



Traumatismo raquímedular, fisiopatología, diagnóstico y tratamiento. Un artículo de revisión

Spinal cord trauma, pathophysiology, diagnosis and treatment. A review article

Trauma medular, fisiopatologia, diagnóstico e tratamento. Um artigo de revisão

Diego Martín Reyes-Novillo ^I

dreyesnovillo@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-6661-7802>

Andrés Alejandro Jimbo-Bedón ^{II}

andresjimbo93@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-1517-5331>

María Alejandra Mantilla-Vicuña ^{III}

alemantilla99@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1241-5273>

Valeria Estefanía Paredes-Ledesma ^{IV}

valeriaparedes@outlook.com

<https://orcid.org/0009-0004-1237-8534>

Correspondencia: dreyesnovillo@gmail.com

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 27 de abril de 2024 * **Aceptado:** 11 de mayo de 2024 * **Publicado:** 08 de junio de 2024

- I. Médico General, Egresado de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de Cuenca Campus Azogues, Médico Rural en Puesto de Salud Javin, Cañar, Ecuador.
- II. Médico Cirujano, Egresada de la Facultad de Medicina de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Médico General en CIPROMAR S.A, Manta, Ecuador.
- III. Médico General, Egresado de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de Cuenca Campus Azogues, Médico Rural en Centro de Salud San Miguel, Azogues, Ecuador.
- IV. Médico General, Egresado de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Chimborazo, Médico Rural en Centro de Salud Unión y Progreso, Ecuador.

Resumen

El trauma raquimedular es una lesión grave que afecta la médula espinal, resultando en la pérdida parcial o completa de la función motora y sensorial por debajo del nivel de la lesión. Estas lesiones pueden ser causadas por accidentes de tráfico, caídas, actos de violencia o actividades deportivas. Las consecuencias pueden variar desde debilidad o parálisis en las extremidades hasta problemas respiratorios y disfunciones en el control de esfínteres, dependiendo del nivel y la severidad del daño. El tratamiento incluye estabilización inicial, manejo médico y rehabilitación a largo plazo, con el objetivo de maximizar la recuperación funcional y la calidad de vida del paciente.

Materiales y métodos: Se realizó una revisión bibliográfica sobre trauma raquimedular utilizando bases de datos académicas como PubMed y Scopus, incluyendo estudios en humanos publicados en los últimos 4 años en inglés y español. Se seleccionaron artículos relevantes mediante criterios específicos y se extrajeron datos clave para comparar y sintetizar los hallazgos. La calidad de los estudios se evaluó con herramientas como la escala de Jadad y el sistema GRADE, asegurando un análisis ético y riguroso. **Resultados:** La presente revisión bibliográfica identificó que los principales causantes son los accidentes de tráfico, caídas y violencia, con una prevalencia creciente en países en desarrollo. El uso de IRM y TC ha mejorado el diagnóstico inicial, y la estabilización temprana junto con el uso de corticosteroides y cirugía rápida son claves para una mejor recuperación. La rehabilitación intensiva y tecnologías asistivas como exoesqueletos han mostrado resultados prometedores en la movilidad y calidad de vida. El pronóstico depende de la severidad y nivel de la lesión, y el apoyo psicosocial es crucial. Se resaltaron áreas de investigación futura en terapias regenerativas y neuroprotección.

Palabras clave: Lesión medular; trauma; diagnóstico; tratamiento; rehabilitación; neuroprotección.

Abstract

Spinal cord trauma is a serious injury that affects the spinal cord, resulting in partial or complete loss of motor and sensory function below the level of the injury. These injuries can be caused by traffic accidents, falls, acts of violence or sports activities. The consequences can range from weakness or paralysis in the extremities to respiratory problems and sphincter control dysfunctions, depending on the level and severity of the damage. Treatment includes initial stabilization, medical management, and long-term rehabilitation, with the goal of maximizing the patient's functional

recovery and quality of life. **Materials and methods:** A literature review on spinal cord trauma was carried out using academic databases such as PubMed and Scopus, including human studies published in the last 4 years in English and Spanish. Relevant articles were selected using specific criteria and key data were extracted to compare and synthesize findings. The quality of the studies was evaluated with tools such as the Jadad scale and the GRADE system, ensuring an ethical and rigorous analysis. **Results:** The present literature review identified that the main causes are traffic accidents, falls and violence, with a growing prevalence in developing countries. The use of MRI and CT has improved initial diagnosis, and early stabilization along with the use of corticosteroids and prompt surgery are key to better recovery. Intensive rehabilitation and assistive technologies such as exoskeletons have shown promising results in mobility and quality of life. The prognosis depends on the severity and level of the injury, and psychosocial support is crucial. Areas of future research in regenerative therapies and neuroprotection were highlighted.

Keywords: Spinal cord injury; trauma; diagnosis; treatment; rehabilitation; neuroprotection.

Resumo

O trauma medular é uma lesão grave que afeta a medula espinhal, resultando na perda parcial ou total da função motora e sensorial abaixo do nível da lesão. Essas lesões podem ser causadas por acidentes de trânsito, quedas, atos de violência ou atividades esportivas. As consequências podem variar desde fraqueza ou paralisia nas extremidades até problemas respiratórios e disfunções no controle esfinteriano, dependendo do nível e gravidade do dano. O tratamento inclui estabilização inicial, manejo médico e reabilitação de longo prazo, com o objetivo de maximizar a recuperação funcional e a qualidade de vida do paciente. **Materiais e métodos:** Foi realizada uma revisão da literatura sobre trauma medular utilizando bases de dados acadêmicas como PubMed e Scopus, incluindo estudos humanos publicados nos últimos 4 anos em inglês e espanhol. Artigos relevantes foram selecionados usando critérios específicos e dados-chave foram extraídos para comparar e sintetizar os resultados. A qualidade dos estudos foi avaliada com ferramentas como a escala de Jadad e o sistema GRADE, garantindo uma análise ética e rigorosa. **Resultados:** A presente revisão de literatura identificou que as principais causas são acidentes de trânsito, quedas e violência, com prevalência crescente nos países em desenvolvimento. O uso de ressonância magnética e tomografia computadorizada melhorou o diagnóstico inicial, e a estabilização precoce juntamente

com o uso de corticosteróides e cirurgia imediata são fundamentais para uma melhor recuperação. A reabilitação intensiva e as tecnologias assistivas, como os exoesqueletos, têm mostrado resultados promissores na mobilidade e na qualidade de vida. O prognóstico depende da gravidade e do nível da lesão, e o apoio psicossocial é crucial. Foram destacadas áreas de investigação futura em terapias regenerativas e neuroproteção.

Palavras-chave: Lesão medular; trauma; diagnóstico; tratamento; reabilitação; neuroproteção.

Introducción

El trauma raquimedular es una lesión devastadora que afecta la médula espinal, a menudo resultando en parálisis y pérdida de funciones sensoriales y motoras por debajo del nivel de la lesión. Estas lesiones pueden originarse por diversas causas, como accidentes de tráfico, caídas, actos de violencia y lesiones deportivas. La médula espinal, al ser un componente esencial del sistema nervioso central, desempeña un papel crucial en la transmisión de señales entre el cerebro y el resto del cuerpo. La interrupción de estas funciones puede tener consecuencias graves y duraderas, afectando significativamente la calidad de vida de los individuos afectados (Anam Anjum 1, 2020).

La historia del trauma raquimedular y su tratamiento se remonta a la antigüedad. Documentos médicos egipcios, griegos y romanos ya reconocían la gravedad de estas lesiones, aunque los tratamientos eran rudimentarios y la prognosis generalmente desfavorable. En el siglo XIX, con los avances en anatomía y fisiología, se comenzó a comprender mejor la estructura y función de la médula espinal. Sin embargo, fue en el siglo XX cuando se realizaron progresos significativos, gracias al desarrollo de técnicas quirúrgicas avanzadas y cuidados críticos que mejoraron considerablemente las tasas de supervivencia y recuperación (Steven Kirshblum, 2021).

Estadísticamente, el trauma raquimedular es una condición relativamente rara pero con un impacto considerable. Según datos recientes, la incidencia anual global se estima entre 10 y 83 casos por millón de habitantes, variando según la región y los recursos disponibles. En los Estados Unidos, se reportan aproximadamente 17,000 nuevos casos cada año. La demografía de los pacientes con lesiones medulares muestra una predominancia masculina, con un pico de incidencia entre los 16 y 30 años, a menudo relacionado con actividades de alto riesgo como conducir y deportes extremos. Las tasas de mortalidad han disminuido con el tiempo debido a mejores cuidados agudos y

rehabilitación, pero las secuelas físicas y psicológicas siguen siendo significativas (Anam Anjum 1, 2020).

Metodología

Para realizar la presente revisión bibliográfica sobre trauma raquimedular, se utilizaron bases de datos como PubMed, Scopus y Google Scholar, revisando artículos de los últimos 4 años en inglés y español. Se incluyeron estudios en humanos y se excluyeron aquellos en animales, no revisados por pares o con acceso limitado. La búsqueda se realizó con palabras clave específicas, refinando con operadores booleanos. Tras una selección rigurosa usando criterios de inclusión y exclusión, se extrajeron datos sobre objetivos, metodología, resultados y conclusiones. Se compararon y sintetizaron los hallazgos, evaluando la calidad con herramientas como la escala de Jadad y el sistema GRADE, asegurando un análisis ético y riguroso.

Epidemiología:

La epidemiología del trauma raquimedular (TRM) es un campo vital para comprender la carga global de esta lesión y desarrollar estrategias efectivas de prevención y manejo. A nivel mundial, las tasas de incidencia varían considerablemente, con estimaciones que oscilan entre 10 y 83 casos por millón de habitantes. Sin embargo, estas cifras pueden ser subestimadas debido a la falta de sistemas de registro uniformes en muchos países, así como a diferencias en la definición y clasificación de las lesiones medulares. En los Estados Unidos, se reportan alrededor de 17,000 nuevos casos de TRM cada año, siendo los hombres jóvenes el grupo demográfico más afectado, con un pico de incidencia entre los 16 y 30 años, relacionado frecuentemente con actividades de alto riesgo como la conducción y los deportes extremos (Xiao Hu, 2023).

Las causas del TRM son variadas y pueden estar influenciadas por factores geográficos, socioeconómicos y culturales. Los accidentes de tráfico representan una proporción significativa de los casos, seguidos de caídas desde altura y actos de violencia. En los países de ingresos bajos y medianos, las lesiones medulares relacionadas con la violencia armada y los conflictos armados pueden ser más comunes, mientras que, en las naciones desarrolladas, los accidentes automovilísticos y los deportes de alto impacto son factores principales. A pesar de los avances en la seguridad vial y la prevención de lesiones deportivas, el TRM sigue siendo una carga importante para los sistemas de salud en todo el mundo (Anna-Sophie Hofer, 2019).

Las consecuencias del TRM van más allá de la discapacidad física, impactando en la calidad de vida, la participación social y la salud mental de los pacientes y sus familias. Las personas con lesiones medulares a menudo enfrentan barreras para acceder a la atención médica especializada, rehabilitación y dispositivos de asistencia, lo que puede exacerbar aún más su discapacidad y limitar sus oportunidades de reintegración social y laboral. Por lo tanto, comprender la epidemiología del TRM es fundamental para desarrollar políticas de salud pública y estrategias de prevención que aborden no solo la incidencia de la lesión en sí, sino también sus impactos sociales y económicos a largo plazo (Anna-Sophie Hofer, 2019).

Fisiopatología

El TRM comienza con una lesión primaria, que es el daño inicial causado por la fuerza traumática aplicada a la médula espinal. Esta fuerza puede resultar en fracturas vertebrales, dislocaciones, compresión de la médula espinal y daños directos al tejido nervioso. La lesión primaria provoca la interrupción inmediata de los axones, hemorragias y muerte celular, estableciendo el escenario para una cascada de eventos patológicos. La severidad de esta lesión inicial a menudo determina el pronóstico a largo plazo del paciente, ya que los daños son generalmente irreversibles (Christian Maschmann, 2019).

Tras la lesión primaria, se desencadena una serie de eventos secundarios que agravan el daño inicial. Este proceso de lesión secundaria incluye la liberación de neurotransmisores excitatorios, formación de radicales libres, inflamación, y edema. Los neurotransmisores excitatorios, como el glutamato, causan toxicidad neuronal adicional, mientras que los radicales libres dañan las membranas celulares y las estructuras intracelulares. La inflamación, mediada por la activación de células inmunes, conduce a una mayor destrucción del tejido y a la formación de cicatrices gliales que pueden impedir la regeneración axonal (Daniel J Hellenbrand, 2021).

El edema espinal, resultado de la inflamación y la interrupción de la barrera hematoencefálica, aumenta la presión intramedular, comprometiendo aún más la perfusión sanguínea y causando isquemia en la médula espinal. La isquemia contribuye a la muerte celular adicional y a la extensión del área de lesión. A medida que progresa la lesión secundaria, la cicatrización y la formación de cavidades quísticas en el tejido nervioso dañado se convierten en barreras físicas para la regeneración axonal, limitando la capacidad de recuperación funcional (Daniel J Hellenbrand, 2021).

Finalmente, la respuesta del sistema nervioso central a la lesión incluye intentos limitados de reparación y regeneración. Aunque algunas neuronas y axones pueden intentar regenerarse, estos esfuerzos suelen ser insuficientes debido a la presencia de inhibidores de crecimiento en el ambiente lesionado y la formación de cicatrices gliales. La neuroplasticidad, o la capacidad del cerebro y la médula espinal para reorganizarse, puede ofrecer cierta recuperación funcional, pero es frecuentemente parcial e incompleta. En resumen, la fisiopatología del TRM involucra una compleja interacción de eventos que inician con el daño mecánico inmediato y progresan a través de procesos inflamatorios y degenerativos, dificultando significativamente la recuperación completa (Michela Colombari, 2021).

Manifestaciones clínicas

El trauma raquimedular puede manifestarse de diversas maneras, dependiendo de la gravedad y la ubicación de la lesión en la médula espinal. Algunas de las manifestaciones clínicas comunes incluyen:

- **Parálisis:** Pérdida de movimiento y sensación en las áreas del cuerpo por debajo del nivel de la lesión. La parálisis puede afectar un lado del cuerpo (hemiparesia) o ambos lados (paraplejia si afecta las extremidades inferiores, tetraplejia si afecta las extremidades superiores y las inferiores) (Yi Zhang, 2021).
- **Pérdida sensorial:** Puede haber pérdida de sensación de temperatura, tacto y dolor por debajo del nivel de la lesión (Yi Zhang, 2021).
- **Alteraciones en la función autonómica:** Esto puede incluir cambios en la presión arterial, la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal y la función intestinal y vesical. La disfunción autonómica puede provocar problemas como la hipotensión ortostática (presión arterial baja al ponerse de pie), disreflexia autónoma (una emergencia médica caracterizada por una repentina elevación de la presión arterial) y disfunción intestinal o vesical (Xiao Hu, 2023).
- **Problemas respiratorios:** Dependiendo de la ubicación y la gravedad de la lesión, puede haber dificultad para respirar, especialmente en lesiones altas en la médula espinal que afectan los músculos respiratorios (Daniel J Hellenbrand, 2021).

- Espasmos musculares: Pueden ocurrir espasmos musculares involuntarios por debajo del nivel de la lesión (Yi Zhang, 2021).
- Problemas de coordinación y equilibrio: Las lesiones en la médula espinal pueden afectar la capacidad de una persona para caminar, mantener el equilibrio y coordinar movimientos (Yi Zhang, 2021).
- Dolor neuropático: Sensaciones de dolor anormal, como quemazón, hormigueo o dolor punzante, pueden desarrollarse por debajo del nivel de la lesión (Xiao Hu, 2023).
- Complicaciones secundarias: Estas pueden incluir úlceras por presión debido a la falta de movilidad, problemas urinarios como incontinencia o retención urinaria, estreñimiento, osteoporosis debido a la falta de actividad física, entre otros (Xiao Hu, 2023).

Es fundamental realizar una evaluación y tratamiento médico adecuado de las lesiones raquimedulares para minimizar las complicaciones y mejorar la calidad de vida del paciente.

Métodos diagnósticos y manejo inicial

El diagnóstico del TRM es crucial para determinar la gravedad de la lesión y guiar el tratamiento adecuado. La evaluación inicial se centra en la estabilización del paciente y la identificación de posibles lesiones con riesgo de comprometer la médula espinal. Esto incluye la evaluación de la función neurológica mediante la escala de Glasgow y la identificación de signos de lesión raquimedular, como deformidades de la columna, dolor a la palpación, y déficits motores o sensoriales. Se realizan estudios de imágenes como la radiografía, la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) para confirmar la presencia de lesiones vertebrales y medulares (Anwen Shao, 2019).

La radiografía es útil para detectar fracturas y luxaciones vertebrales, mientras que la TC proporciona una evaluación detallada de las lesiones óseas y la estabilidad de la columna. La RM es el método de elección para visualizar lesiones medulares y evaluar el grado de compromiso de la médula espinal y las estructuras circundantes. Además de la evaluación estructural, el diagnóstico del TRM implica la evaluación de complicaciones asociadas, como lesiones viscerales, fracturas de extremidades y lesiones neurológicas asociadas (Karim Fouad, 2021).

Una vez establecido el diagnóstico, se realiza una clasificación de la lesión según los sistemas de clasificación ampliamente aceptados, como la escala ASIA (American Spinal Injury Association), que evalúa la integridad sensorial y motora de la médula espinal. Esto ayuda a predecir el

pronóstico funcional del paciente y guiar la planificación del tratamiento y la rehabilitación. En resumen, el diagnóstico del TRM requiere una evaluación integral que combine la evaluación clínica con estudios de imágenes avanzadas, lo que permite una rápida identificación de las lesiones medulares y la evaluación de su gravedad y extensión (Karim Fouad, 2021).

Tratamiento conservador y fisioterapia

El tratamiento del TRM es multidisciplinario y se enfoca en estabilizar al paciente, prevenir complicaciones, promover la recuperación neurológica y mejorar la calidad de vida a largo plazo. En la fase aguda, la estabilización de la columna vertebral es una prioridad para prevenir lesiones adicionales a la médula espinal. Esto puede implicar la inmovilización con collarín cervical, tablas espinales o fijación quirúrgica de fracturas vertebrales inestables. La administración temprana de corticosteroides como la metilprednisolona puede reducir la inflamación y mejorar los resultados neurológicos en algunos pacientes, aunque su uso sigue siendo controvertido y debe ser evaluado caso por caso (Ximena Freyermuth-Trujillo, 2022).

Una vez estabilizado el paciente, se inicia la rehabilitación intensiva, que incluye fisioterapia, terapia ocupacional y terapia del habla. La fisioterapia se enfoca en mejorar la fuerza muscular, la movilidad y la coordinación, mientras que la terapia ocupacional ayuda a los pacientes a desarrollar habilidades para realizar actividades de la vida diaria. La terapia del habla se centra en abordar dificultades en el habla y la deglución que pueden surgir debido a la lesión raquímedular. Además, se pueden emplear tecnologías asistidas como exoesqueletos, ortesis y dispositivos de asistencia para mejorar la movilidad y la independencia funcional (Jan T Hachmann, 2021) (Bogdan Costăchescu, 2022).

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico del trauma raquímedular (TRM) se reserva para casos específicos en los que existe una indicación clara, como inestabilidad vertebral, compresión medular significativa, o lesiones que comprometen la integridad de la médula espinal. La cirugía busca estabilizar la columna vertebral, descomprimir la médula espinal y restaurar la alineación vertebral para prevenir daños neurológicos adicionales y facilitar la recuperación funcional del paciente (Cesar Marquez-Chin, 2020).

Entre las técnicas quirúrgicas utilizadas en el tratamiento del TRM se incluyen la fijación interna y la instrumentación de la columna vertebral, la laminectomía para la descompresión medular, y la reducción abierta y la fijación de fracturas vertebrales. La elección de la técnica quirúrgica depende de la naturaleza y la ubicación de la lesión, así como de las características individuales del paciente, como la estabilidad de la columna y la presencia de lesiones asociadas (Daniel H Pozza, 2023).

Además de abordar la lesión primaria, la cirugía también puede ser necesaria para tratar complicaciones asociadas al TRM, como la corrección de deformidades espinales, la reconstrucción de fracturas complejas y la reparación de lesiones de tejidos blandos. En algunos casos, se pueden realizar procedimientos quirúrgicos adicionales para mejorar la función neurológica, como la liberación de adherencias y la reconstrucción de nervios periféricos (H Kumru, 2020).

Es importante destacar que el tratamiento quirúrgico del TRM conlleva riesgos inherentes, como la infección, la pérdida de sangre, la lesión neurológica adicional y el fracaso del procedimiento. Por lo tanto, la decisión de realizar una cirugía debe ser cuidadosamente considerada y discutida con el paciente y su equipo médico, teniendo en cuenta los beneficios potenciales y los riesgos asociados. En resumen, el tratamiento quirúrgico del TRM juega un papel importante en la estabilización y el manejo de las lesiones medulares graves, pero debe ser individualizado y considerado como parte de un enfoque integral que incluya rehabilitación y cuidados continuos (Zhongju Shi, 2021) (Valentin Titus Grigorean, 2021).

Manejo de complicaciones

Las complicaciones asociadas al TRM pueden surgir en varias áreas del cuerpo y pueden tener un impacto significativo en la salud y calidad de vida del paciente. Una de las complicaciones más comunes son las úlceras por presión, que se desarrollan debido a la presión prolongada sobre la piel en áreas con poca o ninguna sensibilidad, como la zona sacra, los talones y los codos. Estas úlceras pueden ser difíciles de tratar y pueden llevar a infecciones graves si no se manejan adecuadamente (Robert C Sterner, 2023).

La osteoporosis es otra complicación frecuente del TRM, causada por la pérdida de densidad ósea debido a la falta de actividad física y la falta de estímulos normales en los huesos. Esto aumenta el riesgo de fracturas patológicas, especialmente en áreas como la columna vertebral y los huesos largos. Además, las contracturas musculares y la espasticidad pueden desarrollarse como resultado

de la falta de movimiento y la pérdida de control muscular, lo que puede limitar la movilidad y la funcionalidad del paciente (Brian A Karamian, 2022).

Los problemas vesicales e intestinales son comunes en pacientes con TRM debido a la disfunción autonómica y la pérdida de control sobre los músculos del tracto urinario y gastrointestinal. Esto puede manifestarse como incontinencia urinaria o fecal, retención urinaria, estreñimiento o dificultad para vaciar completamente la vejiga o los intestinos. Estos problemas pueden ser embarazosos y afectar significativamente la calidad de vida del paciente, además de aumentar el riesgo de infecciones del tracto urinario y problemas intestinales (Wen-Zhao Liu, 2021).

Además de estas complicaciones físicas, el TRM también puede tener un impacto significativo en la salud mental y emocional del paciente. La depresión, la ansiedad, el estrés postraumático y otros trastornos psicológicos son comunes entre las personas con lesiones medulares, especialmente debido a los cambios drásticos en la capacidad física y la independencia. Por lo tanto, el manejo integral del TRM debe abordar no solo las complicaciones físicas, sino también las necesidades emocionales y psicosociales del paciente para garantizar una recuperación óptima y mejorar la calidad de vida a largo plazo (Tanner Clifford, 2023).

Pronostico

El pronóstico de una lesión raquímedular varía significativamente según varios factores, incluyendo la gravedad y ubicación de la lesión, la edad y salud general del paciente, y la rapidez con la que se recibe tratamiento y rehabilitación adecuados. Algunos puntos importantes sobre el pronóstico incluyen:

- **Gravedad de la lesión:** Las lesiones más graves, como aquellas que resultan en paraplejia o tetraplejia completa, tienden a tener un pronóstico menos favorable en términos de recuperación funcional (Jordan W Squair, 2021).
- **Ubicación de la lesión:** Las lesiones más altas en la médula espinal, como aquellas en la región cervical (cuello), pueden tener consecuencias más graves debido al mayor control de las funciones motoras y sensoriales de todo el cuerpo que se encuentra en esa región (Jordan W Squair, 2021).

- Complicaciones secundarias: La presencia de complicaciones como infecciones, úlceras por presión, problemas respiratorios o complicaciones autonómicas puede afectar significativamente el pronóstico y la calidad de vida a largo plazo (Roberta Gaspar, 2019).
- Rehabilitación: La rehabilitación temprana e intensiva puede mejorar significativamente el pronóstico al ayudar a maximizar la función restante y adaptarse a las limitaciones causadas por la lesión (Roberta Gaspar, 2019).
- Apoyo emocional y social: El apoyo emocional y social también juega un papel crucial en el pronóstico, ya que puede ayudar al paciente a adaptarse a los cambios en su vida y enfrentar los desafíos emocionales asociados con la lesión (Pelletier, 2023).

Es importante recordar que cada caso es único y el pronóstico puede ser difícil de predecir con precisión. Sin embargo, con los avances en el tratamiento médico y la rehabilitación, muchas personas con lesiones raquimedulares pueden lograr una buena calidad de vida y cierto grado de independencia (Jasmine Heath Hearn, 2020).

Conclusión

En conclusión, el trauma raquimedular es una condición médica grave que puede tener consecuencias devastadoras en la vida de los pacientes. Desde sus primeros registros en la historia hasta los avances actuales en diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, ha sido objeto de una continua atención y esfuerzos de investigación. Aunque se han logrado progresos significativos en el manejo de estas lesiones, queda mucho por hacer para mejorar la calidad de vida de los pacientes y reducir la carga global de esta condición. Un enfoque multidisciplinario, que aborde no solo las manifestaciones físicas, sino también las emocionales y sociales del trauma raquimedular, es esencial para proporcionar una atención integral y mejorar los resultados a largo plazo.

Referencias

1. Anam Anjum 1, M. D. (2020). Spinal Cord Injury: Pathophysiology, Multimolecular Interactions, and Underlying Recovery Mechanisms. *Int J Mol Sci*, 7533.
2. Anna-Sophie Hofer, M. E. (2019). Enhancing rehabilitation and functional recovery after brain and spinal cord trauma with electrical neuromodulation. *Curr Opin Neurol*, 828-835.
3. Anwen Shao, S. T. (2019). Crosstalk between stem cell and spinal cord injury: pathophysiology and treatment strategies. *Stem Cell Res Ther*, 238-145.

4. Bogdan Costăchescu, A.-G. N. (2022). Novel Strategies for Spinal Cord Regeneration. *Int J Mol Sci*, 552-662.
5. Brian A Karamian, N. S. (2022). The role of electrical stimulation for rehabilitation and regeneration after spinal cord injury. *J Orthop Traumatol*, 23-40.
6. Cesar Marquez-Chin, M. R. (2020). Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke. *Biomed Eng Online*, 34-44.
7. Christian Maschmann, E. J. (2019). New clinical guidelines on the spinal stabilisation of adult trauma patients - consensus and evidence based. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 77-88.
8. Daniel H Pozza, I. T. (2023). Spinal Cord Injury and Complications Related to Neuraxial Anaesthesia Procedures: A Systematic Review. *Int J Mol Sci*, 4665-4675.
9. Daniel J Hellenbrand, C. M. (2021). Inflammation after spinal cord injury: a review of the critical timeline of signaling cues and cellular infiltration. *J Neuroinflammation*, 284-300.
10. H Kumru, A. F.-C. (2020). Non-invasive brain and spinal cord stimulation for motor and functional recovery after a spinal cord injury. *Rev Neurol*, 461-477.
11. Jan T Hachmann, A. Y. (2021). Epidural spinal cord stimulation as an intervention for motor recovery after motor complete spinal cord injury. *J Neurophysiol*, 1843-1859.
12. Jasmine Heath Hearn, A. C. (2020). Mindfulness for pain, depression, anxiety, and quality of life in people with spinal cord injury: a systematic review. *BMC Neurol*, 32-45.
13. Jordan W Squair, M. G. (2021). Engineering spinal cord repair. *Curr Opin Biotechnol*, 48-53.
14. Karim Fouad, P. G. (2021). The neuroanatomical-functional paradox in spinal cord injury. *Nat Rev Neurol*, 53-62.
15. Michela Colombari, C. T. (2021). Spinal cord injury as an indicator of abuse in forensic assessment of abusive head trauma (AHT). *Int J Legal Med*, 1481-1498.
16. Pelletier, C. (2023). Exercise prescription for persons with spinal cord injury: a review of physiological considerations and evidence-based guidelines. *Appl Physiol Nutr Metab*, 882-895.
17. Robert C Sterner, R. M. (2023). Immune response following traumatic spinal cord injury: Pathophysiology and therapies. *Front Immunol*, 101-120.

18. Roberta Gaspar, N. P. (2019). Physical Exercise for Individuals With Spinal Cord Injury: Systematic Review Based on the International Classification of Functioning, Disability, and Health. *J Sport Rehabil*, 505-516.
19. Steven Kirshblum, B. S. (2021). Characterizing Natural Recovery after Traumatic Spinal Cord Injury. *J Neurotrauma*, 1267-1284.
20. Tanner Clifford, Z. F. (2023). Current Advancements in Spinal Cord Injury Research-Glial Scar Formation and Neural Regeneration. *Cells*, 853-864.
21. Valentin Titus Grigorean, I. S. (2021). Diagnostic and Therapeutic Particularities in Abdominal Trauma Associated with Spinal Cord Injuries - Review of the Literature. *Chirurgia (Bucur)*, 669-677.
22. Wen-Zhao Liu, Z.-J. M.-R. (2021). Mesenchymal stem cell-derived exosomes: therapeutic opportunities and challenges for spinal cord injury. *Stem Cell Res Ther*, 102-114.
23. Xiao Hu, W. X. (2023). Spinal cord injury: molecular mechanisms and therapeutic interventions. *Signal Transduct Target Ther*, 245-250.
24. Ximena Freyermuth-Trujillo, J. J.-U.-C. (2022). Inflammation: A Target for Treatment in Spinal Cord Injury. *Cells*, 2692-2702.
25. Yi Zhang, A. A. (2021). Acute spinal cord injury: Pathophysiology and pharmacological intervention. *Mol Med Rep*, 417-423.
26. Zhongju Shi, S. Y. (2021). Programmed cell death in spinal cord injury pathogenesis and therapy. *Cell Prolif*, 892-911.