

TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR: PRESENTACIÓN CLÍNICA Y DIAGNÓSTICO

ACUTE SPINAL CORD INJURY: CLINICAL MANIFESTATIONS AND DIAGNOSIS

Sebastián Cruz Troncoso¹, Javier Villalón Friedrich², Marcos Baabor Aqueveque³

¹Interno de medicina, Universidad de Chile

²Interno de medicina, Universidad de Antofagasta

³Neurocirujano, Unidad de Columna, Hospital Clínico de la Universidad de Chile

RESUMEN

Introducción: El Traumatismo Raquimedular (TRM) implica todas las lesiones traumáticas que dañan huesos, ligamentos, músculos, cartílagos, estructuras vasculares, radicales y meníngeas en cualquier nivel de la médula espinal, pudiendo provocar diversos síndromes neurológicos dependiendo de la zona y nivel de la lesión.

Cuerpo de la revisión: Epidemiología: Frecuentemente se asocia con politraumatismos. Su mortalidad ha disminuido debido a los avances en las unidades de cuidados intensivos, por lo tanto, los sobrevivientes con secuelas han ido en aumento.

Objetivo: En esta revisión se analizan los principales mecanismos de daño de la médula espinal, los síndromes neurológicos más frecuentes, en relación con las lesiones medulares y su neuroanatomía, y la valoración diagnóstica de cada examen imagenológico. Incluyendo las principales dificultades diagnósticas de esta patología y cuándo debemos sospecharla, ya sea desde el punto de vista clínico, en aquellos pacientes que presentan alteración del estado de conciencia, hasta el punto de vista imagenológico, cuando existe lesión de la médula espinal sin anomalías radiológicas asociadas. Siempre debe realizarse resonancia magnética (RM) en aquellos pacientes en que se sospeche una lesión medular sin anomalías en la radiografía o en la tomografía computada (TC).

Discusión: El diagnóstico del TRM es en ocasiones complejo, lo que nos puede llevar a un reconocimiento tardío y falta de un tratamiento precoz. Las consecuencias personales, familiares, sociales y económicas son muy graves, por lo que este diagnóstico debe ser de una alta sospecha clínica.

PALABRAS CLAVE: traumatismo raquimedular; epidemiología; manifestaciones clínicas; diagnóstico imagenológico.

ABSTRACT

Introduction: Traumatic spinal cord injury (TSCI) involves all traumatic injuries that harm bones, ligaments, muscles, cartilages, vascular, radicular and meningeal structures at any level of the spinal cord, and it can cause various neurological syndromes depending on injury area and level.

Review's body: Epidemiology: It is frequently associated with multiple injuries. Mortality has decreased due to advances in intensive care units, therefore, survivors with sequelae have been increasing. **Objective:** In this review we analyzed the main mechanisms of spinal cord injury, the most common neurological syndromes in relation with spinal cord injuries and its neuroanatomy, and diagnostic assessment of each imaging test, including major diagnostic difficulties of this disease and when to suspect it, either as much from a clinical view, in patients presenting altered state of consciousness, as to an imaging view, when there is spinal cord injury without associated radiographic abnormalities (SCIWORA). Magnetic resonance imaging should always be performed in patients with a suspected spinal injury without abnormalities on x-ray or computed tomography.

Discussion: TSCI diagnosis is sometimes complex, which can lead us to a belated recognition and lack of early treatment. Personal, familial, social and economic consequences are very serious, so this diagnosis should be of high clinical suspicion.

KEYWORDS: acute spinal cord injury; epidemiology; clinical manifestations; imagenological diagnosis..

INTRODUCCIÓN

El Traumatismo Raquímedular (TRM) implica todas las lesiones traumáticas que dañan los huesos, ligamentos, músculos, cartílagos, estructuras vasculares, radiculares y meníngeas en cualquier nivel de la médula espinal. Frecuentemente se asocia con politraumatismos. Entre los pacientes incluidos en un registro de trauma, el 3% de las personas con traumatismo cerrado presentó una fractura o dislocación de la columna vertebral y 1% tuvo una lesión en la médula espinal⁽¹⁾.

Se estima que la incidencia del TRM es de entre 20 a 30 casos/año por cada millón de habitantes, siendo los varones de edades comprendidas entre 25 y 35 años de edad el tramo más afectado. En Estados Unidos la incidencia de TRM es mayor que en otros países, en 2010 fue de 40 casos/año por millón de personas. Las causas fueron accidentes de tránsito vehicular (48%), caídas (16%), violencia (12%), accidentes deportivos (10%) y otras causas (14%)⁽²⁻⁴⁾. No existen estudios de incidencia de TRM en Chile, pero en Valparaíso un estudio retrospectivo mostró que el tramo más afectado es entre 15-29 años⁽⁵⁾. La mortalidad de TRM ha disminuido debido a los avances en las unidades de cuidados intensivos, por lo tanto, los sobrevivientes con secuelas han ido en aumento, sin embargo el neurotrauma continúa siendo una causa significativa de morbilidad y mortalidad⁽⁶⁾. Las consecuencias personales, familiares, sociales y económicas de esta enfermedad, hacen que sea un tema importante en la actualidad⁽⁷⁻¹⁰⁾.

A pesar de los avances y mejoras en el diagnóstico, el reconocimiento y tratamiento precoz aún es difícil. Por este motivo, se analizarán las principales presentaciones clínicas y su diagnóstico, ya que debe ser de una elevada sospecha clínica para iniciar un tratamiento temprano. El presente artículo consiste en una Revisión Bibliográfica no sistemática.

RECUERDO ANATÓMICO

La columna vertebral está compuesta por treinta y tres vértebras: 7 cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares, 5 sacras y 4 coccígeas (usualmente fusionadas)⁽¹¹⁾, aunque solo las primeras 20 proveen movimiento. Es responsable de importantes funciones, incluyendo proteger la médula espinal y las raíces nerviosas que emergen de ésta, soporta el peso del cuerpo, mantiene la flexibilidad y rigidez del eje del cuerpo y también es importante en la locomoción.

Considerando que las vértebras deben soportar el peso de una persona en posición erecta, van incrementando su tamaño y resistencia a medida que descienden en la columna vertebral. La altura de la columna está dada principalmente por el cuerpo vertebral (75%) y en menor medida por el disco intervertebral (25%).

A cada lado de la médula espinal aparecen fibras, dorsales y ventrales, que se unen para formar los nervios espinales, que emergen desde el agujero intervertebral y que inervan cada metámera del cuerpo. En un corte transversal de la médula espinal, la sustancia gris se observa en el centro de la médula (en forma de “mariposa” o de “H”), y la sustancia blanca la rodea. Las vías motoras eferentes emergen desde el asta anterior y vías sensoriales aferentes arriban al asta posterior (esto explica las dos funciones principales de la médula espinal, motora y sensitiva).

El asta dorsal es el punto de entrada de información sensorial al sistema nervioso central, además es capaz de modular la transmisión del dolor hacia circuitos supraespinales. Mediante esta vía se recibe información de husos musculares que participan en los reflejos osteotendíneos, modalidades de dolor, temperatura, propiocepción, vibración y discriminación. El asta ventral contiene los núcleos motores e interneuronas que median y llevan información de los tractos descendentes a las uniones neuromusculares^(12,13).

Los tractos contenidos en la sustancia blanca son importantes al evaluar los síndromes que afectan la médula espinal. Los tractos ascendentes más conocidos son los de la columna dorsal y la zona anterolateral, de los descendentes, el corticoespinal. En la columna dorsal recorre el fascículo *gracilis* y *cuneatus*, los cuales contienen información ipsilateral sensorial propioceptiva y de vibración. Por la zona anterolateral recorren los tractos espinotalámicos que contienen información sensorial del dolor, tacto y temperatura contralateral, ya que decusan al mismo nivel por la comisura ventral. Y el tracto corticoespinal contiene la primera motoneurona que proviene directamente desde la corteza haciendo sinapsis en el asta anterior de la médula. Existen otros tractos descendentes tales como el tectoespinal, el rubroespinal, el vestibuloespinal y el reticuloespinal, además otros ascendentes como el espinocerebelar y el espinoreticular.

La irrigación de la médula espinal es diferente para cada segmento, la zona cervical está irrigada por arterias espinales que provienen de las arterias vertebrales, éstas a su vez ramas de la arteria subclavia. La arteria espinal

anterior irriga los dos tercios anteriores de la médula. Las arterias espinales posteriores irrigan principalmente las columnas dorsales. A medida que descienden en la médula, varias ramas a nivel torácico y lumbar proveen de suministro de sangre adicional a las arterias espinales. En la región torácica por arterias intercostales y finalmente las zonas lumbares y sacras por las arterias lumbares⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.

MECANISMOS DE DAÑO DE LA MÉDULA ESPINAL

Existen diferentes mecanismos de daño de la médula espinal⁽¹⁷⁾. Cada uno de ellos puede expresarse como un síndrome diferente según la localización de daño que produzcan en la médula espinal⁽¹⁸⁾. Es importante, ya que puede predecir la morbilidad y mortalidad del trauma⁽¹⁹⁾.

Sección medular

Traumas penetrantes o traumas cerrados masivos pueden resultar en lesiones de la médula espinal en que se produzca una sección parcial o completa. Esto puede producirse por desplazamiento de fragmentos óseos sobre el canal medular, e incluso por herniaciones del disco. (Figura 1.2 y 1.3). En estos casos, las lesiones podrían asociarse a síndromes como el de Brown-Séquard o a *shock* medular sin recuperación posterior.

Compresión medular

Se da habitualmente en pacientes ancianos con artrosis o espondilosis cervical cuando extiende su cuello, ya que la médula espinal se comprime entre la vértebra por anterior y el ligamento amarillo hipertrofiado por posterior. También los hematomas intramedulares pueden producir compresión la médula espinal.

Contusión medular

Pueden ocurrir contusiones de la médula espinal por dislocación, subluxación o fractura de fragmentos óseos.

Vascular

El daño vascular debe ser sospechado cuando existe discrepancia entre el déficit neurológico y el nivel de lesión medular conocido, ya que la disminución de la irrigación secundaria al daño de vasos sanguíneos es mayor que el aparente producido por la lesión directa hacia la médula. Por ejemplo, en casos de traumatismos que lesionan la arteria espinal anterior pueden llevar al síndrome medular

anterior y daño en más de un segmento medular (Figura 1.4).

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA

Para una evaluación adecuada de la severidad de la lesión, con las posibles secuelas neurológicas y su pronóstico, es necesario un examen neurológico completo y adecuado, tanto de su función motora, como de la sensitiva.

La evaluación de la función motora se debe realizar a través de grupos musculares en ambos lados del cuerpo (si fuese necesario, músculo por músculo), con el fin de localizar topográficamente cualquier lesión. La función muscular se clasifica usando la Clasificación Internacional Neurológica Estándar de la Lesión de la Médula Espinal⁽²⁰⁾. La evaluación de la función sensorial es una parte importante del examen neurológico, pero también una de las más complejas, ya que es muy subjetiva entre los distintos examinadores. Se puede clasificar en ausente, alterada o normal.

Según los criterios de NEXUS se debe sospechar TRM en todos aquellos pacientes que presenten dolor principalmente cervical o a cualquier nivel en la línea media de la columna, déficit neurológicos, todos los pacientes con historia de trauma que tengan alteración de la conciencia, estén confundidos, intoxicados o que por mecanismo de daño se sospeche la distracción de estructuras del sistema nervioso^(21,22). Debe mantenerse inmovilización hasta que sea descartado imagenológicamente inestabilidad de la columna mediante radiografía y TC. Incluso en algunos casos, se requiere RM cuando la sospecha de lesión medular es elevada, lo cual se detalla más adelante.

En la lesión de la médula espinal, puede existir una asociación de varios trastornos neurológicos, o síndromes, que se detallan en la **Tabla 1**.

EVALUACIÓN IMAGENOLÓGICA

La evaluación imagenológica ofrece mucha información, que objetiva la indemnidad y la alineación de la columna vertebral, además evalúa si existen fracturas asociadas, daño de ligamentos o compresión de las estructuras neurales^(30,31). Las imágenes más utilizadas son la radiografía, tomografía computarizada y resonancia magnética.

Radiografía

Esta es la primera imagen que debemos solicitar; proporcionan una evaluación rápida de la alineación de la

columna, las fracturas y el tejido blando inflamado. La articulación cervicotorácica (C7-T1) y la articulación toracolumbar (T11-L1) son los dos puntos críticos donde ocurre el 80% de las lesiones, por lo que siempre deben observarse. Además se debe evaluar la forma y altura de los cuerpos vertebrales, el espacio intervertebral y la alineación (el deterioro de la línea espinolaminar es un signo indirecto de la compresión de la médula espinal)⁽⁷⁾.

Radiografía simple de columna cervical. La radiografía cervical lateral proporciona información relevante acerca de esta área, permitiendo detectar hasta dos terceras partes de las lesiones ocurridas en esta zona, y debe ser realizada siempre, posteriormente, debe complementarse con otras proyecciones. La radiografía lateral debe incluir las 7 vértebras cervicales, la articulación atlanto-occipital y la articulación C7-T1^(32,33). Si no se logra ver C7 se debe solicitar una nueva radiografía cervical en posición "nadador" modificada (sin movilizar el cuello). Esta proyección también permite ver claramente el cuerpo vertebral y las apófisis espinosas. La radiografía anteroposterior puede evaluar mejor la zona cervicotorácica, especialmente los pedículos, las facetas y las masas laterales. La radiografía transoral, permite visualización de la charnela occipitoatloaxoidea, el odontoides y articulación C1-C2⁽³²⁾.

Radiografía simple de columna torácica y lumbar. No se realiza de forma rutinaria, solo en casos de politraumatismo, alteración de conciencia, cuando el examen clínico sugiere lesiones en el tórax o zona lumbosacra y cuando hay historia de caídas desde altura o accidentes vehiculares. En caso de realizar la placa torácica, se deben visualizar las doce vértebras torácicas y las primeras dos lumbares. En la radiografía lumbar, debe observarse las últimas torácicas y las cinco lumbares⁽³⁴⁾.

Con la evidencia de una fractura vertebral en un trauma cerrado es mandatorio realizar radiografía de toda la columna lumbar⁽³⁰⁾, o una tomografía computarizada.

Tomografía computarizada

Este examen se realiza siempre en la presencia de fractura o subluxación previamente diagnosticada por radiografía, paciente con déficit neurológico o dolor aunque no exista alteración en radiografía, en pacientes con fractura de columna en la que se requiere determinar con precisión la localización y extensión de daños en el canal espinal, y en algunos casos en que no es posible evaluar la columna cervical por radiografía simple^(32,33,35).

Resonancia Magnética

Es el examen preferido para la caracterización adicional de la mayoría de estas condiciones⁽³⁶⁾. Un método muy útil para evaluar el sangrado, principalmente el hematoma epidural, el daño de partes blandas, discos intervertebrales, ligamentos vertebrales o la compresión radicular, ya que proporciona una imagen detallada de la médula espinal, pero no para la evaluación de la afectación ósea. Otro inconveniente de esta prueba es que necesita un largo tiempo en la realización, de modo que en pacientes inquietos o con dolor exagerado es difícil de lograr imágenes satisfactorias^(32,35).

LESIÓN DE LA MÉDULA ESPINAL SIN ANORMALIDADES RADIOGRÁFICAS (SCIWORA)

Se refiere a las lesiones espinales, típicamente localizadas en la región cervical, en ausencia de lesión ósea o ligamentosa identificable, con radiografías técnicamente bien realizadas, ni con tomografía computarizada. Es rara y ocurre mayoritariamente en niños. Entre 16 a 19% de los niños que presentan TRM no presentan anomalías radiológicas⁽³⁷⁻⁴⁰⁾. Sin embargo, se ha descrito en todas las edades y a todos los niveles de la columna. Las manifestaciones clínicas pueden ser desde anomalías en signos vitales como apnea, bradicardia o hipotensión hasta déficit neurológicos que incluso pueden ser transitorios. La RM debe realizarse en aquellos pacientes en que se sospecha lesión medular, pero tienen radiografías, TC o ambas normales⁽⁴¹⁻⁴³⁾ ya que los hallazgos de anomalías en la médula espinal, que requieren intervenciones quirúrgicas, por la RM son frecuentes.

El manejo de pacientes con traumatismo de la columna vertebral depende principalmente de la estabilidad de la fractura y lesiones concomitantes^(44,45). La rehabilitación posterior es muy importante, ya que existen diferencias significativas en mortalidad como longevidad entre la población con TRM comparada con la población general⁽⁴⁶⁾.

DISCUSIÓN

El Traumatismo Raquímedular frecuentemente se asocia con accidentes que involucran gran energía, politraumatismos y traumas encéfalo craneano, por lo que al llegar al servicio de urgencia pueden presentar alteraciones de conciencia y en consecuencia incapacidad de

referir dolor o déficit neurológicos que nos permitirían sospecharlo. Además en aquellos que sí presentan síntomas neurológicos y que son capaces de referirlos, al solicitar imágenes de evaluación de la columna vertebral puede existir ausencia de anomalías radiológicas, principalmente en los niños. Por estos motivos, entre otros, el diagnóstico del TRM es en ocasiones complejo, lo que nos puede llevar a un reconocimiento tardío y falta de un tratamiento precoz. Las consecuencias personales, familiares, sociales y económicas son muy graves, por lo que este diagnóstico debe ser de una alta sospecha clínica.

Tabla 1. Principales síndromes medulares que se pueden presentar en TRM

Síndromes Medulares	
Síndrome	Características
<i>Shock Medular</i>	Ocurre cuando la lesión de la médula está por encima de T6, y se caracteriza clínicamente por arreflexia, parálisis flácida y pérdida de la sensibilidad por debajo del nivel de la lesión. Se acompaña de signos cardiovasculares como hipotensión y bradicardia; además de retención urinaria por una vejiga flácida, y disfunción del esfínter anal. ^{23,24}
<i>Lesión parcial de la médula espinal</i>	Definido de acuerdo a la escala American Spinal Injury Association (ASIA) desde grado B hasta D (Tabla 2), en estos casos la función motora y/o sensorial está parcialmente conservada por debajo del nivel de la lesión, y puede recuperar completamente la función neurológica. Por lo general, la función motora se ve más dañada que la sensitiva, porque los tractos sensoriales se localizan en áreas más periféricas de la médula, siendo menos vulnerable. El reflejo bulbocavernoso y sensación anal a menudo está presente ^{23,25}
<i>Lesión completa de la médula espinal</i>	Escala ASIA grado A (Tabla 2), ocurre la mayoría de los casos por un daño o fractura torácica, porque el tamaño del canal medular en esta zona es estrecho en relación a la médula espinal. Existe una reducción de la sensibilidad en el nivel inferior a la lesión, pero ausencia de sensibilidad en niveles más inferiores, no hay sensibilidad en segmentos sacros, y el reflejo bulbocavernoso suele estar ausente. Hay una reducción en la potencia muscular en los segmentos inmediatamente inferior a la lesión, seguida de una parálisis total en los miotomas caudales. En fase aguda los reflejos están ausentes, no hay respuesta a la estimulación plantar y hay flacidez muscular. Los pacientes habitualmente no recuperan completamente la función neurológica. ^{23,25}
<i>Síndrome medular central</i>	Se caracteriza por una pérdida de la función motora, siendo mayor en las extremidades superiores en comparación con las inferiores, junto a un déficit sensorial, disfunción vesical e intestinal, que varían entre pacientes. Este síndrome ocurre principalmente por mecanismo de hiperextensión cervical, como en los accidentes automovilísticos, en pacientes con antecedentes con algún grado de estenosis cervical, afectando a la sustancia gris central y sustancia blanca más medial. ^{23,25,26,27} (Figura 1.5)
<i>Síndrome medular anterior</i>	Afecta a los dos tercios anteriores de la médula espinal, y se caracteriza por una pérdida variable de la función motora, de la sensibilidad al dolor y a la temperatura, pero con la función propioceptiva preservada. Usualmente acompañada de incontinencia urinaria. Generalmente se acompaña de lesión de la arteria espinal anterior. ²⁵ (Figura 1.4)
<i>Síndrome de Brown-Sequard (hemi-cord)</i>	Producto de una hemisección medular, que involucra la columna dorsal, tracto corticoespinal y el tracto espinotalámico, se produce una pérdida de la función motora, tacto fino, vibración y de la propiocepción ipsilateral a la lesión medular, y la pérdida de la sensibilidad contralateral del dolor y la temperatura. No provoca síntomas en la vejiga. La causa más frecuente de este síndrome son lesiones por cuchillo o bala, o desmielinización. ²³ (Figura 1.2)
<i>Síndrome del cono medular</i>	Este corresponde a una lesión a nivel de L2 que daña al cono o médula espinal a nivel sacro, y de las raíces nerviosas lumbares localizadas dentro del canal medular, causando generalmente vejiga neurogénica o disfunción del esfínter, además de intestino y extremidades arreflécticas, junto con anestesia en silla de montar. Generalmente los reflejos están preservados en los segmentos sacros. Las causas principales son hernia discal, fractura vertebral y los tumores. ^{25,28}
<i>Síndrome Cauda Equina</i>	Este se produce por un daño a dos o más de las 18 raíces lumbosacras localizadas dentro del canal medular, causando lumbalgia irradiada a una o ambas piernas pero de forma asimétrica, vejiga neurogénica, intestino y extremidades arreflécticas y pérdida de la sensibilidad en la distribución del dermatoma afectado. ^{25,29}

Tabla 2: Escala ASIA: Lesión Medular

American Spinal Injury Association (American Spinal Injury Association – ASIA. Standards for Neurological Classification of SCI Worksheet. ASIA Store; 2006.)

A	Completa. no hay preservación de función sensitiva ni motora por debajo del nivel de la lesión, abarca a los segmentos sacros S4 y S5
B	Incompleta: hay preservación de función sensitiva, pero no motora, por debajo del nivel neurológico y se conserva cierta sensación en los segmentos sacros S4 y S5
C	Incompleta: hay preservación de la función motora por debajo del nivel neurológico, sin embargo, más de la mitad de los músculos claves por debajo del nivel neurológico tienen una fuerza muscular menor de 3 (esto quiere decir, que no son lo suficientemente fuertes para moverse contra la gravedad)
D	Incompleta: hay preservación de la función motora por debajo del nivel neurológico y, por lo menos, la mitad de los músculos claves por debajo del nivel neurológico tienen una fuerza muscular 3 o mayor (esto quiere decir, que las articulaciones pueden moverse contra la gravedad)
E	Normal. Las funciones sensitiva y motora son normales.
ND	No es posible de determinar

Correspondencia

Sebastián Cruz Troncoso, Seba.cruzt@gmail.com

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para la realización de este trabajo.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses en relación a este trabajo.

Información sobre el artículo

Recibido el 13 de junio de 2016.

Aceptado el 2 de septiembre de 2016.

Publicado el 15 de diciembre de 2017.

Referencias

1. National Spinal Cord Injury Association Resource Center Fact Sheets [Internet]. [cited 2016 Jan 15]. Available from: <http://www.sci-info-pages.com/factsheets.html>.
2. Devivo MJ. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: trends and future implications. *Spinal Cord* 2012; 50:365.
3. Parenteau CS, Viano DC. Spinal fracture-dislocations and spinal cord injuries in motor vehicle crashes. *Traffic Inj Prev* 2014; 15:694.
4. Rahimi-Movaghar V, Sayyah MK, et al. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in developing countries: a systematic review. *Neuroepidemiology* 2013;41(2):65-85.
5. Vargas A., Cortez S. et al. Características epidemiológicas del trauma raquímedular. Una comparación entre Valparaíso-Chile y Cochabamba-Bolivia. *Rev. Chil. Neurocirugía* 36: 20-26, 2011.
6. Chang WT, Badjatia N. Neurotrauma. *Emerg Med Clin North Am.* 2014 Nov;32(4):889-905.
7. Singh A, Tetreault L, Kalsi-Ryan S, Nouri A, Fehlings MG. Global prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury. *Clin Epidemiol.* 2014 Sep 23;6:309-31.
8. Jazayeri SB, Beygi S, Shokraneh F, Hagen EM, Rahimi-Movaghar V. Incidence of traumatic spinal cord injury worldwide: a systematic review. *Eur Spine J.* 2015 May;24(5):905-18.
9. Ning GZ, Wu Q, Li YL, Feng SQ. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Asia: a systematic review. *J Spinal Cord Med.* 2012 Jul;35(4):229-39
10. Devivo MJ. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: trends and future implications. *Spinal Cord.* 2012 May;50(5):365-72.
11. Snell, Rs, Smith, MS. Clinical anatomy for emergency medicine. Mosby-Year Book; 1st edition. Pg 650-656 (January 15, 1993)
12. Rexed B. Some aspects of the cytoarchitectonics and synaptology of the spinal cord. *Prof Brain Res* 1964; 11:58.
13. Rexed B. A cytoarchitectonic atlas of the spinal cord in the cat. *J Comp Neurol* 1954; 100:297.
14. Biglioli P, Roberto M, Cannata A, et al. Upper and lower spinal cord blood supply: the continuity of the anterior spinal artery and the relevance of the lumbar arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 127:1188.
15. Gilligan L. The arterial blood supply of the human spinal cord. *J Comp Neurol* 1958; 110:75.
16. Lasjaunias P, Vallee B, Person H, et al. The lateral spinal artery of the upper cervical spinal cord. Anatomy, normal variations, and angiographic aspects. *J Neurosurg* 1985; 63:235.
17. Guthkelch AN, Fleischer AS. Patterns of cervical spine injury and their associated lesions. *West J Med* 1987; 147:428.

18. Mortazavi MM, Verma K, et al. The microanatomy of spinal cord injury: a review. *Clin Anat.* 2015 Jan;28(1):27-36.
19. Haider AH, Chang DC, Haut ER, et al. Mechanism of injury predicts patient mortality and impairment after blunt trauma. *J Surg Res* 2009; 153:138.
20. Steven C. Kirshblum, Stephen P. Burns, Fin Biering-Sorensen, et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury (Revised 2011) *J Spinal Cord Med.* 2011 Nov; 34(6): 535-546.
21. Hoffman JR, Mower WR, Wolfson AB, et al. Validity of a set of clinical criteria to rule out injury to the cervical spine in patients with blunt trauma. National Emergency X-Radiography Utilization Study Group. *N Engl J Med* 2000; 343:94.
22. Gill DS, Mitra B, Reeves F, et al. Can initial clinical assessment exclude thoracolumbar vertebral injury? *Emerg Med J* 2013; 30:679.
23. Bennie Chiles, Paul Cooper. Acute Spinal Cord Injury. *NEJM.* 1996; Vol 334 No 8: 514-20.
24. Nanković V, Snur I, Nanković S, et al. [Spinal shock. Diagnosis and therapy. Problems and dilemmas]. *Lijec Vjesn* 1995; 117 Suppl 2:30.
25. Molligaj G, Payer M, Schaller K, Tessitore E. Acute traumatic central cord syndrome: a comprehensive review. *Neurochirurgie.* 2014 Feb-Apr;60(1-2):5-11
26. Morse SD. Acute central cervical spinal cord syndrome. *Ann Emerg Med* 1982; 11:436.
27. Ishida Y, Tominaga T. Predictors of neurologic recovery in acute central cervical cord injury with only upper extremity impairment. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002; 27:1652.
28. Wagner R, Jagoda A. Spinal cord syndromes. *Emerg Med Clin North Am* 1997; 15:699.
29. Orendáčová J, Cízková D, Kafka J, et al. Cauda equina syndrome. *Prog Neurobiol* 2001; 64:613.
30. Nelson DW, et al. Evaluation of the risk of noncontiguous fractures of the spine in blunt trauma. *J Trauma* 2013; 75:135.
31. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013 May;74(5):1363-6. Bennie Chiles, Paul Cooper. Acute Spinal Cord Injury. *NEJM.* 1996; Vol 334 No 8: 514-20. Advanced trauma life support (ATLS®): the ninth edition. ATLS Subcommittee; American College of Surgeons' Committee on Trauma; International ATLS working group.
32. Bennie Chiles, Paul Cooper. Acute Spinal Cord Injury. *NEJM.* 1996; Vol 334 No 8: 514-20.
33. San Martín A. Traumatismos Raquimedulares. *Libro Medicina de Urgencia.* Escuela de Medicina Universidad Católica de Chile. Primera Edición 2003; 1: 1-16.
34. Lavanderos J. et al. Traumatismo raquimedular. *Cuad. Cir.* 2008; 22: 82-90,
35. Lammertse D, Dungan D, Dreisbach J, Falci S, Flanders A, Marino R, et al. Neuroimaging in Traumatic Spinal Cord Injury. 2007; 30: 205-14.
36. Baruah D, Chandra T, Bajaj M, Sonowal P, Klein A, Maheshwari M, Guleria S. A simplified algorithm for diagnosis of spinal cord lesions. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2015 May-Jun;44(3):256-66.
37. Launay F, Leet AI, Sponseller PD. Pediatric spinal cord injury without radiographic abnormality: a metaanalysis. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 433:166-70.
38. Carroll T, Smith CD, Liu X, Bonaventura B, Mann N, Liu J, Ebraheim NA. Spinal cord injuries without radiologic abnormality in children: a systematic review. *Spinal Cord* 2015 Dec; 53(12):842-8.
39. Szwedowski D, Walecki J. Spinal Cord Injury without Radiographic Abnormality (SCIWORA) - Clinical and Radiological Aspects. *Pol J Radiol.* 2014 Dec 8;79:461-4.
40. Boese CK, Lechler P. Spinal cord injury without radiologic abnormalities in adults: a systematic review. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013 Aug;75(2):320-30.
41. Grabb PA, Pang D. Magnetic resonance imaging in the evaluation of spinal cord injury without radiographic abnormality in children. *Neurosurgery* 1994; 35:406.
42. Felsberg GJ, Tien RD, Osumi AK, Cardenas CA. Utility of MR imaging in pediatric spinal cord injury. *Pediatr Radiol* 1995; 25:131.
43. Matsumura A, Meguro K, Tsurushima H, et al. Magnetic resonance imaging of spinal cord injury without radiologic abnormality. *Surg Neurol* 1990; 33:281.
44. Joaquim AF, Patel AA. Thoracolumbar spine trauma: Evaluation and surgical decision-making. *J Craniovertebr Junction Spine* 2013; 4:3.
45. Ropper AE, Neal MT, Theodore N. Acute management of traumatic cervical spinal cord injury. *Pract Neurol.* 2015 Aug;15(4):266-72.

46. Chamberlain JD, Meier S, Mader L, von Groote PM, Brinkhof MW. Mortality and longevity after a spinal cord injury: systematic review and meta-analysis. *Neuroepidemiology*. 2015;44(3):182-98.