el reconocimiento oportuno de las lesiones raquimedulares y promover las condiciones óptimas del traslado de los pacientes, con lo que se puede disminuir las complicaciones en este tipo de pacientes.

VI. REFERENCIAS

Alizadeh, A; Dyck, S; Karimi-Abdolrezaee, S. 2019. Traumatic spinal cord injury: an overview of pathophysiology, models and acute injury mechanisms (en línea). *Frontiers in Neurology* 10(282). Consultado 14 may. 2021. Disponible en <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2019.00282/full>

Alva Rodríguez, JJ. 2018. Caracterización clínica y epidemiológica de pacientes politraumatizados con lesiones de columna vertebral, intervenidos quirúrgicamente (en línea). Tesis Lic. Guatemala, URL, Facultad de Ciencias de la Salud. 61 p. Consultado 15 may. 2021. Disponible <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrce/2018/09/18/Alva-Jose.pdf>



Arriagada, G; Macchiavello, N. 2020. Traumatismo raquímedular (TRM): revisión bibliográfica (en línea). *Revista Médica Clínica Las Condes* 31(Issues 5-6):423-429. Consultado 22 may. 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864020300754?via%3Dihub>

Baabor A, M; Cruz T, S; Villalón F, J. 2016. Actualización en la fisiopatología y manejo de traumatismo raquímedular: revisión bibliográfica (en línea). *Revista Chilena de Neurocirugía* 42(2):144-150. Consultado 1 jun. 2021. Disponible en https://www.neurocirugiachile.org/pdfrevista/v42_n2_2016/baabor_p144_v42n2_2016.pdf

Bustamante Bozzo, R. 2020. Traumatismo raquímedular (en línea). *Revista Chilena de Anestesia* 50(1):126-158. Consultado 2 jun. 2021. Disponible en <https://revistachilenadeanestesia.cl/revchilanestv50n01-09/>

Castillo Matus, AL. 2021. Traumatismo raquimedular cervical subaxial en adultos del servicio nacional de neurocirugía del hospital Antonio Lenin Fonseca Martínez, atendidos entre el mes de diciembre 2018- noviembre 2020 (en línea). Tesis M.Sc. Managua, Nicaragua, UNAN, Facultad de Ciencias Médicas. 93 p. Consultado 15 jun. 2021. Disponible en <https://repositorio.unan.edu.ni/15716/1/15716.pdf>

Chiu, W; Lin, H; Lam, C; Chu, S; Chiang, Y; Tsai, S. 2010. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: comparisons between developed and developing countries (en línea). Asia Pacific Journal of Public Health 22(1):9-18. Consultado 12 jun. 2021. Disponible en <https://www.sci-hub.ren/10.1177/1010539509355470>



Conran, J; Andersson, N; Bjelak, S; Giesecke, K; Hultling, C; Nilsson Wikmar, L; Phillips, J; Seiger, Å; Stenimahitis, V; Trok, K; Åkesson, E; Wahman, K. 2017. Incidence, aetiology and injury characteristics of traumatic spinal cord injury in Stockholm, Sweden: a prospective, population-based update (en línea). Journal of Rehabilitation Medicine 49(Issue 5):431-436. Consultado 16 jun. 2021. Disponible en <https://www.medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.2340/16501977-2224>

Crozier Shaw, G; Denton, H; Morris, S. 2020. Management strategies in acute traumatic spinal cord injury: a narrative review (en línea). Revista Neuroimmunology and Neuroinflammation 7:335-344. Consultado 6 jun. 2021. Disponible en <https://nnjournal.net/article/view/3678>

Eckert, MJ; Martin, MJ. 2017. Trauma: spinal cord injury (en línea). Revista Surgical Clinics of North America 97(5):1031-1045. Consultado 3 jun. 2021. Disponible en <https://www.sci-hub.ren/10.1016/j.suc.2017.06.008>

Feng, Y; Sun, T; Chen, L; Xie, J; Zhang, Z; Huang, H; He, X. 2017. Clinical therapeutic guideline for neurorestoration in spinal cord injury (Chinese version 2016) (en línea). Journal of Neurorestoratology 5:73-83. Consultado 9 jun. 2021. Disponible en <https://www.sci-hub.ren/10.2147/JN.S119581>



Galeiras Vázquez, R; Ferreiro Velasco, M; Mourelo Fariña, M; Montoto Marqués, A; Salvador de la Barrera, S. 2017. Actualización en lesión medular aguda postraumática, parte 1 (en línea). Revista Medicina Intensiva 41(4):237-247. Consultado 10 jun. 2021. Disponible en <https://www.sci-hub.ren/10.1016/j.medin.2016.11.002>

García Gómez, A; Gutiérrez Gutiérrez, L; Barthelemy Mirabal, A; Pradere Pensado, J; Díaz Gómez, E. 2013. Caracterización de pacientes con traumatismo de médula espinal (en línea). Revista Cubana de Medicina Militar 42(2):201-209. Consultado 17 jun. 2021. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedmil/cmm-2013/cmm132i.pdf>

Higueros Martínez, D; Castellanos Ramírez, K; Obiols Escobar, R. 2018. Caracterización epidemiológica y clínica de pacientes adultos por trauma raquimedular (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Médicas. 96 p. Consultado 13 jun. 2021. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_11041.pdf

Ho, Chester; Wuermsers, L; Priebe, M; Chiodo, A; Scelza, W; Kirshblum, S. 2007. Spinal cord injury medicine: 1- epidemiology and classification (en línea). Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 88(Issue 3, supl. 3):S49-S54. Consultado 14 jun. 2021. Disponible en [https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(06\)01557-7/fulltext](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(06)01557-7/fulltext)

Lenahan, B; Street, J; kwon, B; Noonan, V; Zhang, H; Fisher, C; Dvorak, M. 2012. The epidemiology of traumatic spinal cord injury in British Columbia, Canadá (en línea). Revista Spine 37(4):321-329. Consultado 16 jun. 2021. Disponible en <https://www.sci-hub.ren/10.1097/BRS.0b013e31822e5ff8>



Martin, A; Aleksanderek, I; Fehlings, M. 2015. Diagnosis and acute management of spinal cord injury: current best practices and emerging therapies (en línea). Revista Current Trauma Reports 1:169-181. Consultado 6 jun. 2021. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s40719-015-0020-0>

Mathur, S; Jain, S; Kumar, N; Srivastava, A; Purohit, N; Patni, A. 2014. Spinal cord injury: scenario in an Indian state (en línea). Spinal Cord 53:349-352. Consultado 2 jun. 2021. Disponible en <https://www.nature.com/articles/sc2014153>

Miralles, RC. 2001. Biomecánica de la columna (en línea). Revista Sociedad Española del Dolor 8(2):2-8. Consultado 14 jun. 2021. Disponible en http://revista.sedolor.es/pdf/2001_10_02.pdf



Moscote Salazar, L; Romero Rivera, H; Cabeza Morales, M; Rubiano, A; Alcalá Cerra, G. 2015. Traumatismo raquimedular: abordaje clínico inicial (en línea). Revista Perspectiva en Urgencias 1(2):103-111. Consultado 13 jun. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/289536378_Traumatismo_raquimedular_Abordaje_clinico_inicial



Padilla-Zambrano, H; Ramos-Villegas, Y; Alvis Miranda, H; Joaquin, A; Moscote-Salazar, L. 2017. Fisiopatología del trauma raquimedular (en línea). Revista Mexicana de Neurociencia 18(5):46-53. Consultado 12 jun. 2021. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmexneu/rmn-2017/rmn175e.pdf>

Pinchi, E; Frati, A; Cantatore, S; D'Errico, S; La Russa, R; Maiese, A; Palmieri, M; Pesce, A; Viola, R; Frati, P; Fineschi, V. 2019. Acute spinal cord injury: a systematic review investigating miRNA families involved (en línea). International Journal of Molecular Sciences 20(8):1841. Consultado 5 jun. 2021. Disponible en <https://www.mdpi.com/1422-0067/20/8/1841/htm>

Pupo Rodríguez, Y; Castellanos Bertot, Y; Cuba Rodríguez, L. 2019. Caracterización del trauma raquimedular en el Servicio de Neurocirugía, Guantánamo 2013-2018 (en línea). Revista Informática Científica 98(4):439-447. Consultado 22 jun. 2021. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-99332019000400439

Rivero Morey, R; Rivero Morey, J; Acevedo Cardoso, J; Castro López, E; Bordón González, L. 2019. Caracterización clínico-quirúrgica de pacientes ingresados por traumatismo raquimedular (en línea). Revista Científica Estudiantil 16 de abril 58(274):105-112. Consultado 15 jun. 2021. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/abril/abr-2019/abr19274d.pdf>

Rouanet, C; Reges, D; Rocha, E; Gagliardi, V; Sampaio Silva, G. 2017. Traumatic spinal cord injury: current concepts and treatment update (en línea). Archivos de Neuro-Psiquiatría 75(6):387-393. Consultado 4 jun. 2021. Disponible en <https://www.scielo.br/j/anp/a/D5MZLCn7xRcMg67mxFgbGmr/?lang=en>



Teherán, AA; Castro, OJ; Frade, LL. 2016. Incidencia y características del trauma raquimedular en un Hospital de III nivel, Bogotá 2011-2014 (en línea). Panamerican Journal of Trauma Critical Care & Emergency Surgey 5(3):140-147. Consultado 1 jun. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Anibal-Teheran/publication/312296743_Incidencia_y_Caracteristicas_del_Trauma_Raquimedular_en_un_Hospital_de_III_Nivel_Bogota_2011-2014/links/5878d55608aebf17d3be2608/Incidencia-y-Caracteristicas-del-Trauma-Raquimedular-en-un-Hospital-de-III-Nivel-Bogota-2011-2014.pdf?origin=publication_detail

Vaccaro, A; Oner, C; Kepler, C; Dvorak, M; Schnake, K; Bellabarba, C; Reinhold, M; Aarabi, B; Kandziora, F; Chapman, J; Shanmaganathan, R; Fehlings, M; Vialle, L. 2013. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system (en línea). Revista Spine 38(23):2028-2037. Consultado 15 jun. 2021. Disponible en <https://www.sci-hub.ren/10.1097/brs.0b013e3182a8a381>

Zárate-Kalfópulos, B; Jiménez-González, A; Reyes-Sánchez, A; Robles-Ortíz, R; Cabrera-Aldana, E; Rosales-Olivarez, L. 2016. Demographic and clinical characteristics of patients with spinal cord injury: a single hospital-based study (en línea). Spinal Cord 54:1016-1019. Consultado 29 jun. 2021. Disponible en <https://www.nature.com/articles/sc201641>

Zileli, M; Osorio-Fonseca, E; Konovalov, N; Cardenas-Jalabe, C; Kaprovoy, S; Mlyavykh, S; Pogosyan, A. 2020. Early management of cervical spine trauma: WFNS spine committee recommendations (en línea). Revista Neurospine 17(4):710-722. Consultado 5 jun. 2021. Disponible en <https://www.e-neurospine.org/upload/pdf/ns-2040282-141.pdf>



VII. ANEXOS

Chiquimula, 18 de agosto de 2021

Dr. Rory René Vides Alonzo

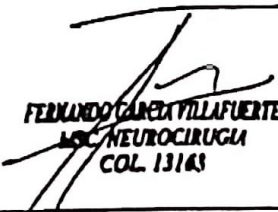
Presidente del Comité Organizador de Trabajos de Graduación de Medicina

Centro Universitario de Oriente -CUNORI-

Universidad de San Carlos de Guatemala

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación para asesorar al Maestro de Educación Primaria **Alvaro Alejandro García Villafuerte**, con carné universitario **201540107** en el trabajo de graduación titulado **"CARACTERIZACIÓN CLÍNICA Y EPIDEMIOLÓGICA DE PACIENTES CON TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR"**, me dirijo a usted para informarle que he procedido a revisar y orientar al mencionado sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

Atentamente:



FERNANDO GARCÍA VILLAFUERTE
MSC. NEUROCIRUGÍA
COL. 13163

Dr. Fernando García Villafuerte
Médico y Cirujano
Neurocirujano
Colegiado No. 13,163

VIII. APÉNDICES

CRONOGRAMA DE TRABAJO

Actividad	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elección del tema para monografía																
Inicio de la elaboración de monografía																
Elaboración del capítulo 1																
Elaboración del capítulo 2																
Elaboración de conclusiones y recomendaciones																
Finalización de monografía y corrección																
Monografía concluida, revisión y última corrección																
Entrega de la monografía finalizada																
Presentación de monografía finalizada																

Fuente: elaboración propia (2021).

RECURSOS

RECURSOS FINANCIEROS

Cantidad	Descripción	Total
1	Computadora portátil	Q5,400.00
1	Internet residencial	Q200.00
1	Impresora	Q600.00
1	Cartucho tinta negra	Q90.00
1	Cartucho tinta color	Q110.00
1	Resma de hojas tamaño carta	Q35.00
	TOTAL	Q6,435.00

Fuente: elaboración propia (2021).

RECURSOS HUMANOS

- Investigador: Alvaro Alejandro García Villafuerte, Médico y Cirujano de pregrado.
- Asesor de investigación: Dr. Fernando García Villafuerte
- Revisores de investigación: Dr. Rory René Vides, Dr. Carlos Arriola, Dr. Edwin Mazariegos, Ing. Christian Sosa.

RECURSOS FÍSICOS

- Computadora
- Internet
- Artículos, revistas electrónicas, tesis, metaanálisis, libros, investigaciones en cirugía y traumatología relacionadas al tema de investigación.