

Esclerosis múltiple

1) Ficha de la enfermedad

Nombre: Esclerosis múltiple (EM).

Sistema afectado: Sistema nervioso central (SNC), específicamente se afecta el cerebro, médula espinal y nervios ópticos.

Descripción anatómica/fisiológica breve:

- La EM es un trastorno autoinmune en el que células inmunes atacan la mielina y, en menor medida, el axón. La desmielinización y la neurodegeneración resultante generan placas (lesiones) que alteran la conducción nerviosa. [1]
- Formas clínicas:
 - Recaídas-remisiones (RRMS): la más frecuente; se caracteriza por brotes (recaídas) y periodos de remisión.[1]
 - Secundaria progresiva (SPMS): fase de empeoramiento progresivo tras años de RMS.[1]
 - Primaria progresiva (PPMS): empeoramiento desde el inicio sin brotes definidos.[1]
- Epidemiología resumida: enfermedad de adultos jóvenes (pico 20–40 años), con mayor afectación en mujeres. Prevalencia global de millones de personas; distribución geográfica con mayor carga en latitudes altas. [2]
- Síntomas típicos: neuritis óptica, alteraciones motoras y sensitivas, problemas de equilibrio/marcha, fatiga, espasticidad, disfunciones vesicales/intestino y dificultades cognitivas. [3]

2) Factores y análisis de la enfermedad

Factores de riesgo principales (multifactoriales):

- *Genética:* los alelos HLA aumentan la susceptibilidad.
- *Ambientales e infecciosos:* antecedente de infección por virus de Epstein–Barr (mononucleosis), baja exposición solar/deficiencia de vitamina D, obesidad en adolescencia/temprana adultez. [3]
- *Estilo de vida:* tabaquismo se asocia con mayor riesgo de aparición y peor evolución; sedentarismo y comorbilidades cardiovasculares empeoran el pronóstico.. [3]

Manifestaciones clínicas más relevantes:

- *Agudas (brotes):* neuritis óptica (pérdida de visión dolorosa), parestesias, debilidad o ataxia de instalación subaguda.
- *Crónicas:* fatiga persistente, problemas de marcha y equilibrio, dolor/espasticidad, alteraciones cognitivas (atención/velocidad de procesamiento), disfunción vesicoesfinteriana y sexual. [4]

Impacto funcional en la vida diaria (breve):

- Dificultades para movilidad y autonomía personal, ausentismo laboral/estudiantil, alteraciones del estado de ánimo y participación social. La EM es una de las principales causas de discapacidad neurológica no traumática en adultos jóvenes.

3) Prevención, diagnóstico, tratamiento y monitoreo

Prevención:

- No existe prevención específica. Medidas plausibles: evitar tabaquismo, mantener IMC saludable, asegurar suficiencia de vitamina D, actividad física regular y vacunación según calendario. La prevención primaria dirigida a EBV está en investigación (vacunas experimentales). [4]

Diagnóstico (criterios actuales):

- Criterios de McDonald 2017 para demostrar diseminación en espacio y tiempo y excluir diagnósticos alternativos.
- Herramientas: RM cerebral/medular (lesiones T2 y realce con gadolinio), LCR (bandas oligoclonales), potenciales evocados y OCT como apoyo.[4]

Tratamiento:

- Recaídas: metilprednisolona IV/VO en altas dosis; plasmaféresis sin corticorresistencia. [4]
- Terapias modificadoras de la enfermedad (DMTs): interferones beta y acetato de glatiramero; orales (teriflunomida, dimetilfumarato, fingolimod/siponimod, cladribina); anticuerpos monoclonales (natalizumab, ocrelizumab, alemtuzumab, ofatumumab). Ocrelizumab ha mostrado beneficio también en PPMS. Selección según actividad de la enfermedad, perfil de seguridad, edad, embarazo y preferencias.
- Rehabilitación y manejo sintomático: programas de ejercicio/fisioterapia, terapia ocupacional, rehabilitación cognitiva; fármacos para espasticidad, dolor neuropático, trastornos urinarios y del ánimo. [4]

Monitoreo:

- Seguimiento neurológico periódico con escalas de discapacidad (p. ej., EDSS), evaluación cognitiva/fatiga y adherencia. [5]
- RM seriada para actividad subclínica y respuesta terapéutica (basal y luego anual durante los primeros años; adaptar frecuencia según riesgo y cambios clínicos).
- Analíticas/seguridad según DMT (p. ej., recuento linfocitario, enzimas hepáticas; vigilancia de riesgo de LMP con natalizumab). [6]}

4) Reflexión Ingenieril

Detección precoz remota de actividad subclínica: los controles ambulatorios espaciados pasan por alto cambios de marcha, equilibrio o destreza manual; se requiere cuantificar “biomarcadores digitales” entre visitas.

Medición objetiva de fatiga y temperatura corporal/ambiental: la fatiga y la intolerancia al calor empeoran síntomas; falta un monitoreo continuo que anticipe pseudobrotes y ayude a planificar el esfuerzo diario.

Tele-rehabilitación personalizada y accesible: se necesitan plataformas que ajusten intensidad y tipo de ejercicio a la variabilidad diaria de síntomas y proporcionen retroalimentación cuantitativa.

Apoyo a la adherencia y seguridad de DMTs: recordatorios inteligentes, chequeo de eventos adversos y coordinación de laboratorios/imágenes para reducir fallas de seguimiento.

Esclerosis Lateral Amiotrófica

1) Ficha de la enfermedad

Nombre: Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA)

Sistema Afectado: Sistema nervioso motor (neuronas motoras superiores en corteza motora y tronco encefálico, e inferiores en médula espinal)

Descripción anatómica/fisiológica breve:

La ELA es una enfermedad neurodegenerativa progresiva caracterizada por la pérdida de neuronas motoras superiores e inferiores. Esto conduce a debilidad muscular progresiva, atrofia, fasciculaciones y, finalmente, insuficiencia respiratoria. [7]

Formas clínicas [8]:

- Esporádica: 90–95% de los casos; sin patrón hereditario claro.
- Familiar (fALS): 5–10% de los casos; mutaciones más comunes en C9orf72, SOD1, TARDBP y FUS.

Variantes clínicas [8]:

- Inicio bulbar (disartria/disfagia).
- Inicio espinal (debilidad en extremidades).
- Fenotipos atípicos (ELA con demencia frontotemporal, ELA primaria lateral, etc.).

Epidemiología [9]:

- Incidencia mundial: 1,5–2,5 casos por 100,000 habitantes/año.
- Prevalencia global: 4–6 por 100,000.
- Pico de inicio: 55–70 años.
- Predomina en hombres (relación H:M ~1.3:1).

Síntomas típicos [7]

- Motores: debilidad progresiva, atrofia, fasciculaciones, calambres.
- Bulbares: disartria, disfagia, hipersalivación.
- Respiratorios: insuficiencia ventilatoria.
- Cognitivos/conductuales: hasta un 15–20% desarrollan demencia frontotemporal.

2) Factores y análisis de la enfermedad

Factores de riesgo principales [10]

- Genética: mutaciones en C9orf72, SOD1, TARDBP, FUS.
Ambientales: exposición a metales pesados, pesticidas, servicio militar, ejercicio físico intenso (controversial).
- Estilo de vida: tabaquismo (riesgo aumentado), posible asociación con índice de masa corporal bajo.

Manifestaciones clínicas relevantes [11]

- Agudas: caídas, debilidad súbita en extremidades, disartria progresiva.
- Crónicas: pérdida de movilidad, dependencia de dispositivos de ventilación, desnutrición por disfagia, alteraciones cognitivas.

Impacto funcional en la vida diaria [7]

- Dependencia progresiva en actividades básicas (alimentación, movilidad, comunicación).
- Deterioro del habla y pérdida de autonomía social/laboral.
- Causa principal de muerte: insuficiencia respiratoria.

3) Prevención, diagnóstico, tratamiento y monitoreo

Prevención y tratamiento [10]:

No hay estrategias preventivas probadas. El control de factores ambientales y abandono del tabaco se consideran plausibles y para tratarlas se podría hacer uso de:

Fármacos modificadores [12]

- *Riluzol*: prolonga supervivencia ~2–3 meses.
- *Edaravona*: retarda deterioro funcional en subgrupos.

Terapias sintomáticas [14]: baclofeno/tizanidina para espasticidad, anticolinérgicos/botox para sialorrea, ventilación no invasiva para fallo respiratorio.

Nuevas terapias: tofersen (antisense para SOD1, aprobado en 2023 por FDA).

4) Reflexión Ingenieril

- Detección precoz digital: sensores de fuerza, EMG portátiles y análisis de voz para detectar deterioro precoz.
- Monitoreo remoto de respiración: dispositivos de ventilación conectados para seguimiento en casa.
- Tele-rehabilitación motora y del habla: sistemas con feedback en tiempo real para movilidad y comunicación.

Soporte a la adherencia terapéutica: apps que integren recordatorios de medicación, chequeo de efectos adversos y coordinación de equipos multidisciplinares.

Escoliosis

1) Ficha de la enfermedad:

Nombre de la enfermedad: Escoliosis

Sistema afectado: Afecta al Sistema musculoesquelético, en casos más severos puede afectar al Sistema respiratorio [15]

Breve descripción anatómica/fisiológica:

Es una curvatura lateral de la columna vertebral, con una curvatura anormal de forma S o C. Presenta hombros desiguales y una caja torácica sobresaliente [15,19] . Además, una curvatura pronunciada puede presionar los pulmones y dificultar la respiración. [16,18]

2) Factores y análisis de la enfermedad:

Factores de riesgo principales:

Edad: suele aparecer a partir de los 10 años, en inicios de la adolescencia

Antecedentes familiares, puede ser hereditaria

Problemas congénitos o del Desarrollo vertebral

Cirugías previas en pared torácica o columna

Condiciones neuromusculares [16]

Manifestaciones clínicas más relevantes:

- Hombros desiguales, omóplato más prominente de un lado
- Cintura asimétrica, un lado de la cadera más alto
- Curvatura visible de la columna, prominencia costal al inclinarse hacia adelante [17]

Breve nota sobre el impacto funcional en la vida diaria:

La escoliosis puede afectar la movilidad, la postura y causa dolor crónico, limitando actividades básicas. En casos severos, disminuye la capacidad respiratoria y la calidad de vida general. [15]

3) Prevención, diagnóstico, tratamiento y monitoreo:

Prevención:

Detección temprana en niños y adolescentes mediante revisiones médicas para identificar curvaturas leves y evitar progresión

Diagnóstico:

Exploración física y observación de signos visibles (asimetrías), se puede confirmar con radiografías o resonancia magnética si se sospecha de tumores o malformaciones [16]

Tratamiento:

El tratamiento de la escoliosis incluye el uso de corsés para evitar que la curvatura empeore durante el crecimiento, combinado con ejercicios para mejorar la postura y fortalecer los músculos. En curvas severas o progresivas, puede ser necesaria la cirugía para corregir la deformidad y estabilizar la columna. El seguimiento clínico y radiológico es fundamental para monitorear la evolución y ajustar el tratamiento según sea necesario.

Monitoreo:

Seguimiento clínico periódico con observación y radiografías para vigilar progresión, especialmente en pacientes en crecimiento. Evaluaciones funcionales y de dolor frecuentes para ajustar tratamiento [18]

4) Reflexión ingenieril

Un problema concreto que se presenta en la escoliosis es la necesidad de monitorización continua y precisa del grado de curvatura durante etapas de crecimiento para evitar progresión severa. Un dispositivo biomédico tecnológico que permita un monitoreo no invasivo, portátil y frecuente podría ayudar a los médicos a tomar decisiones tempranas y personalizadas sobre tratamiento y rehabilitación. Esta necesidad se acentúa en adolescentes, cuando la supervisión médica directa no siempre es posible con la frecuencia deseada

Parálisis Cerebral

1) Ficha de la Enfermedad:

Nombre: Parálisis Cerebral (PC).

Sistema afectado: Sistema nervioso central (SNC), específicamente el cerebro en desarrollo.

Descripción anatómica/fisiológica breve:

La parálisis cerebral es un grupo de trastornos neurológicos que afectan el movimiento muscular y la coordinación muscular. Causan problemas en cuanto a la movilidad, el equilibrio y la postura de la persona que lo padece [20].

Anatómicamente las áreas más involucradas son:

- Corteza motora y vías piramidales: son las encargadas de generar y transmitir la señal motora hacia la médula espinal y los músculos.
- Ganglios basales: regulan el tono muscular y la iniciación de los movimientos automáticos.
- Cerebelo: encargado de coordinar el equilibrio, la postura y la precisión de los movimientos.
- Sustancia blanca periventricular: permite conexión entre la corteza y las vías motoras.

Fisiológicamente, la disfunción del sistema nervioso central interrumpe la transmisión normal de mensajes que envía el cerebro al cuerpo, lo que lleva a problemas de movilidad, postura y coordinación. Los síntomas que se padecen dependen del tipo de PC y pueden cambiar con el crecimiento porque los músculos, huesos y articulaciones se desarrollan bajo un anormal control motor [21].

2) Factores y análisis de la enfermedad

Factores de riesgo principales [21]:

- Bajo peso al nacer o parto prematuro
- Embarazos múltiples
- Tratamientos de infertilidad
- Infecciones o fiebre durante el embarazo
- Factor sanguíneo de la sangre o del bebe no coinciden
- Exposición a sustancias químicas o tóxicas
- Condiciones médicas maternas
- Parto complicado
- Ictericia
- Convulsiones

Factores de riesgo de PC adquirida:

- Infancia
- Prematuro o bajo peso al nacer
- Ausencia de algunas vacunas
- Lesiones

Manifestaciones clínicas más relevantes:

Las manifestaciones clínicas de la parálisis cerebral incluyen rigidez muscular, movimientos torpes, temblores o falta de coordinación (ataxia), dificultades en el desarrollo motor y cambios en el tono muscular, que puede ser demasiado rígido o flácido (hipotonía) [20]. De igual forma se pueden presentar problemas del habla o alimentación y en algunos casos convulsiones, problemas de visión o audición.

Impacto funcional en la vida diaria

Afecta notablemente la independencia del que padece PC, ya que tiene limitaciones en la movilidad, que dificultan actividades como comer, asearse; y problemas de comunicación. A nivel social, puede causar estigma, aislamiento y afectar las relaciones personales.

3) Prevención, diagnóstico, tratamiento y monitoreo

Prevención

No se pueden prevenir los factores genéticos que pueden causar parálisis cerebral, pero es posible controlar o prevenir algunos factores de riesgo previamente mencionados [21].

- Evitar alcohol o drogas durante el embarazo.
- Asesoramiento de buena nutrición, actividad física e higiene personal durante el embarazo.
- Recibir atención prenatal, tener las vacunas necesarias de infecciones relacionadas que puedan causar PC.
- Prevenir caídas o golpes que puedan lesionar la cabeza de los bebés o niños.

La prevalencia de nacimientos con parálisis cerebral disminuyó un 35% en países de ingresos altos en los últimos años gracias a los avances en la atención perinatal. La reducción de los partos prematuros y la restricción del crecimiento intrauterino, la prevención de infecciones congénitas y anomalías, y la mejora de los servicios neonatales y de seguimiento al bebé después del alta fueron clave para la reducción de casos de PC. En cambio, las estadísticas demuestran que la PC continúa como un problema remanente en los países de ingresos medios y bajos que no mejoran su calidad de servicios prenatales además del escaso seguimiento realizado después del nacimiento [22].

Diagnóstico

El diagnóstico de la parálisis cerebral es un proceso clínico que combina el monitoreo del desarrollo del niño, exámenes físicos y pruebas de imagen cerebral que incluyen la resonancia magnética, ultrasonido, la tomografía computarizada y electroencefalograma [23]. Se buscan retrasos en los hitos del desarrollo, dificultades con el tono muscular, problemas de

coordinación y movimientos inusuales. El diagnóstico puede tardar hasta dos años o más, dependiendo de la gravedad de los síntomas, y puede incluir evaluaciones de especialistas como neurólogos pediátricos [20].

Tratamiento

La parálisis cerebral no tiene cura, pero existe tratamiento para manejar los síntomas y mejorar la calidad de vida los cuales dependen del estado de gravedad del paciente. Los tratamientos incluyen terapias como fisioterapia, terapia ocupacional y logopedia; el uso de dispositivos de asistencia como aparatos ortopédicos y sillas de ruedas; medicación para relajar los músculos o manejar el dolor; e intervenciones quirúrgicas para corregir problemas de movimiento y función. Inclusive, si los síntomas son graves o los tratamientos no funcionan, se pueden necesitar de cirugías [24].

4) Reflexión Ingenieril

Uno de los principales retos en la PC es la falta de métodos objetivos para medir la espasticidad. Sumado a ello está el acceso limitado a laboratorios de marcha especializados que no están disponibles en la mayoría de hospitales. Asimismo, la mayoría de ortesis de rehabilitación son dispositivos rígidos y poco personalizados para poder adaptarse al patrón de marcha de los pacientes, lo que termina por provocar incomodidad e ineficacia.

En cuanto a la prevención, las complicaciones durante el parto siguen siendo una causa significativa de parálisis cerebral, especialmente la lesión hipóxico-isquémica. La interpretación de las señales de sufrimiento fetal no siempre es precisa, lo que retrasa la identificación del riesgo y conlleva daños neurológicos permanentes. Asimismo, la ictericia neonatal representa un riesgo cuando no se detecta ni se trata adecuadamente, ya que la acumulación de bilirrubina en el cerebro puede derivar en lesiones neurológicas graves que contribuyen al desarrollo de esta condición.

Artritis

1) Ficha de la enfermedad:

Nombre de la enfermedad: Artritis

Sistema afectado: Afecta al Sistema musculoesquelético, en casos más severos puede afectar al Sistema respiratorio

Breve descripción anatómica/fisiológica:

El nombre artritis proviene de la combinación de raíces “art” que hace referencia a articulaciones e “itis” que significa inflamación. La artritis es un conjunto de enfermedades, ya que existen más de 100 tipos de esta.

Este padecimiento se caracteriza por la inflamación o degeneración de una o varias articulaciones (la articulación es la zona donde se encuentran dos huesos). La artritis afecta principalmente el cartílago, se desgasta y reduce la cantidad que recubre el hueso. Cuando la articulación pierde cartílago los huesos empiezan a rozar y desgastarse, lo que genera dolor al paciente y pérdida de movilidad. Otros tejidos a los que afecta la artritis son: membrana sinovial, hueso subcondral y tejidos periarticulares. [25]

2) Factores y análisis de la enfermedad:

Entre los **factores de riesgo** más comunes tenemos la edad avanzada (las articulaciones tienden a desgastarse con los años, sobretodo si las articulaciones son sometidas a presión por mucho tiempo), antecedentes de artritis en familiares cercanos, pertenecer al sexo femenino (mayor predisposición a sufrir artritis reumatoide), obesidad, lesiones articulares o similares y factores autoinmunes para el caso de artritis reumatoide. [26]

Las **manifestaciones clínicas** más comunes son: dolor articular crónico, rigidez articular (usualmente durante las mañanas), inflamación en la zona afectada, pérdida de movilidad y deformación articular. [27]

Nota sobre el impacto funcional en la vida diaria: La artritis limita la capacidad del paciente de realizar actividades cotidianas a las que está acostumbrado, por ejemplo, puede tener dificultades para caminar, escribir, ir al trabajo, levantarse de la cama, etc. La discapacidad que genera la artritis usualmente es progresiva, no tiende a mejorar o detenerse, asimismo lleva al paciente al aislamiento social, pérdida de su autonomía y reducción de calidad de vida. [28]

3) Prevención, diagnóstico, tratamiento y monitoreo:

Para **prevenir** la artritis es vital que nos mantengamos en un peso corporal adecuado, realizar ejercicio de manera regular (de bajo impacto es lo recomendado), evitar lesiones articulares (en caso de tenerlas reposar hasta recuperarse y rehabilitarse totalmente) y llevar un estilo de vida saludable en general. [26]

El **diagnóstico** se da principalmente por imágenes (radiografía, ecografía o resonancia magnética), exámenes físicos e historia clínica y también se podría aplicar exámenes de laboratorio.

Para **tratar** la artritis los especialistas optan por rehabilitación física (fisioterapia, ejercicios de fortalecimiento muscular) y cirugías como la artroplastia. Estos dos tratamientos se pueden complementar con analgésicos, antiinflamatorios no esteroideos también llamados “AINEs”, corticoides, etc. [29]

El **monitoreo** es importante para evitar el avance del deterioro y controlar las molestias del paciente. Se puede realizar seguimiento clínico periodico para evaluar movilidad y dolores, también es importante hacer pruebas de laboratorio para el control de marcadores de inflamación y comprobar efectos secundarios de los medicamentos, por último, las imágenes son las que más información brindan acerca del avance de la artritis.

4) Reflexión ingenieril:

La ingeniería biomédica enfrenta el gran reto de poder crear herramientas que permitan monitorear continuamente a los pacientes con artritis. Actualmente la artritis se monitorea de manera periódica, se evalúa mediante consultas donde el especialista pide realizar imágenes o hace ejercicios de movilidad. El problema con este tipo de monitoreo es que hay intervalos de tiempo donde el paciente puede experimentar otro tipo de dolores, rigidez o lesiones propias de la discapacidad que tiene que pueden ser no consideradas al momento de continuar con el tratamiento.

Amputaciones

1) Ficha de la enfermedad:

Nombre de la enfermedad: Amputaciones

Sistema afectado: Las amputaciones generan múltiples modificaciones en diferentes sistemas (metabólico y endocrino, nervioso, entre otros), algunas de ellas debido a la inmovilización prolongada y la falta de carga mecánica, no solo de forma anatómica; no obstante, se refieren al sistema musculoesquelético como el más afectado. Este pierde masa, fuerza muscular y se reduce la densidad mineral ósea facilitando una reabsorción del hueso residual [30].

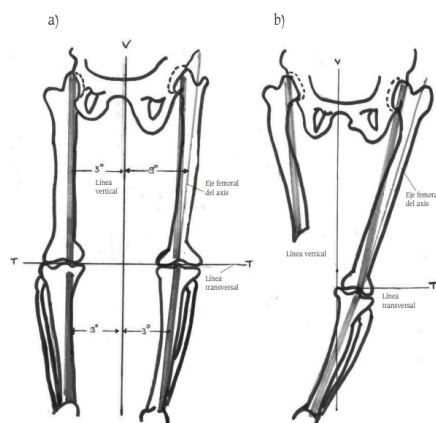
Breve descripción anatómica/fisiológica:

Las amputaciones son la “resección completa y definitiva de una parte o totalidad de una extremidad”; y se aplica en dos campos: la extirpación y la reconstrucción. En la primera, el objetivo es remover la porción de la extremidad para eliminar el estado patológico; la segunda, busca crear un órgano distal óptimo, desde el punto de vista motor y sensitivo, para el manejo protésico y la restauración de la función [30].

Existen diferentes niveles de amputación los cuales varían con la extremidad comprometida y la extensión de la lesión; sin embargo, las más comunes son las referentes a miembros inferiores [30].

Los cambios anatómicos y fisiológicos que se presentan dependen del tipo de amputación que se esté tratando. En una amputación de miembro inferior por encima de la rodilla, por ejemplo, se presenta una alteración en la mecánica y adaptación anatómica, pues el alineamiento normal está determinado por la línea axis del fémur, la cual pasa a través del centro de la cabeza femoral hasta el centro de la rodilla y luego hasta el medio del tobillo; sin embargo, en el paciente amputado ya no se presenta esta alineación normal en relación con la tibia. En una persona con ambas extremidades, la medición del axis es de 3° de la vertical y de la línea media del axis es de 9° de la vertical. Por lo tanto, el alineamiento anatómico normal corresponde a una aducción del fémur. En el caso de una amputación transfemoral, la alineación anatómica y mecánica se encuentra alterada porque el fémur residual no es tan largo como en la anatomía normal. Esto sucede porque la mayor parte de la inserción del músculo aductor se pierde, especialmente el aductor mayor, cuya inserción se localiza en el tercio medio distal del fémur [30].

Figura 4. Alineación anatómica del fémur en la persona a) no amputada vs. b) amputada.



Fuente: Ocampo, M. L., Henao, L. M., & Vásquez, L. (2010). *Amputación de miembro inferior: Cambios funcionales, inmovilización y actividad física* (Documento de investigación Núm. 42). Universidad del Rosario, Facultad de Rehabilitación y Desarrollo Humano.

En el caso de una amputación de miembro superior, pueden estar involucradas partes como: hombro, codo, antebrazo, muñeca y mano. En el área del hombro, se producen tres tipos. En primer lugar, la amputación del cuarto anterior (amputación interescapulotorácica) implica la resección de la clavícula y todas las estructuras distales. En segundo lugar, la desarticulación del hombro, que implica la extirpación completa del húmero de la cavidad glenoidea, conservando la escápula siempre que sea posible. Finalmente, las amputaciones transhumerales pueden ocurrir en cualquier longitud del húmero. Por otra parte, en la amputación en el área del codo, este se puede desarticular lo que implica remover completamente el hueso radio y el cúbito del húmero. Por el antebrazo ocurren amputaciones transradiales, que más adelante se pueden clasificar en muy corto, corto, medio o largo; dependiendo del largo preservado. La muñeca se compone de dos filas (proximal y distal) de huesos carpianos y una desarticulación de esta implicaría extraer dichos huesos y todas las estructuras distales. Las amputaciones en la región de la mano pueden involucrar la remoción de la punta distal del dedo, de las falanges intermedias o de las falanges proximales [31].

2) Factores y análisis de la enfermedad:

Factores de Riesgo Principales

En cuanto a las causas más comunes, se resalta el hecho de que se puede dar por tres categorías: la primera es la congénita, referida desde antes del nacimiento; la segunda es la traumática, que se refiere accidentes y/o como su nombre lo refiere a traumas; y la tercera está asociada a enfermedades vasculares, Diabetes Mellitus, cáncer e infecciones [32]. En el 2012 se desarrolló un estudio acerca de las características clínicas y demográficas de 507 pacientes amputados atendidos en el Instituto Nacional de Rehabilitación “Adriana Rebaza Flores”, en el que se obtuvo que 82,5% de esa población eran de condición socioeconómica pobre y extremadamente pobre. La extremidad más afectada fue el miembro inferior (78,1%) y su nivel de amputación más frecuente fue arriba de la rodilla (53,9%). La causa no traumática fue 54,7% y la angiopatía diabética fue la más frecuente (42,3%) [33].

Manifestaciones clínicas más relevantes

En caso de presentar necrosis, se debe amputar de forma urgente si esta es masiva en el miembro, irreversible y provoca un deterioro del estado séptico. A pesar de ello, la cirugía plástica y reconstructiva que ofrece el cirujano debe estar destinada a conseguir la mayor funcionalidad, para una mejor adaptación futura. Es decir, a la hora de amputar se debe intentar preservar la mayor longitud de hueso viable [34].

Impacto funcional en la vida diaria

Las amputaciones tienen un impacto funcional bastante profundo en la vida de los afectados por ellas, comprometiendo su autonomía, movilidad y la capacidad para realizar actividades básicas como caminar, vestirse, alimentarse o trabajar. Además, los individuos no solo deben adaptarse a su nueva vida asumiendo los diversos cambios físicos, sino que también los psicológicos y sociales; sin descartar la posible presencia de estados depresivos y periodos de duelo por el miembro perdido [30]. Asimismo, se ha observado que los sentimientos de los amputados varían según la causa de la resección de miembro. En las amputaciones de extremidad por trauma primaron los sentimientos de vergüenza y enojo más que en los pacientes que sufrieron una amputación por enfermedad pues la conmoción del evento es menor en estos últimos; sin embargo, la poca aceptación de su cuerpo y de sí mismos fue una característica general y se concluyó que el apoyo familiar representa un factor sumamente importante [35].

3) Prevención, diagnóstico, tratamiento y monitoreo:

Prevención

Si bien es cierto, las amputaciones por trauma/accidente no se pueden prevenir; las de las otras sí. Tomando en cuenta que la causa de amputaciones en el Perú se da, en su mayoría, por enfermedades como la diabetes mellitus tipo 2 (la cual genera el tan llamado pie diabético) las medidas de prevención están relacionadas con un control riguroso de los niveles de glucosa en sangre, una buena higiene y cuidado diario de los pies, así como la suspensión del uso del tabaco, ya que este último deteriora la circulación sanguínea. Asimismo, realizar exámenes médicos completos de manera bimestral para descartar el desarrollo de tumores [36][37].

Diagnóstico

El diagnóstico que lleva a una amputación generalmente se basa en una evaluación clínica que considera la pérdida irreversible de tejido, la presencia de infección severa, isquemia crítica, dolor intratable o daño traumático grave. Para determinar si una extremidad debe amputarse, los médicos utilizan herramientas como estudios de imagen (radiografías, resonancias magnéticas, etc.), pruebas de circulación sanguínea y valoración funcional de la extremidad afectada. Además, se toman en cuenta condiciones subyacentes como la diabetes o el padecimiento de otra enfermedad, que pueden comprometer la viabilidad del tejido y dificultar la cicatrización [38][39].

Tratamiento

El tratamiento rehabilitador en pacientes amputados busca restablecer la funcionalidad y mejorar la calidad de vida. Este proceso es integral e incluye desde la preparación del muñón hasta la adaptación a la prótesis. La rehabilitación física se enfoca en mantener la fuerza muscular, el equilibrio y la movilidad del paciente, mientras que se abordan aspectos emocionales y sociales. La educación sobre el autocuidado del muñón y el entrenamiento en el uso de la prótesis son esenciales para lograr una reintegración efectiva a las actividades cotidianas [40]. Además, se deben considerar las posibles complicaciones durante la rehabilitación, como el dolor fantasma, contracturas o infecciones, las cuales requieren un seguimiento clínico adecuado [41].

Monitoreo

El monitoreo de un paciente recientemente amputado debe abarcar aspectos físicos, emocionales y funcionales desde el postoperatorio inmediato. En esta fase, es esencial controlar signos de infección, edema, dolor y estado de la herida quirúrgica, además de iniciar intervenciones tempranas como el posicionamiento adecuado y la movilización progresiva para prevenir contracturas y mejorar la cicatrización [42]. A nivel funcional, se debe realizar una evaluación continua del estado físico general, incluyendo fuerza muscular, rango de movimiento y adaptación a dispositivos como férulas o prótesis, además de un seguimiento psicológico para mitigar el riesgo de ansiedad, depresión o síndrome del miembro fantasma [43]. Para garantizar una transición adecuada hacia la rehabilitación en todos sus aspectos y reintegrar socialmente al paciente, cirujanos, fisioterapeutas, psicólogos y trabajadores sociales deben trabajar en conjunto.

4) Reflexión Ingenieril

En este sentido, la necesidad de una prótesis hecha con materiales que la vuelvan accesible a esa población que es la más afectada es requerida con vehemencia. Es necesario no solo para la recuperación de la movilidad en pacientes amputados, sino que además reduciría las alteraciones psicológicas que estos pudieran desarrollar a causa de la falta de uno de sus miembros.

Lesión Medular

1) Ficha de la enfermedad:

Nombre de la enfermedad: Lesión Medular

Sistema afectado: El sistema principalmente afectado es el nervioso. Además se ven afectados el sistema muscular, cardíaco y respiratorio (de acuerdo a la fase en la que se encuentre la enfermedad)

Breve descripción anatómica/fisiológica:

La médula espinal:

La médula espinal es una parte (porción) del sistema nervioso central, que se extiende del foramen o canal magno, desde la región craneal, hasta la transición de las L1-L2, caudalmente. La médula conduce impulsos para el cerebro y, a través de sus vías aferentes y eferentes, suministra un eslabón vital en el control de los músculos involuntarios. Está dividida en región cervical, torácica y lumbar [44].

Lesión Medular

La lesión medular se refiere a cualquier tipo de lesión que afecta a los elementos neurales, localizados dentro del canal medular [44]. Dicha afección impide el paso de los impulsos voluntarios del cerebro para la musculatura y de las sensibilidades cutáneas hasta el cerebro.

El daño a la médula espinal varía desde una afectación transitoria [44], de la cual la persona se recupera rápidamente, hasta lesiones más graves como la contusión (hemorragia o inflamación sin interrupción anatómica), la erosión (degeneración progresiva del tejido medular), y la compresión (presión ejercida sobre la médula por estructuras como discos herniados, fracturas vertebrales o tumores). En casos extremos una sección completa de la médula se ve afectada, lo que produce la condición de paraplejia o tetraplejia.

Desde el punto de vista funcional las lesiones medulares pueden ser clasificadas en completas o incompletas, debido al compromiso de los elementos neuronales dentro del canal vertebral [44]. Las lesiones completas resultan con pérdida total de la función abajo del nivel de la lesión, produciendo ausencia de la actividad motora voluntaria y de la sensibilidad, mientras que, en las incompletas, hay preservación de algunas funciones neurológicas.

También se clasifica en dos tipos bien diferenciados. El primero llamado lesión espástica o neurona motora superior, es un tipo de lesión que ocurre por encima del nivel de la célula del cuerno anterior y que produce parálisis espástica. La otra, denominada lesión flácida o neurona motora inferior, se refiere a lesiones al nivel por debajo de la célula del cuerno anterior y que producen una parálisis del tipo flácida [44].

2) Factores y análisis de la enfermedad:

Factores de riesgo principales

Los factores de riesgo principales según la OMS [45] son las lesiones traumáticas por caídas y accidentes de tráfico, seguidas de las lesiones violentas y las relacionadas con el trabajo o el deporte. Por otro lado las emergencias también pueden provocar un aumento de las lesiones medulares. Por ejemplo, los terremotos pueden provocar un aumento de las lesiones medulares causadas por contusiones; los conflictos pueden provocar un aumento de las lesiones penetrantes. Las lesiones medulares no traumáticas también están aumentando, sobre todo en poblaciones envejecidas, debido al incremento de enfermedades no transmisibles como tumores y afecciones degenerativas y vasculares que pueden causar daños en la médula espinal.

Manifestaciones clínicas más relevantes

Las principales manifestaciones clínicas más relevantes son el dolor local, la parestesia (hormigueo) o parálisis de los miembros superiores y/o inferiores, alteraciones de la función respiratoria, somnolencia o inconsciencia[44].

La lesión medular principalmente se manifiesta como paraplejía o paraparesia, si la lesión es debajo del nivel D1, lo cual se evidencia en la pérdida total de los movimientos y sensibilidad del tronco, de los miembros inferiores[44]. Por otro lado puede manifestarse como tetraplejía o tetraparesia si fuera encima de este nivel, lo cual se evidencia en la pérdida total de los movimientos y de la sensibilidad del tronco, de los miembros superiores e inferiores.

Es importante reconocer que si la lesión es en la zona cervical, se puede comprometer la respiración por la posibilidad de estar asociada a las lesiones de órganos dependientes [44]. Mientras que la lesión en la zona lumbar puede causar una afección en la innervación de la vejiga. Por otro lado, de acuerdo al nivel de afección se puede manifestar el shock vascular o neurogénico y el shock medular, neural o falta de reflejos (arrefaxia).

Breve nota sobre el impacto funcional en la vida diaria

El impacto funcional en la vida diaria varía de acuerdo al tipo de lesión medular [47]. Si se da la paraplejía, la persona no podrá movilizarse como antes y realizar actividades diarias por su propia cuenta. En el caso de la tetraplejía, la afección también se da en los miembros superiores, lo que compromete más actividades diarias donde se requiera de la motricidad fina. Además si ocurre daño respiratorio y/o cardiovascular, el impacto en la vida de la persona será mayor, ya que necesitará equipos de apoyo. Por último si hay más órganos comprometidos como la vejiga, se necesitará otro tipo de apoyo. En síntesis, de acuerdo a la localización y tipo de lesión la persona puede volverse más dependiente.

3) Prevención, diagnóstico, tratamiento y monitoreo:

Prevención

La prevención de la lesión medular se basa en acciones que intervengan en la causa de lesiones traumáticas. Por ejemplo, según lo que menciona la OMS [45], la mejora de las infraestructuras viarias, los vehículos y el comportamiento vial de las personas para evitar los accidentes de tráfico, los protectores de ventanas para prevenir las caídas, las políticas dirigidas a impedir el consumo nocivo de alcohol, las estrategias de prevención de la violencia doméstica y el suicidio (incluida la prestación de servicios de salud mental en condiciones equitativas). La prevención de las lesiones medulares no traumáticas pasa por el diagnóstico precoz y el tratamiento de la enfermedad subyacente.

Diagnóstico

El diagnóstico se realiza por medio de imágenes de la médula espinal. Según [44] se opta por hacer una evaluación radiológica para analizar daños en la columna vertebral. También se usa la tomografía computarizada, la cual permite el diagnóstico de fracturas ocultas de la región cervical. Además se usa resonancia magnética, la cual siempre que sea posible debe ser usada en la primera fase del diagnóstico, ya que permite un análisis más detallado partes duras, con mejor visualización de contusiones medulares, hematomas, lesiones ligamentares, hernias discales y colecciones líquidas.

Tratamiento (farmacológico, quirúrgico, rehabilitación)

El tratamiento de la lesión medular es diverso de acuerdo a sus causas y las manifestaciones clínicas que se evidencien. Es importante que sea el adecuado en la fase aguda sino también para las complicaciones secundarias asociadas que surgen a largo plazo. De acuerdo a [46], se puede usar corticoides, neuroprotectores, neuroregeneradores; también se están optando por terapias celulares. Por otro lado el tratamiento quirúrgico se da sobre el sistema nervioso o sobre el sistema músculo-esquelético (ortopédica). Por último, la rehabilitación está orientada en mejorar la espasticidad y la movilidad usando diferentes técnicas.

Monitoreo (ej. seguimiento clínico, pruebas periódicas).

Se sugiere el seguimiento clínico en diversas especialidades médicas de acuerdo a los órganos que se vieron afectados y la edad del paciente. De acuerdo a [47], es importante un seguimiento integral, a nivel musculoesquelético, la vejiga, entre otros.

4) Reflexión ingenieril

El mayor problema que tiene una persona con lesión medular es la falta de movilidad, ya sea por la paraplejia o tetraplejia. Lo cual puede complicar el cumplimiento de sus actividades diarias como vestirse, bañarse, moverse, cocinarse, alimentarse, entre otras, en casos extremos volviéndose totalmente dependiente del apoyo de una persona. En ese sentido un dispositivo o tecnología biomédica puede aportar.

Bibliografía

- [1] World Health Organization, “Multiple sclerosis,” WHO, Aug. 7, 2023. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/multiple-sclerosis>.
- [2] Multiple Sclerosis International Federation, “Number of people with MS – Global epidemiology,” Atlas of MS, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://atlasofms.org/map/global/epidemiology/number-of-people-with-ms>.
- [3] D. Tafti, M. Ehsan, y K. L. Xixis, “Multiple Sclerosis,” *StatPearls* [Internet], Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan–, actualizada el 20-mar-2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499849/>.
- [4] S. L. Hauser y B. A. C. Cree, “Treatment of Multiple Sclerosis: A Review,” *The American Journal of Medicine*, vol. 133, no. 12, pp. 1380–1390.e2, Dic. 2020, Epub 17 Jul. 2020. DOI: 10.1016/j.amjmed.2020.05.049. [En línea]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7704606/>.
- [5] A. Rae-Grant, G. S. Day, R. A. Marrie, A. Rabinstein, B. A. C. Cree, G. S. Gronseth, M. Haboubi, J. Halper, J. P. Hosey, D. E. Jones, R. Lisak, D. Pelletier, S. Potrebic, C. Sitcov, R. Sommers, J. Stachowiak, T. S. D. Getchius, S. A. Merillat, y T. Pringsheim, “Practice guideline recommendations summary: Disease-modifying therapies for adults with multiple sclerosis,” *Neurology*, vol. 90, no. 17, pp. 777–788, Apr. 24, 2018, doi: 10.1212/WNL.0000000000005347. [En línea]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29686116/>.
- [6] National Institute for Health and Care Excellence, “Multiple sclerosis in adults: management,” NICE Guideline NG220, London, UK, Jun. 22, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng220>.
- [7] M. C. D’Amico, A. Estrella, y J. W. Gallea, “Amyotrophic Lateral Sclerosis,” *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan–. [En línea]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559302/>
- [8] O. Hardiman, A. Al-Chalabi, A. Chio, E. M. Corr, G. Logroscino, W. Robberecht, Z. J. Shaw, P. Simmons, y L. H. Van den Berg, “Amyotrophic lateral sclerosis,” *The Lancet*, vol. 390, no. 10107, pp. 2084–2098, Oct. 2017, doi: 10.1016/S0140-6736(17)31287-4.
- [9] A. Marin, A. Logroscino, y O. Hardiman, “Global epidemiology of amyotrophic lateral sclerosis: a systematic review of the published literature,” *Neuroepidemiology*, vol. 55, no. 1, pp. 1–12, 2021, doi: 10.1159/000515438.
- [10] H. Veldink, “ALS: Genetic and environmental risk factors,” *Neurobiology of Disease*, vol. 146, p. 105051, 2020, doi: 10.1016/j.nbd.2020.105051
- [11] M. Swash y P. N. Leigh, “Clinical spectrum of amyotrophic lateral sclerosis,” *Lancet Neurology*, vol. 18, no. 8, pp. 730–739, 2019, doi: 10.1016/S1474-4422(19)30168-7.

- [12] M. de Carvalho, P. Al-Chalabi, y O. Hardiman, "Gold Coast criteria for amyotrophic lateral sclerosis diagnosis," *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, vol. 90, no. 6, pp. 646–651, 2019, doi: 10.1136/jnnp-2018-319545.
- [13] J. H. Andrews, T. D. Cudkowicz, y L. H. Van den Berg, "ALS disease-modifying therapies in 2023," *Nature Reviews Neurology*, vol. 19, no. 6, pp. 355–370, 2023, doi: 10.1038/s41582-023-00898-3.
- [14] R. Rutkove, "Digital biomarkers in ALS: a path forward," *Nature Reviews Neurology*, vol. 19, pp. 65–77, 2023, doi: 10.1038/s41582-022-00779-6.
- [15] Mayo Clinic, "Escoliosis: síntomas y causas," *Mayo Clinic*, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/scoliosis/symptoms-causes/syc-20350716>
- [16] New York Spine Specialist, "¿Cómo afecta la escoliosis al cuerpo?," *New York Spine Specialist*, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://newyorkspinespecialist.com/es/como-afecta-la-escoliosis-al-cuerpo/>
- [17] NY Spine, "4 factores de riesgo de la escoliosis," *NY Spine Blog*, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.nyspine.com/es/blog/4-factores-de-riesgo-de-la-escoliosis/>
- [18] National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases (NIAMS), "Síntomas y causas de la escoliosis," *NIAMS*, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.niams.nih.gov/es/informacion-de-salud/escoliosis/basics/symptoms-causes>
- [19] Clínica Elgeadi, "Escoliosis: síntomas, diagnóstico y tratamiento," *Clínica Elgeadi*, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://clinicaelgeadi.com/escoliosis-sintomas-diagnostico-tratamiento/>
- [20] National Institute of Neurological Disorders and Stroke, "Cerebral Palsy," National Institutes of Health. [En línea]. Disponible en: <https://www.ninds.nih.gov/health-information/disorders/cerebral-palsy>
- [21] MedlinePlus, "Parálisis cerebral," MedlinePlus, [En línea]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/cerebralpalsy.html>
- [22] P. Y. K. Lee et al., "Pathophysiology and Management of Cerebral Palsy," PMC, [En línea]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9682858/>
- [23] National Institute of Child Health and Human Development, "Diagnóstico de la parálisis cerebral," NIH – NICHD, [En línea]. Disponible en: <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/cerebral-palsy/informacion/diagnostica>
- [24] National Institute of Child Health and Human Development, "Tratamientos para la parálisis cerebral," NIH – NICHD, [En línea]. Disponible en: <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/cerebral-palsy/informacion/tratamientos>

- [25] MedlinePlus, "Artritis", *Mayo Clinic*, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001243.htm>
- [26] "Arthritis Risk Factors", *Centers for Disease Control and Prevention (CDC)*, [En línea]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/arthritis/risk-factors/index.html>.
- [27] D. Vega-Morales, M. E. Rojas-Ávila, A. E. Montoya-Montes y L. Gil-Flores, "Documentación de signos y síntomas en pacientes con artritis reumatoide: análisis descriptivo de las notas de primer nivel de atención", *Atención Primaria*, vol. 57, no. 11, Noviembre 2025, [En línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212656725000721>
- [28] M. F. Martínez-Mora, "SciELO Paraguay: 15 años contribuyendo al fortalecimiento de la producción científica en el país", *Comorbilidades y mortalidad en pacientes con artritis reumatoide*, vol. 8, no. 1, Junio 2022, [En línea]. Disponible en: https://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-43412022000100034&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- [29] D. Gamero García, "Artritis reumatoide, epidemiología, fisiopatología, criterios diagnósticos y tratamiento", *Revista de Medicina e Investigación UAEMéx*, vol. 6, no. 2, pp. 53-61, Julio-Diciembre 2018.
- [30] M. L. Ocampo, L. M. Henao y L. Vásquez, *Amputación de miembro inferior: cambios funcionales, inmovilización y actividad física*, Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario, Facultad de Rehabilitación y Desarrollo Humano, no. 42, marzo de 2010. <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/c0020553-dbbc-4bc5-86e6-63afc654f5cb/content>
- [31] P. Maduri y H. Akhondi, "Upper Limb Amputation," en *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, Aug. 8, 2023. [Online]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK540962/>
- [32] J. Tavera, "Amputación: Más Allá de un Cambio Físico, un Cambio Mental," *Revista El Dolor*, vol. 62, pp. 20-22, 2014. <https://www.revistaeldolor.cl/storage/articulos/November2020/dkffltVRPdHTpS9WKips.pdf>
- [33] L. Farro, R. Tapia, L. Bautista, R. Montalvo, y H. Iriarte, "Características clínicas y demográficas del paciente amputado," *Revista Médica Herediana*, vol. 23, no. 4, pp. 237-242. 2012. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2012000400005
- [34] A. M. Andrés, J. C. López Gutiérrez, S. Rivas, A. De la Varga, Z. Ros, M. Díaz, C. López Cabarcos y J. A. Tovar, "Tratamiento quirúrgico de las complicaciones cutáneas y musculoesqueléticas de los pacientes con sepsis," *Cir. Pediatr.*, vol. 19, pp. 66-71, 2006. <https://www.secipe.org/coldata/upload/revista/CirPed19.66-71.pdf>
- [35] A. K. González Reza, M. C. Arce Rodríguez, y S. S. Zarza Villegas, "Estudio sobre el duelo en personas con amputación de una extremidad superior o inferior," *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, vol. 20, no. 1. 2017. <https://www.medigraphic.com/pdfs/epsicologia/epi-2017/epi171c.pdf>
- [36] Mayo Clinic Staff, "Amputación y diabetes: cómo proteger los pies," *Mayo Clinic*, 2023. <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/diabetes/in-depth/amputation-and-diabetes/art-20048262#:~:text=Algunas%20personas%20con%20diabetes%20corren,Fumar>

- [37] Centers for Disease Control and Prevention (CDC), *Preventing Diabetes-Related Amputations*. CDC Diabetes, 2024. <https://www.cdc.gov/diabetes/es/diabetes-complications/como-prevenir-las-amputaciones-relacionadas-con-la-diabetes.html#:~:text=Los%20niveles%20altos%20de%20az%C3%BAcar,las%20piernas%20y%20los%20pies>.
- [38] Johns Hopkins Medicine, *Amputation. Treatments, Tests and Therapies*. [Online]. Accedido: 25-ago-2025. <https://www.hopkinsmedicine.org/health/treatment-tests-and-therapies/amputation>
- [39] National Health Service (NHS), *Amputation*. [Online]. Accedido: 25-ago-2025. <https://www.nhs.uk/tests-and-treatments/amputation/>
- [40] J. E. Aliaga Arroyo, *Tratamiento fisioterapéutico en pacientes amputados del miembro inferior que acuden a una clínica privada en el Cercado de Lima*. Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Facultad de Tecnología Médica, Carrera Profesional de Terapia Física y Rehabilitación, 2023. <https://repositorio.uigv.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/3f457edf-b1e0-4665-8532-daf5a9c0a119/content>
- [41] J. Ospina y F. Serrano, "El paciente amputado: complicaciones en su proceso de rehabilitación," *Revista Ciencias de la Salud*, vol. 7, no. 2, pp. 36-46. 2009. Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia. <https://www.redalyc.org/pdf/562/56216304006.pdf>
- [42] L. E. Pezzin, T. R. Dillingham, E. J. Mackenzie, P. Ephraim, y P. Rossbach, "Use and satisfaction with prosthetic limb devices and related services," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 85, no. 5, pp. 723-729. 2004. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18503797/>
- [43] T. R. Dillingham y L. E. Pezzin, "Rehabilitation setting and associated mortality and medical stability among persons with amputations," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 89, no. 6, pp. 1038-1045. 2008. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15129395/>
- [44] Z. M. De Figueiredo Carvalho, *La lesión medular: manual de cuidados*. 2010.
- [45] World Health Organization: WHO, "Lesión de la médula espinal," Apr. 16, 2024. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury>
- [46] I. Murua Arabaolaza, "Lesión medular – Tratamiento," Trabajo Fin de Grado, Departamento TFG, Universidad del País Vasco, junio 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.oc.lm.ehu.es/Departamento/TFG/MuruaTFG.pdf>.
- [47] ASPAYM-Madrid, "Lesión Medular: Guía para el manejo integral del paciente con LM crónica," Guía nº 4, ASPAYM-Madrid, Madrid, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.aspaymmadrid.org/wp-content/uploads/2018/05/guia-manejo-integral-2013.pdf>. [

