

Principios clave de anatomía y fisiología humana relacionados al caso

1. Caso clínico

Anamnesis

El paciente es un varón de 41 años proveniente de Chorrillos-Lima, quien antes se desempeñaba como supervisor en construcciones. Sufrió una caída de aproximadamente 3.5 metros de altura, tras el impacto niega la pérdida del conocimiento pero percibe ausencia de fuerza y sensibilidad en sus miembros inferiores; por lo que fue atendido y trasladado con urgencia al hospital Hipólito Unanue donde diagnosticaron Traumatismo Vertebro-medular T12 el 30 de septiembre de 2022. Fue intervenido quirúrgicamente 2 semanas y media después de llegar al hospital, mediante artrodesis posterior dorso lumbar y salió de alta el 24 de octubre de 2022.

Funciones biológicas

Fue atendido en la institución de salud Cayetano Heredia el 25 de noviembre de 2022, ingresando con silla de ruedas ancha. Para ese momento el paciente presentaba:

- Micción: portador de SVP (sonda vesical suprapúbica) el cual se le cambia cada semana
- Deposición: Frecuencia evacuatoria irregular (2 a 3 días) con estímulo digital en cama
- Nutrición: Presenta apetito y sed
- Coordinación: Reflejos conservados en los miembros superiores
- Descanso: No presenta molestias para conciliar el sueño
- Conducta: ánimo y cognición conservados
- Reproducción: Se evidencia erección, pero no ha probado masturbación ni relaciones sexuales
- Sin dolor

Afección a la piel

El examen clínico determinó que el paciente presenta una úlcera por presión a nivel sacro de segundo grado, lo que presenta una pérdida de espesor parcial de la dermis con una coloración entre rosada y rojiza [1]. Tiene dimensiones de 6.5 x 5.5cm con bordes macerados, esto se debe por la humedad excesiva a la que se ve expuesta la piel provocando su ablandamiento.

Estado musculoesquelético

En cuanto la movilidad del paciente puede clasificarse en dos ramas:

- Se indica que el paciente conserva su movilidad activa en los miembros superiores, es decir, puede movilizar su cuerpo

independientemente; únicamente las vértebras lumbares L2 y L3 presentan un deslizamiento de grado 1, esto no se manifiesta en el resto de miotomas de los miembros inferiores.

- La movilidad pasiva se refiere a la técnica de los fisioterapeutas en la que mueven extremidades del paciente sin que haga algún esfuerzo. Los rangos articulares del paciente están conservados

La tonalidad muscular del paciente ha disminuido por lo que se evidencia hipotrofia leve en los miembros inferiores.

Dio negativo al test de Beever que indica que la activación muscular cerca al ombligo es normal.

Estado neuromuscular

La clasificación neurológica y grado de lesión medular se puede observar en la fig. 1:

- Fuerza Muscular(derecho e izquierdo)
 - Miembros superiores: 5/5
 - Miembros inferiores: no funcional en músculos proximales, miotomas L2 y L3

RIGHT

MOTOR KEY MUSCLES	KEY SENSORY POINTS	Light touch (S1)	Pin (S1)	Prop (S1)
C2	2	2	2	2
C3	2	2	2	2
C4	2	2	2	2
C5	5	2	2	2
C6	5	2	2	2
C7	5	2	2	2
C8	5	2	2	2
T1	5	2	2	2
T2	2	2	2	2
T3	2	2	2	2
T4	2	2	2	2
T5	2	2	2	2
T6	2	2	2	2
T7	2	2	2	2
T8	2	2	2	2
T9	2	2	2	2
T10	2	2	2	2
T11	1	1	1	1
T12	1	1	1	1
L1	1	1	1	1
L2	1	1	1	1
L3	1	1	1	1
L4	0	0	0	0
L5	0	0	0	0
S1	0	0	0	0
S2	0	0	0	0
S3	0	0	0	0
S4-S	0	0	0	0
RIGHT TOTALS	27	38	38	38

LEFT

MOTOR KEY MUSCLES	KEY SENSORY POINTS	Light touch (S1)	Pin (S1)	Prop (S1)
C2	2	2	2	2
C3	2	2	2	2
C4	2	2	2	2
C5	5	2	2	2
C6	5	2	2	2
C7	5	2	2	2
C8	5	2	2	2
T1	5	2	2	2
T2	2	2	2	2
T3	2	2	2	2
T4	2	2	2	2
T5	2	2	2	2
T6	2	2	2	2
T7	2	2	2	2
T8	2	2	2	2
T9	2	2	2	2
T10	2	2	2	2
T11	1	1	1	1
T12	1	1	1	1
L1	1	1	1	1
L2	1	1	1	1
L3	0	0	0	0
L4	0	0	0	0
L5	0	0	0	0
S1	0	0	0	0
S2	0	0	0	0
S3	0	0	0	0
S4-S	0	0	0	0
LEFT TOTALS	38	38	38	38

Neurological Levels

1. SENSORY LEVEL OF INJURY: T10

2. MOTOR LEVEL OF INJURY: T10

3. NEUROLOGICAL LEVEL OF INJURY: T10

4. COMPLETE OR INCOMPLETE: C

5. ASIA IMPAIRMENT SCALE (AIS): A

6. ZONE OF PARTIAL PRESERVATION: L2, L3, L4, L5, S1, S2, S3, S4, S5

Fig 1. Estado neuromuscular del paciente

Para visualizar el caso clínico completo hacer click [aquí](#)

2. Anatomía y fisiología

- Funciones de los nervios espinales T10-T12:

En la médula espinal, cada nervio espinal cumple una función y conecta a distintas estructuras del cuerpo que dependen de la ubicación de donde sale cada uno de estos, en este caso la lesión se llevó a cabo en los nervios torácicos T10, T11 y T12, los cuales serán nuestro foco de atención durante la investigación.

Los nervios torácicos T10, T11 y T12 se ubican a nivel de la parte baja del tórax como indica su nombre cada uno emerge por los forámenes intervertebrales entre sus vértebras correspondientes, cada uno de los nervios inervan diferentes músculos (miotomas), transportando estímulos motores, y áreas de piel (dermatomas), transportando estímulos sensoriales.

Los dermatomas son zonas o porciones de piel que reciben inervación sensitiva por un segmento específico de la médula espinal [2] en el caso de los nervios involucrados en la lesión de nuestro caso tenemos:

- T10: Inerva a la línea umbilical (zona del ombligo).
- T11: Inerva a la zona inferior del ombligo.
- T12: Inerva a la piel sobre la región suprapúbica, la ingle superior y parte lateral del muslo proximal.

En la lámina 171 de [3] se puede observar un gráfico de los dermatomas que inervan cada nervio espinal.

Los miotomas tienen una función similar a la función de los dermatomas, con la diferencia de que llevan estímulos motores [2] para los nervios en los que nos enfocamos tenemos:

- T10: Inerva músculos de la pared abdominal inferior (oblicuo externo, oblicuo interno y transversal del abdomen).
- T11: Inerva músculos de la pared abdominal inferior al igual que T10, pero con la función de mantener la presión intra abdominal, también participa en el reflejo abdominal inferior.
- T12: Inerva músculos abdominales bajos al igual que los anteriores, además de parte del músculo cuadrado lumbar, este está relacionado con el plexo lumbar y puede comunicarse con L1 (formando al nervio iliohipogástrico).

Los nervios espinales también están relacionados al sistema nervioso simpático, los tres nervios espinales que están involucrados en este caso forman el nervio esplácnico menor el cual se une al ganglio mesentérico superior, para luego hacer sinapsis con neuronas postganglionares, que

conectan a los órganos, la función de este ganglio perteneciente al sistema nervioso simpático es envía fibras simpáticas postganglionares a los órganos irrigados por la arteria mesentérica superior que tiene como funciones principales:

- Colon ascendente y parte del colon transversal: Vasoconstricción y disminución del peristaltismo (contracciones musculares en formas de ondas, principalmente usados en el transporte de alimentos).
- Intestino delgado (excepto el duodeno proximal): Disminuye la motilidad y secreciones.
- Riñones: modula el flujo sanguíneo renal.
- Glándulas suprarrenales (incluyendo al celíaco): estimula la liberación de adrenalina.

En la lámina 172 de [4] se puede observar un esquema de los nervios espinales y su relación con el sistema nervioso simpático.

Análisis de la evaluación neurológica

Clasificación según la escala ASIA:

La escala ASIA (American Spinal Injury Association) es una herramienta usada por médicos y terapeutas para evaluar el grado de lesión de la médula espinal, se evalúa la fuerza muscular, sensibilidad y segmentos sacros:

1. Fuerza muscular: Se evalúan 10 grupos musculares
2. Sensibilidad: Se evalúan 28 dermatomas (zonas de piel)
3. Segmentos sacros: Se evalúan la función sensitiva del ano y control del esfínter

Teniendo esto en cuenta podemos decir que:

1. Hay ausencia de función motora y sensitiva en segmentos sacros:
Prueba del reflejo anal superficial: Negativa
Contracción voluntaria del esfínter anal externo: Negativa
2. Pérdida de sensibilidad y movilidad por debajo de T10:
Dermatomas detectados: T11 en adelante
Miotomas no funcionales: Músculos inervados por debajo de T12

Todo esto sugiere que el paciente presenta una lesión medular completa (AIS A) a nivel T10. Ya que no hay transmisión de señales nerviosas por debajo de T10 [5]

Sobre la Artrodesis Posterior Dorso-Lumbar T10-L1

La técnica de artrodesis es realizada fue hecha con el fin de estabilizar la columna tras fractura en T12 mediante una fusión ósea mediante tornillos y barras de T10 a L1

Sobre los resultados de esta podemos decir que hubo un éxito estructural pues hubo una fusión vertebral lograda (alta hospitalaria a los 5 días), pero esto tiene limitaciones pues no se recupera la función neurológica y hay rigidez lumbar.

Esta cirugía tiene una relevancia en la rehabilitación pues permite la seguridad de movimientos como sentarse y también se tiene que tener en cuenta para la base de entrenamiento en silla de ruedas para prevenir futuras complicaciones.

¿Cuáles son las estructuras anatómicas afectadas en este caso?

En este caso al examinar los resultados de la evaluación neurológica, podemos observar que los nervios espinales afectados empiezan desde T11 a S5, en los primeros nervios se ve que se perdió un poco de comunicación, pues no se presentan algunas funciones de sensibilidad o incluso motoras (T11 a L2), sin embargo, desde el nervio L3 se puede observar que los nervios espinales perdieron la capacidad de cumplir sus funciones totalmente, es decir, se presenta una lesión de tipo completa (no presenta función motora ni sensibilidad en las zonas donde estos nervios inervan), posiblemente la conexión de la médula espinal se cortó en la zona L3 es por ello que el paciente presentó dificultad con el movimiento de las extremidades inferiores, además de falta de autonomía para hacer sus deposiciones, pues estas funciones están relacionadas a los nervios espinales lumbares y sacros, que son los que fueron más afectados por la lesión, por lo tanto podemos decir que las estructuras afectadas fueron la médula espinal (desde T11 hasta S5) de forma parcial, además de partes del intestino grueso, este caso el colon descendente, colon sigmoide y recto, también la vejiga y por último las extremidades inferiores.

¿Cómo se altera la fisiología normal debido a esta lesión?

Una lesión medular a este nivel implica alteraciones que afectan al sistema nervioso, musculoesquelético, autonómico, respiratorio, tegumentario, urinario, digestivo.

Sistema nervioso: Debido al daño recibido en las vías ascendentes, se produce una incapacidad para transmitir información desde los dermatomas por debajo de T10, en otras palabras, se pierde la sensación. La desconexión de las vías motoras impide la movilidad voluntaria de los miembros inferiores.

Sistema musculoesquelético: Se produce una parálisis flácida en los músculos de las piernas, debido al desuso, lo que lleva a una hipotrofia muscular, lo que a su vez puede agravarse a una atrofia muscular.

Sistema autonómico (SNA): La falta de señales parasimpáticas impide la contracción del detrusor, músculo encargado de la expulsión de la orina, lo que puede causar una retención de orina. En un caso grave, existe un alto riesgo de infecciones. También, por la falta de peristaltismo se observa un íleo neurogénico, responsable de un estreñimiento severo, por esta razón, se necesita de la estimulación digital.

Sistema respiratorio: Los músculos abdominales, que son vitales para espiración forzada y la tos, se ven afectados por la falta de actividad por la parálisis en los segmentos medulares T10-T12. Esto reduce la capacidad respiratoria, lo que provoca dificultad para expulsar eficazmente las secreciones respiratorias.

Sistema tegumentario: La falta de sensibilidad y la inmovilidad aumentan el riesgo de úlceras por presión, en especial zonas como el sacro, pues sirven de apoyo. De no tratarse a tiempo, estas úlceras pueden progresar a grados más graves, con daño en dermis (como nuestro paciente) y bordes macerados por la humedad. Todo esto pone al paciente en una situación de peligro a las infecciones, o peor aún, a una necrosis.

¿Qué mecanismos compensatorios desarrolla el cuerpo?

El cuerpo activa respuestas compensatorias por la pérdida funcional

Plasticidad neuronal: Se reorganizan los circuitos no dañados para mejorar el control residual que aún se tiene, por ejemplo, puede haber una mejora en el control de los miembros superiores.

Taquicardia compensatoria: Es una respuesta fisiológica en la que el corazón aumenta su frecuencia para compensar la hipotensión ortostática, con el fin de mantener la presión arterial.

Hiperreflexia vesical: Presente en casos crónicos, son contracciones involuntarias de la vejiga, lo que causa la sensación de urgencia para orinar y puede llevar a la incontinencia o infección.

Hipertrofia de músculos superiores: Para compensar la pérdida de movimiento y función de los miembros inferiores, los miembros superiores desarrollarán más fuerza.

Aumento de la vascularización en la piel: Formación de nuevos vasos sanguíneos para compensar la falta de suministro de sangre en un área.

Adaptación a rutinas de evacuación: El cuerpo se adapta al uso de laxantes o estimulación digital para inducir reflejos evacuatorios residuales. [6]

3. Referencias

- [1] J. Mervis. "Lesiones por presión - Trastornos dermatológicos - Manual MSD versión para profesionales". Manual MSD versión para profesionales. Accedido el 8 de abril de 2025. [En línea]. Disponible: https://www.msdmanuals.com/es/professional/trastornos-dermatologicos/lesion-por-presion/lesiones-por-presion#Signos-y-sintomas_v967073_es

- [2] Kenhub, "Nervios espinales", *Kenhub*, 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/medula-espinal-es>. [Accedido: 08-abr-2025].
- [3] F. H. Netter, *Atlas de Anatomía Humana*, 7ª ed. Barcelona: Elsevier, 2019, lámina 171.
- [4] F. H. Netter, *Atlas de Anatomía Humana*, 7ª ed. Barcelona: Elsevier, 2019, lámina 172.
- [5] T. T. Roberts, G. R. Leonard, and D. J. Cepela, "Classifications In Brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale," *Clinical Orthopaedics and Related Research*, vol. 475, pp. 1499–1504, May 2017, doi: 10.1007/s11999-016-5133-4.
- [6] B. Bloem, J. Allum, M. Carpenter, et al., "Activation of balance corrections and compensatory strategies in a patient with total proprioceptive loss of the leg," *Exp Brain Res*, vol. 142, pp. 91–107, 2002, doi: [10.1007/s00221-001-0926-3](https://doi.org/10.1007/s00221-001-0926-3).