



Universidad de Valladolid



**Facultad
de Fisioterapia
de Soria**

FACULTAD DE FISIOTERAPIA DE SORIA

Grado en Fisioterapia

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Abordaje fisioterapéutico de la marcha en pacientes pediátricos con espina bífida. Revisión bibliográfica.

Presentado por: Andrea Valdivielso Carcedo

Tutora: M^a Teresa Mingo Gómez

Soria, a 12 de junio de 2019

ÍNDICE

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Concepto y etiología	1
1.2. Epidemiología	2
1.3. Fisiopatología.....	2
1.4. Características clínicas	3
1.5. Diagnóstico	3
1.6. Clasificación.....	4
1.7. Complicaciones.....	5
1.8. Características de la marcha infantil	6
1.9. Tratamiento.....	7
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS.....	11
3.1 Objetivo principal.....	11
3.2 Objetivos secundarios	11
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
4.1 Resultados de la búsqueda y diagrama de flujo	14
5. RESULTADOS.....	19
5.1 Marcha asistida mediante robots.....	19
5.2 Uso de órtesis	19
5.3 Entrenamiento de la marcha sobre un tapiz rodante	20
5.4 Hidrocinesiterapia	21
5.5. Entrenamiento neuromuscular.....	22
6. DISCUSIÓN	23
7. CONCLUSIONES	27
8. BIBLIOGRAFÍA.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

Figura 1. Tipos de espina bífida	5
Figura 2. Diagrama de flujo	18

TABLAS

Tabla 1. Búsquedas realizadas en la base de datos Pubmed	13
Tabla 2. Resultados de búsquedas simples	14
Tabla 3. Características de los artículos utilizados	15-17

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

AFO: *Ankle-foot-orthosis.*

AFP: Alfa feto- proteína.

ASIA: *American Spinal Cord Association.*

AVDs: Actividades de la vida diaria.

DTN: Defectos del tubo neural.

EB: Espina bífida.

EESS: Extremidades superiores.

EEII: Extremidades inferiores.

ERM: Entrenamiento robótico de la marcha.

FCmax: Frecuencia cardiaca máxima.

FIM: *Functional Independence Measure.*

GMFM: *Gross Motor Function Measure.*

IRGO: *Isocentric Reciprocating Gait Orthosis.*

LCR: Líquido céfalo- raquídeo.

MMC: Mielomeningocele.

PEDI: *Pediatric Evaluation of Disability Index.*

ROM: Rango de movimiento.

SCIM III: *Spinal Cord Independence Measure.*

SNC: Sistema nervioso central.

THO: *Trunk-hip-orthosis.*

TUG: *Time Up and Go.*

WBV: *Whole Body Vibration.*

VO₂: Captación máxima de oxígeno.

2MWT: *2 Minutes Walking Test.*

6MWT: *6 Minutes Walking Test.*

RESUMEN

Introducción: la espina bífida (EB) es un defecto congénito producido por un cierre incompleto o fallo en el cierre del canal medular, cuya causa es desconocida. Se desencadena por un desarrollo incompleto de los arcos vertebrales durante el periodo embrionario. A nivel del abordaje fisioterapéutico, existen varios procedimientos para reeducar la marcha.

Justificación: se plantea realizar una revisión bibliográfica acerca de la eficacia de fisioterapia enfocada en la marcha de los pacientes pediátricos con EB, debido a la importancia de la deambulación en las AVDs y la poca investigación del tema.

Objetivo: analizar la evidencia científica sobre los diferentes abordajes fisioterapéuticos para el tratamiento de la marcha en niños con EB.

Material y métodos: se han realizado búsquedas bibliográficas acerca de la EB y el uso de la fisioterapia en la marcha en las siguientes bases de datos: Medline (*Pubmed*), PEDro, Scielo y Medes. Finalmente, tras aplicar los criterios de selección y examinarlos detalladamente, se han utilizado 7 artículos para la realización de este trabajo.

Resultados y discusión: pese a las limitaciones encontradas a nivel de los estudios, los artículos seleccionados en esta revisión apoyan el uso de tecnologías robóticas, tapiz rodante, ayudas ortésicas, hidrocinesiterapia y entrenamiento neuromuscular como tratamientos a nivel de la marcha en pacientes con EB, ya que permite conseguir una mayor independencia, fortalecer la fuerza muscular preservada, mejorar los parámetros de la marcha, potenciar la función motora gruesa, evitar posibles complicaciones y poder realizar actividades cotidianas.

Conclusión: el tratamiento fisioterápico es efectivo, seguro y útil para conseguir la mejora de la deambulación de los pacientes pediátricos con EB, de forma lo más funcional e independientemente posible. Son necesarias futuras investigaciones que establezcan un protocolo de estandarización sobre las intervenciones fisioterapéuticas, valoraciones más homogéneas, tamaños de muestra mayores y evaluaciones de los resultados a corto y largo plazo.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Concepto y etiología

La EB es una anomalía congénita desencadenada por el cierre incompleto del canal vertebral, debido a un fallo en la fusión de los arcos vertebrales durante el periodo embrionario ¹⁻³. Se origina cuando hay un defecto en el cierre del tubo neural de la medula espinal entre el día 23 y 26 de embarazo, en torno a la quinta, sexta semana de gestación⁴. Se asocia a altos valores de alfa feto- proteína (AFP) en el suero de la madre y en el líquido amniótico, aunque la AFP puede estar relacionada con embarazo múltiple, muerte fetal u otras malformaciones congénitas ^{1,6}.

Afecta principalmente al sistema nervioso central (SNC), al aparato locomotor y al sistema genitourinario ⁷. En el 90% de los casos, el afectado presenta hidrocefalia asociada. Además, cursa con déficit en la movilidad, sensibilidad y falta de fuerza según el nivel de la lesión. Según donde se localice la lesión, las alteraciones afectarán a nivel cognitivo, motor, sensitivo, intestinal y/o vesical ¹.

En un alto porcentaje (70%) se ha demostrado que esta enfermedad puede prevenirse gracias a la administración de ácido fólico durante al menos dos meses antes y después de quedarse embarazadas, además de disminuir el riesgo de DTN ^{1,8,9}.

La causa de la EB es desconocida en la mayoría de los casos, sin embargo, incluye anomalías cromosómicas, predisposición genética y exposiciones teratogénicas, además de los siguientes factores ^{1,2,6,10,11}:

- Antecedentes familiares con deterioro anterior del tubo neural: el riesgo de padecer un deterioro del tubo neural aumenta un 2,5% cuando existen familiares afectados.
- Déficit de ácido fólico o vitamina B9: se recomienda una dosis de 0,4 mg/día de ácido fólico tres meses antes de la concepción (casi el 50% de las gestaciones no son programadas) y en el primer trimestre del embarazo. Se ha demostrado que el ácido fólico disminuye el riesgo de tener un hijo con un defecto en el tubo neural ^{4,11}.
- Consumo de alcohol en dosis elevadas.
- Obesidad materna.
- Exposición a rayos X o altas temperaturas durante el embarazo.
- Fiebre en las primeras semanas del embarazo.
- Diabetes mellitus materna. Eleva el riesgo de EB un 2%.
- Exposición a determinados medicamentos: ácido valproico, carbamazepina, exceso de vitamina A.

1.2. Epidemiología

La EB afecta a nivel global a 1-2 por cada 1000 nacidos vivos ². Según los datos extraídos de la “Guía para la prevención de defectos congénitos” ^{4,7}, en España, encontramos que entre 8-10 de cada 10000 recién nacidos tienen algún tipo malformación del tubo neural, presentando más de la mitad EB, estimándose que en torno a unas 20000 personas la padecen. En España los DTN son la segunda causa de malformaciones congénitas después de las cardiopatías congénitas, siendo su incidencia de 1 por cada 1000 niños nacidos ⁴.

Actualmente, en nuestro país su incidencia está descendiendo un 0,4% gracias al diagnóstico precoz y al ácido fólico administrado durante el embarazo ⁴. Se calcula que cuatro de cada diez afectados son mayores de 60 años, por lo que la prevención y los avances en la medicina han permitido que los pacientes con EB tengan una esperanza de vida mayor.

El mielomeningocele (MMC) es la segunda causa de discapacidad infantil tras la parálisis cerebral. Se localiza en un 50% de los casos a nivel lumbar, 25% a nivel lumbosacro y un 10% cervical o dorsal ^{8,12}.

1.3. Fisiopatología

“Los defectos del cierre del tubo neural se producen durante el desarrollo embrionario” ⁵. A partir de la cuarta semana de gestación, el sistema nervioso y las somitas empiezan a diferenciarse. El tubo neural se empieza a formar entre los días 22-23 en la zona donde aparecen las primeras somitas, produciéndose una fusión de los pliegues neurales de forma craneal y caudal excepto en los extremos, a lo que se conoce como neuroporos craneal y caudal.

Los defectos de la médula espinal en su gran mayoría se deben al cierre anormal de los pliegues neurales en la 3^o y 4^o semana del embarazo. Tienen consecuencias sobre el SNC, y afectan a la morfogénesis de los arcos vertebrales y la bóveda craneal, pudiendo desencadenar consecuencias sobre las meninges, vertebras, cráneo, músculos y piel del bebé ⁵.

Los DTN suelen producirse a nivel de la columna vertebral, sobre todo lumbar baja y sacra o nivel del cráneo. Se clasifican según la localización del defecto en cefálicos y caudales. A nivel cerebral encontramos la anencefalia y el encefalocele; a nivel de la columna vertebral la espina bífida. Los dos primeros son incompatibles con la vida, puesto que la anencefalia constituye la ausencia parcial o total de cerebro y el encefalocele es la herniación del cerebro y/o meninges ¹³.

1.4. Características clínicas

Según donde se encuentre el nivel de la lesión, las manifestaciones clínicas varían. Si la lesión se halla por encima del nivel L3, el niño no podrá moverse debido a la paraplejia completa de las EEII (extremidades inferiores), por lo que necesitará usar una silla de ruedas para cualquier desplazamiento. Cuando la lesión se encuentra en niveles lumbares inferiores, la flexión y aducción de caderas, además de la extensión de rodillas están conservadas, siendo posible una deambulacion autónoma con ayuda de órtesis o dispositivos de asistencia para la marcha ^{8,12}.

Las principales manifestaciones clínicas se encuentran a nivel de ¹²:

- Alteraciones en la sensibilidad táctil y dolorosa.
- Parálisis parcial o total de las EEII según el nivel de lesión.
- Trastornos de los esfínteres: disfunción vesical, incontinencia.
- Deformidades en el pie: equino, zambo, cavo, plano valgo.
- Displasia de cadera con presencia o no de luxación de la cabeza del fémur.
- Deformidades en la columna vertebral: cifosis, escoliosis, malformación en las vértebras.
- Hidrocefalia.
- Pelo en el área sacra.

1.5. Diagnóstico

La mayoría de los casos de EB se diagnostican antes del nacimiento, menos en casos leves donde los síntomas apenas son visibles y se diagnostican de forma postnatal.

- Diagnóstico prenatal: es importante realizar en el caso de que haya antecedentes familiares. Para detectar la EB durante el embarazo, se suele utilizar el método de evaluación de alfafetoproteína (AFP) en la sangre materna. Esta prueba mide la AFP entre la 13^o y 16^o semana del embarazo, la cual es producida por el feto y pasa a la sangre de la madre. Si el feto presenta EB, los niveles se encontrarán entre un 75-80%, aunque esta prueba no es 100% específica ya que se han encontrado niveles altos de AFP en otros defectos congénitos y alteraciones genéticas. Por otra parte, se puede utilizar la amniocentesis materna, un examen médico donde se extrae líquido amniótico que rodea al feto mediante una aguja, atravesando el abdomen de la madre. La ecografía prenatal también es un método de evaluación usado; muestra el fallo en la fusión de la columna vertebral del bebe y/o anomalías cerebrales ^{1,7,14}.
- Diagnóstico postnatal: suele detectarse al realizar radiografías en los exámenes de rutina y la mayoría son casos leves. En el caso de que el medico sospeche, se suele realizar una evaluación neurológica y pruebas como resonancia magnética, tomografía axial computarizada con el fin de localizar el defecto del tubo neural ^{7,14}.

1.6. Clasificación

La EB se clasifica en dos tipos (Figura 1) ^{1,2,8,11,15}:

- ✓ Espina bífida oculta o cerrada: es la forma más leve, afectando a menos del 5% total. La medula espinal y las raíces nerviosas permanecen intactas, solo hay un fallo en la fusión de uno o varios arcos vertebrales posteriores. No existe alteraciones ni desplazamiento de las meninges. Afecta normalmente a nivel lumbosacro L5-S1. Suele observarse alteraciones cutáneas en la región lumbar, como zonas de piel hiperpigmentadas, atróficas, lipomas subcutáneos, mechones de pelo... No suele haber compromiso neurológico. El diagnóstico suele ser tardío, debido a que normalmente no presenta síntomas.

- ✓ Espina bífida quística o abierta: distinguimos tres subtipos:
 - Meningocele: entre 10-15% del total de los casos. Los arcos vertebrales no se han fusionado. Las meninges protruyen por la abertura espinal, formando una “bolsa” o quiste y encontramos líquido céfalo-raquídeo (LCR) en la cavidad quística. La medula espinal y las raíces nerviosas permanecen en el canal raquídeo, por lo que la afectación neurológica es inexistente o leve en el caso de que exista. No se asocia hidrocefalia. Suele localizarse a nivel de la columna lumbosacra.
 - MMC: en torno al 80% de los casos, es la más frecuente y la afección más grave. Afecta principalmente a nivel lumbar o lumbosacro. La medula espinal, las meninges y las raíces nerviosas se encuentran fuera de la cavidad medular, formando un saco o protusión en la espalda del recién nacido. En los casos que el LCR sale al exterior de la cavidad, aumenta el riesgo de infecciones y meningitis. Hay disminución o ausencia de la dermis. Presenta alteraciones neurológicas debido al daño de los nervios, siendo la parálisis parcial o completa por debajo del nivel de la lesión.
 - Lipomeningocele: tumor graso benigno adherido a las meninges y raíces nerviosas que entra en el conducto medular (intrarraquídeo), desencadenando compresión medular e incluso afectación neurológica. Suele estar fijado al sacro. Si está expuesto en forma de hernia o quiste por la abertura ósea, se conoce como lipoma extrarraquídeo.

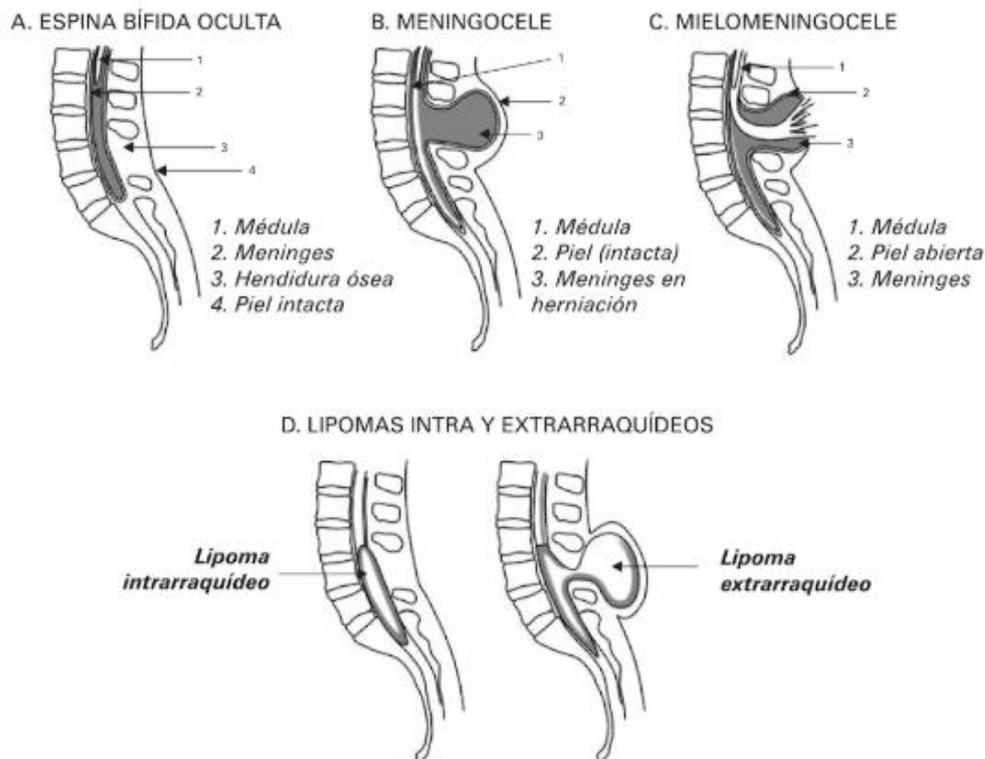


Figura 1: Tipos de espina bífida ²

1.7. Complicaciones

Los principales problemas asociados al MMC son ^{2,10,11}:

- Hidrocefalia: aparece en más del 80% de los casos debido a que la capacidad de absorción del LCR es menor que la producida, desencadenando un aumento en la presión intracraneal. Suele estar asociada a la malformación de Chiari tipo II. Debe tratarse de forma quirúrgica colocando válvulas o mediante ventriculostomía. Puede presentarse de forma lenta, con un aumento del perímetro craneal y somnolencia o de forma aguda con un cuadro de irritabilidad y vómitos ⁸.
- Malformación de Arnold Chiari tipo II: cursa con descenso del tronco del encéfalo, IV ventrículo y cerebelo a nivel cervical. Puede provocar compresión de pares craneales bajos y/o del tronco cerebral, insuficiencia respiratoria, disfagia neurógena. En los menores de 2 años se realiza neurocirugía.
- Síndrome de la médula anclada: déficit neurológico que provoca alteraciones en la sensibilidad, fuerza, tono muscular, deambulación y empeora las deformidades ortopédicas, debido a la tracción de la medula por anclaje o adhesión por debajo de L1-L2. Su localización más frecuente a nivel lumbosacro. En los casos graves, requiere cirugía.
- Pérdida de la sensibilidad por debajo del nivel de la lesión: se afectan las sensaciones del tacto, dolor, presión y temperatura en las zonas inervadas por los nervios afectados.

- Debilidad muscular por debajo del nivel de lesión: el paciente puede cursar con una debilidad leve hasta llegar a una parálisis completa. Cuanto más alta sea la lesión, mayor afectación de músculos paralizados.
- Parálisis sensitivo-motora: suelen afectarse los niveles de lesión lumbar de forma incompleta y asimétrica. Es común que la zona sacra y las plantas de los pies presenten hipoestesia o anestesia.
- Alteraciones vesicoesfinterianas: la mayoría se producen por la mielodisplasia. Los músculos del tracto intestinal y de la vejiga pueden presentar debilidad y llegar a desencadenar incontinencia urinaria y fecal. Es importante controlar el funcionamiento renal y realizar seguimiento urológico.
- Trastornos sensitivos urogenitales: los varones pueden presentar disfunción eréctil y eyaculatoria.
- Úlceras por presión.
- Ortopédicas: producidas por los desequilibrios musculares, sobre todo a nivel de las EEII. Entre ellas encontramos desviaciones de la columna y asimetrías pélvicas, luxación unilateral o bilateral de cadera, deformidades en los pies, inestabilidad de rodillas. La forma terapéutica de tratarlas es mediante ortesis; en casos graves se requiere intervención quirúrgica según el grado de crecimiento y la maduración del tronco.
- Alergia al látex: el porcentaje de afectados puede llegar a ser del 75% de los enfermos.

1.8. Características de la marcha infantil

El desarrollo de la marcha suele adquirirse entre los 11 y 15 meses, aunque el patrón adulto de la marcha no se suele conseguir hasta los 5 o 7 años. Los niños que presentan retraso en el desarrollo motor, alteraciones musculoesqueléticas, enfermedades neuromusculares, síndromes neurológicos o algún patrón anormal de la marcha, pueden alcanzarla a partir de los 18 meses o necesitar ayudas técnicas para poder caminar ¹.

A nivel de fisioterapia, es fundamental hacer una valoración de la marcha con el fin de plantear el tratamiento más adecuado para la población infantil. Hay que conocer la capacidad que presenta el niño a nivel de desplazamiento, si el desarrollo motor es normal o atípico, si ha sido sometido a intervenciones quirúrgicas, la edad del paciente, ya que su nivel funcional será mayor o menor y si recibe abordaje fisioterápico. Para ello, se utilizan test como TUG (*Timed Up and Go*), GMFM (*Gross Motor Function Measure*).

Se debe realizar una exploración física acerca del: rango de movimiento (ROM) para cuantificar el movimiento presentan las articulaciones, tono muscular con el fin de conocer si hay un aumento o disminución de éste (hipertonía o hipotonía), fuerza que presentan los músculos, deformidades a nivel óseo y articular a nivel de EEII. Hay que efectuar una

evaluación tanto de la postura como del equilibrio en bipedestación estática como dinámica. Los principales parámetros que se evalúan en la marcha y sirven de medición son ¹: la velocidad de la marcha, la cadencia, la longitud y anchura de paso y la base de apoyo.

1.9. Tratamiento

Actualmente, el tratamiento de la EB es multidisciplinario debido a que necesitan atención de varios sistemas fisiológicos ¹. Cuenta con un equipo formado por un pediatra, neurocirujano, neuropediatra, traumatólogo, urólogo infantil, fisioterapeuta y psicólogo ^{8,12}. El objetivo común es mejorar la calidad de vida del paciente y conseguir que sea lo más independiente posible ¹⁶. Distinguimos dos tipos de tratamiento:

- Quirúrgico: el cierre precoz debe realizarse en todos los casos entre las 24-36 horas después de nacer. Con ello, se reduce el riesgo de meningitis ascendente y de lesión en la medula espinal. Es importante vigilar la presencia de hidrocefalia ².
- Fisioterapéutico: los objetivos y el tratamiento se pautan según en qué nivel se encuentre la lesión ^{1-3,15}:
 - Torácico bajo T11- T12: parálisis total de la musculatura de EEII, pero conservan la musculatura del tronco y cervical. Pueden presentar cifoescoliosis y subluxación congénita de cadera. La marcha es posible mediante ortesis altas tipo THO (*Trunk-hip-orthosis*) con bloqueo en la rodilla para poder mantenerse de pie y el uso de andador o bastones. Para desplazamientos largos, requieren la silla de ruedas.
 - Lumbar alto L1-L2-L3: la postura de las EEII tiende a ser en flexión y aducción de cadera (psoas y aductores de la cadera presentan tono). La función del cuádriceps es escasa y el glúteo medio no presenta actividad. Debido al desequilibrio entre la musculatura flexora y extensora, el centro de gravedad se desplaza hacia delante. Este desequilibrio puede provocar luxación de cadera. La capacidad de deambulación es posible mediante bastones y/o órtesis altas tipo bitutores largos con cinturón pélvico o THO. Para desplazamientos necesitan la silla de ruedas.
 - Lumbar bajo L4-L5: el cuádriceps y los isquiotibiales presentan una fuerza normal y fuerte extensión dorsal del tobillo. Hay cierta abducción y extensión de cadera gracias a la acción del glúteo. La hiperlordosis es muy frecuente. Pueden caminar con la ayuda de bastones u órtesis bajas tipo AFO (*Ankle-foot-orthosis*) para suplir la función del tríceps sural.
 - Sacro S1-S2: presentan potencia en los abductores y extensores de cadera y conservan el glúteo medio y los dorsiflexores de tobillo. Pueden caminar sin ayudas ortopédicas, aunque hay casos que necesiten plantillas u órtesis bajas para el apoyo de los pies.

Se recomienda empezar el tratamiento fisioterapéutico desde el nacimiento y mantenerlo hasta finalizar el crecimiento del niño. Los principales objetivos son: ^{1,10} conseguir los logros motores según el nivel de lesión y edad, mejorar el ROM, lograr la mayor autonomía en las actividades de la vida diaria (AVDs), fortalecer la musculatura de las extremidades superiores (EES), tronco y la no afectada de EEII, evitar y prevenir las posibles complicaciones y mejorar el equilibrio en sedestacion para posteriormente conseguir una buena bipedestación. Si es posible, alcanzar la marcha.

A nivel del desarrollo motor, los niños con EB adquieren las habilidades motrices de forma más tardía. Según la edad, se plantean los siguientes objetivos ^{1,10}:

- ✓ De 0 a 6 meses: favorecer el control cefálico, el volteo y los cambios espontáneos a decúbito.
- ✓ Entre los 6 y los 12 meses: seguir estimulando el volteo, reptación, sedestacion con y sin apoyos, cuadrupedia y gateo.
- ✓ Entre los 12 y 18: verticalización para posteriormente trabajar la marcha, control de tronco.
- ✓ A partir de los 18 meses: si los hitos motores acorde con la edad se han conseguido, centrarse en la deambulación y elección de ortesis para la marcha. Si fuera necesario, prescribir una silla de ruedas e iniciar su control y uso.
- ✓ De 2 a 3 años: potenciar la musculatura abdominal, EES y la conservada de las EEII. Continuar con la educación de la marcha, cambios posturales con órtesis.
- ✓ De 3 a 7 años: iniciar el entrenamiento de las AVDs de forma autónoma, buscando perfeccionar la deambulación. Trabajar la marcha en paralelas.
- ✓ De los 7 hasta la pubertad: mantener la verticalización y reforzar los hitos motores que hemos conseguido. Prevenir las deformidades de la columna y las derivadas por una carga inadecuada o por mantener posturas incorrectas. Mejorar el control postural, el equilibrio y la propiocepción.
- ✓ En la pubertad: controlar las posibles complicaciones neurológicas, especialmente el anclaje medular, lairingomielia y las deformidades vertebrales. Integrar deportes de equipo o natación ya que aportan acondicionamiento cardiovascular y locomotor.

Como terapias complementarias, la hidroterapia forma un tratamiento ideal para tratar a los pacientes con EB debido al valor terapéutico del agua y a la mayor facilidad para desarrollar nuevos patrones de movimiento. Estimula el desarrollo motor del niño, disminuye y previene las deformidades articulares, potencia la musculatura de EES e EEII, aumenta la capacidad cardio-respiratoria, mejora la circulación sanguínea y disminuye el índice lordótico. Además, ayuda a desarrollar la marcha debido a que las fuerzas que tienen que soportar las articulaciones en el agua son menores que en tierra.

Por otra parte, el agua aporta resistencia, fortaleciendo la musculatura de las EEII preservada y mejorando la capacidad aeróbica ^{15,17-19}.

Se recomienda que los niños con EB realicen ejercicio físico ya que se está observando que potencia la musculatura de EEII (sobre todo el cuádriceps necesario para la marcha), favorece la resistencia cardio-respiratoria, y disminuye las contracturas musculares; buscando que la deambulación lo más independiente posible ^{20,21}.

A nivel del tratamiento de la marcha, la fisioterapia se centra en varios aspectos ^{2,21}:

- ✓ Evitar deformidades, retracciones y alteraciones tróficas; para ello se realizan movilizaciones pasivas, buscando mantener y mejorar el ROM, estiramientos de los musculos que tienden a contraerse, cambios posturales y estimulación eléctrica.
- ✓ Potenciar la musculatura abdominal, la de las EESS e EEII mediante: gateo, ejercicios en colchoneta, circuitos, juegos con balones, aros...
- ✓ Trabajar las reacciones equilibrio y enderezamiento en sedestacion con apoyos, sin apoyos y en bipedestación.
- ✓ Favorecer la bipedestación mediante: standing, bipedestadores, férulas, planos inclinados. Si el nivel de lesión que presenta el niño es de L5 hacia abajo, la bipedestación se adquirirá siguiendo el desarrollo motor normal (con o sin órtesis). En el resto de los casos, tardará más debido a la poca información propioceptiva que perciben al soportar el peso de sus piernas.
- ✓ Inicio de la marcha: empezar a trabajar el equilibrio en bipedestación en las paralelas. Realizar movimientos globales mediante juegos, distintas posiciones, sobre una colchoneta... con el fin de estimular la musculatura conservada. Entrenar las trasferencias de peso de una extremidad a otra, la marcha con las órtesis, esquivar obstáculos, subir y bajar escaleras.
- ✓ Estimular los cambios posturales para que los realicen de forma autónoma: desde decúbito a bipedestación.
- ✓ Elegir el tipo de órtesis necesaria para cada paciente: dependerá de la localizacion del nivel de lesión.
- ✓ Progresión en la marcha: si tienen problemas para controlar el equilibrio, empezar trabajando con una base de sustentación grande e ir disminuyéndola a medida que mejore. Si siente mucha carga en las EEII, utilizar un andador para disminuir la fatiga. Buscar que haya una buena alineación en las articulaciones y una correcta distribución de la carga.

Actualmente se utilizan diferentes enfoques terapéuticos para conseguir que la marcha sea lo más funcional posible a nivel de las afecciones medulares: facilitación neuromuscular y terapia manual para concienciarse de su esquema corporal, debido a que presentan alteraciones de la sensibilidad profunda y problemas en el equilibrio y coordinación; entrenamiento de la marcha sobre un tapiz rodante de forma repetitiva para crear nuevas conexiones funcionales; marcha asistida por robots (Lokomat, exosqueletos) buscando desencadenar la plasticidad neural y mejorar la funcionalidad del paciente; biofeedback o retroalimentación buscando mejorar el reaprendizaje motor ²².

2. JUSTIFICACIÓN

La EB es la malformación congénita más frecuente dentro de los DTN, dando lugar a trastornos de la cognición, función motora y sensorial, deformidades vertebrales y desequilibrios musculares ¹⁵. Las secuelas neurológicas varían según donde se localice la lesión en la columna vertebral, el tipo y el tamaño que presente. El 75% de las lesiones se localizan en la zona lumbar y el resto a lo largo del neuroeje. Según donde se encuentre la lesión, los pacientes tienen mayor autonomía o necesitan órtesis o dispositivos auxiliares para poder moverse ².

El tema a desarrollar ha sido elegido porque creo necesario conocer más acerca de la rehabilitación temprana de estos pacientes, y completar mis conocimientos con los estudiados durante la carrera, ya que tengo especial interés en formarme en esta materia y por ello curso la mención en pediatría. En este sentido, la deambulación es indispensable para el desarrollo motor de los niños.

Mi propósito al realizar este análisis bibliográfico es conocer y actualizar los conocimientos en el tratamiento fisioterapéutico en la marcha, y saber cuáles son los mejores abordajes para conseguir la mayor independencia y minimizar las consecuencias en pacientes pediátricos.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo principal:

- Examinar los artículos publicados sobre el tratamiento fisioterapéutico aplicado a la marcha a pacientes pediátricos que padecen EB.

3.2 Objetivos secundarios:

- Conocer la evidencia científica sobre la eficacia de las distintas intervenciones fisioterapéuticas en niños con EB.
- Evaluar la eficacia de las distintas terapias utilizadas para el tratamiento fisioterápico en la marcha en pacientes pediátricos.
- Analizar las diferentes estrategias terapéuticas y/o dispositivos de asistencia para conseguir la mayor autonomía en la deambulación del niño con EB.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de esta revisión narrativa, se han realizado búsquedas con el objetivo de encontrar evidencia científica de la patología y de la eficacia en el uso de la fisioterapia para el tratamiento de la marcha en pacientes con EB.

Durante los meses de febrero a mayo de 2019 se han realizado búsquedas en diferentes bases de datos: Medline (*Pubmed*), PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*), Scielo y Medes (Medicina en español), además de consultar libros electrónicos en el catálogo de la Universidad de Valladolid.

- Criterios de inclusión:
 - Estudios con pacientes menores de 18 años.
 - Estudios con humanos.
 - Pacientes con EB y con alteraciones de la marcha.
- Criterios de exclusión:
 - Artículos con antigüedad superior a 10 años.
 - Pacientes adultos.
 - Artículos que no detallen el tratamiento fisioterapéutico en EB.
 - Artículos sin evidencia científica.

En las búsquedas que se han desarrollado, se han utilizado los siguientes términos MeSH (*Medical Subjects Headings*) y de búsqueda:

- MeSH:
 - “*Spina Bífida Cystica*” [MeSH], “*Meningomyelocele*” [MeSH].
- Términos libres:
 - *Spina bifida, physical therapy, rehabilitation, physiotherapy, gait, walking training, locomotor training, pediatrics, orthosis, exercise therapy, marcha.*

Estas palabras han sido combinadas entre si usando los operadores booleanos “AND” y “OR”. Según el buscador utilizado, se han realizado búsquedas simples y/o avanzadas. Se usaron los filtros humanos (especie) y publicaciones de los últimos 10 años. A continuación, se muestran recogidos en la tabla (Tabla 1):

Tabla 1. Búsquedas realizadas en la base de datos Pubmed. Fuente: elaboración propia

Búsquedas	Base de datos	Filtros utilizados	Artículos encontrados	Artículos seleccionados
<i>Spina bifida AND (physical therapy OR physiotherapy)</i>	Pubmed	10 years Humans	112	3
<i>Spina bífida AND gait</i>	Pubmed	10 years Humans	29	2
<i>Myelomeningocele AND orthosis</i>	Pubmed	10 years Humans	13	1
<i>Spina bifida rehabilitation AND pediatrics</i>	Pubmed	10 years Humans	81	1
<i>Spina bifida AND (walking training OR locomotor training)</i>	Pubmed	10 years Humans	10	4
<i>Spina bífida AND exercise therapy</i>	Pubmed	10 years Humans	20	4

Así mismo, se llevaron a cabo búsquedas simples en las siguientes bases de datos (Tabla 2):

Tabla 2. Resultados búsquedas simples. Fuentes: elaboración propia

Búsquedas	Base de datos	Artículos encontrados	Artículos seleccionados
<i>Spina bífida</i>	PEDRO	12	1
<i>Myelomeningocele</i>	PEDRO	5	0
<i>Spina bífida</i>	SCIELO	116	1
Mielomeningocele y marcha	MEDES	2	1

Además de los artículos seleccionados, se han incluido dos artículos encontrados mediante búsquedas realizadas en la literatura gris, por aportar otros tratamientos interesantes para la realización de la revisión narrativa.

4.1 Resultados de la búsqueda y diagrama de flujo

Durante la revisión y búsqueda bibliográfica de las publicaciones encontradas, y tras aplicar los criterios anteriormente citados, se obtuvieron 400 artículos. Tras analizarlos, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión del estudio, leer el resumen/abstract y realizar una lectura completa de los textos, se descartaron 382. Se compararon los artículos seleccionados de las distintas bases de datos y los que estaban repetidos (doce), se eliminaron. Se han utilizado 8 artículos para realizar el estudio (Tabla 3).

Tabla 3. Características de artículos utilizados. Fuente: elaboración propia.

AUTORES	TIPO DE ESTUDIO	N.º SUJETOS	TIEMPO	INTERVENCIÓN	CONCLUSIÓN
Arriaga-Rivera et al. ²³	Observacional	n=5 7-18 años	10 sesiones 30 minutos 2 días por semana	Simulación de la caminata frente a una pantalla mediante el dispositivo robótico Lokomat.	Con el ERM, se consigue un buen control sobre la descarga del peso, la fuerza y la velocidad de la marcha de los pacientes con EB. Estimula la plasticidad neuronal.
Arazpour et al. ²⁵	--	n=5 7-12 años	2 h al día 5 días por semana 8 semanas	Entrenamiento de la marcha mediante las prótesis IRGO y estiramientos pasivos de EEII, fortalecimiento de EESS y trabajo del equilibrio con las órtesis.	El entrenamiento con órtesis IRGO mejoró el ROM de la cadera, aumento la velocidad y longitud de paso y disminuyó los movimientos compensatorios
Versteeg et al. ²⁶	Ensayo clínico aleatorizado	n=34 18 grupo intervención: entrenamiento cinta rodante 14 grupo control: entrenamiento habitual 6-18 años	12 semanas 2 días por semana	Comparación de la intervención sobre el tapiz rodante en casa, supervisada e individualizada en el grupo experimental con las pautas de cuidados y actividad física que recibió el grupo control.	El entrenamiento en cinta rodante tiene un gran efecto a largo plazo y mejora el VO ₂ a corto plazo.

ERM: entrenamiento robótico de la marcha; EB: espina bífida; EEII: extremidades inferiores; EESS: extremidades superiores; IRGO: *isocentric reciprocating gait orthosis*; MMC: mielomeningocele; ROM: rango de movimiento; VO₂: captación máxima de oxígeno.

Tabla 3. Características de artículos utilizados. Fuente: elaboración propia (continuación)

AUTORES	TIPO DE ESTUDIOS	N.º SUJETOS	TIEMPO	INTERVENCIÓN	CONCLUSIÓN
Christensen et al. ²⁷	Descriptivo	n=1 4 años	8 semanas 2 días por semana	Descripción del efecto de un entrenamiento progresivo en la cinta rodante en un caso particular que no presenta deambulación funcional.	Se necesita más investigación y mayor cantidad de pacientes en el estudio para ver si hay resultados favorecedores en el entrenamiento de capacidad ambulatoria en cinta rodante.
Calderón-Porras et al. ¹⁹	Experimental	n=20 2-10 años	40 minutos 2-3 días por semana 30 sesiones	Eficacia de un programa acuático dividido en dos fases: Fase 1: Halliwick, trabajo de movilidad articular, potenciación, equilibrio, fuerza y corrección hiperlordosis. Fase 2: movilidad, potenciación, corrección hiperlordosis	La técnica Halliwick y la hidroterapia mejoraron los valores de ROM, fuerza y disminuyeron el índice lordótico.

ERM: entrenamiento robótico de la marcha; EB: espina bífida; EEl: extremidades inferiores; EES: extremidades superiores; IRGO: *isocentric reciprocating gait orthosis*; MMC: mielomeningocele; ROM: rango de movimiento; VO₂: captación máxima de oxígeno.

Tabla 3: Características de artículos utilizados. Fuente: elaboración propia (continuación)

AUTORES	TIPO DE ESTUDIOS	N.º SUJETOS	TIEMPO	INTERVENCIÓN	CONCLUSIÓN
Castro-Silva et al.¹⁷	Cuasi-experimental, retrospectivo	n=10 5- 10 años	30 minutos 3 días por semana 30 sesiones	Programa de hidrocinesiterapia dividido en tres etapas: 1º etapa: respiración y entrenamiento resistencia extremidades. 2º etapa: ejercicios de fuerza en extremidades y tronco, trabajo de equilibrio y coordinación. 3º etapa: entrenamiento progresivo de la marcha.	Se sugiere que la hidroterapia como tratamiento puede beneficiar a los pacientes con MMC, debido a que no hubo grandes cambios a nivel de los parámetros de la marcha evaluados.
Stark et al.²⁸	Retrospectivo	n= 60 4-12 años	6 meses entrenamiento Terapia hospital: 1h al día, 2-3 días por semana Terapia Vibraciones: 3 ciclos de 3 minutos 10 veces al día	Combinación de 6 meses de tratamiento con vibraciones de cuerpo entero con terapias fisioterápicas intensivas de forma ambulatoria en el hospital: 13 días al principio del estudio y tras 3 meses, otros 6 días en el hospital.	El entrenamiento neuromuscular con vibraciones mejora la función motora en niños con EB, consiguiendo mayor independencia. Minimiza las contracturas de la cadera y rodilla, consiguiendo mejor función muscular.

ERM: entrenamiento robótico de la marcha; EB: espina bífida; EEII: extremidades inferiores; EESS: extremidades superiores; IRGO: *isocentric reciprocating gait orthosis*; MMC: mielomeningocele; ROM: rango de movimiento; VO₂: captación máxima de oxígeno.

En la figura 2 se muestra los resultados obtenidos al finalizar la búsqueda bibliográfica:

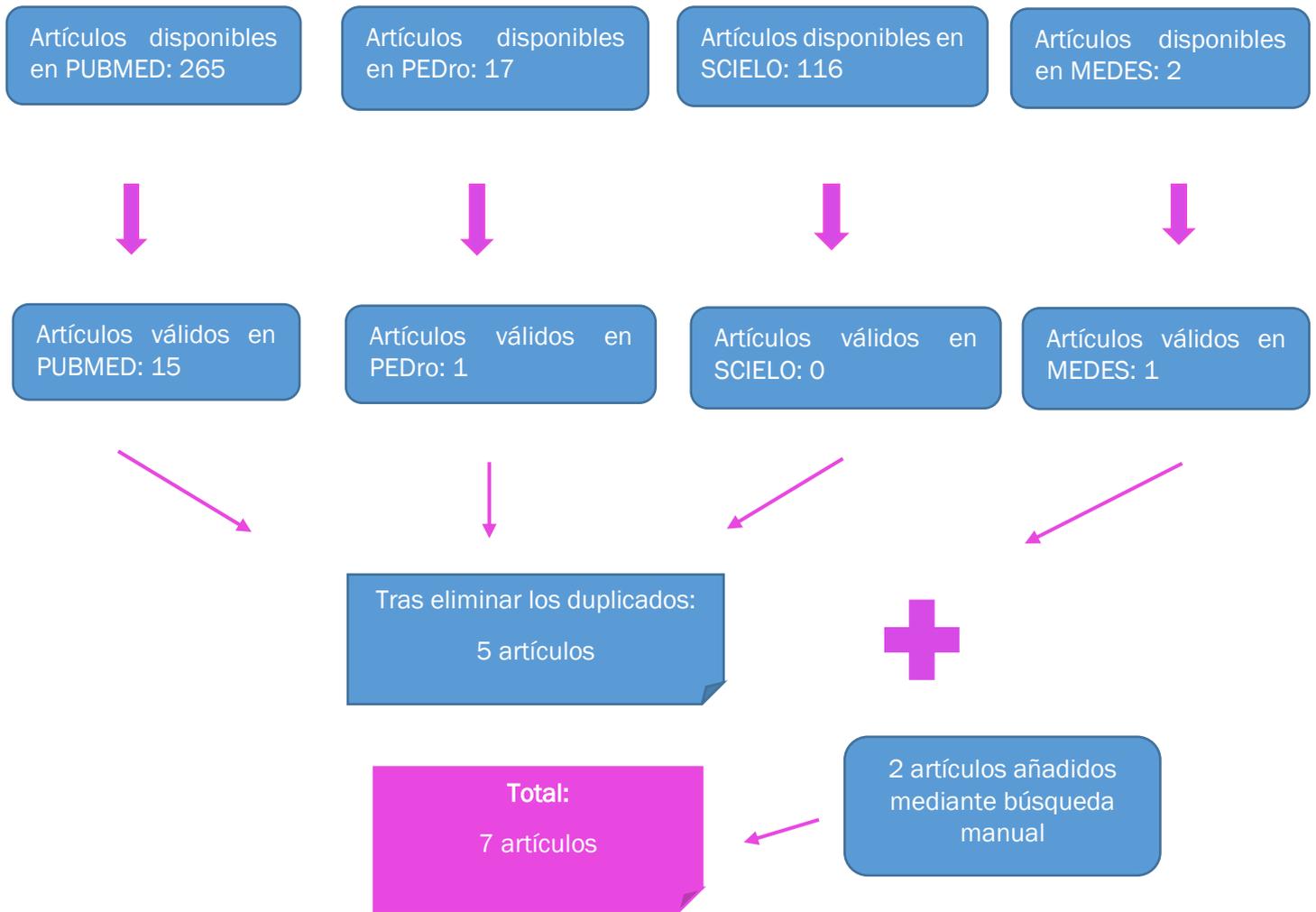


Figura 2. Diagrama de flujo. Fuente: elaboración propia

5. RESULTADOS

En este apartado se exponen los datos de los siete artículos elegidos en esta revisión bibliográfica, describiendo el objetivo de cada estudio, número de pacientes, las intervenciones que se llevaron a cabo, así como los resultados obtenidos de cada uno. Se distinguen cinco formas de tratamiento fisioterápico para los pacientes pediátricos con EB. En la tabla 3, se detallan las características de artículos seleccionados.

5.1 Marcha asistida mediante robots

Arriaga-Rivera et al. ²³ muestran en su estudio la reeducación funcional de la marcha en 5 pacientes con MMC L3 o inferior, mediante nuevas tecnologías robóticas (Lokomat) gracias a la reactivación de la plasticidad cerebral, muy utilizada en la neurorrehabilitación del SNC. La capacidad de recuperación y reorganización funcional es mayor al activar la plasticidad, por ello es recordable iniciar la fisioterapia de forma temprana ¹⁵. El Lokomat es un sistema de descarga de peso corporal, que cuenta con dos dispositivos robóticos sobre las EEII y el paciente camina sobre una cinta. La cadera y la rodilla se encuentran sujetadas a una estructura exoesquelética. Se realizó una valoración del tono muscular mediante la escala Ashworth modificada, utilizada para valorar la espasticidad y el tono muscular, siendo el grado 0 un tono muscular normal y 4 extremidad rígida en flexión o extensión ^{1,22}. El ROM de las articulaciones de EEII se midió con el goniómetro. El nivel de lesión medular, la fuerza y sensibilidad con la escala ASIA (*American Spinal Cord Association*). Establece cinco niveles según si la función motora y sensitiva está presente o no, con el objetivo de clasificar la gravedad de la lesión neurológica ²⁴. La escala FIM (*Functional Independence Measure*) y SCIM III (*Spinal Cord Independence Measure*) se utilizaron para valorar la funcionalidad y la capacidad de movilidad de los pacientes. La distancia recorrida y se valoró con el 6MWT (*6 minutes Walking Test*), donde el niño camina de forma cómoda durante 6 minutos en un pasillo de 25 metros ¹. Se llevaron a cabo 10 sesiones de 30 minutos, 2 días a la semana. Tanto la fuerza como la sensibilidad y la funcionalidad obtuvieron mejores puntuaciones al finalizar el tratamiento. Al usar el Lokomat, tanto la velocidad de la marcha como la descarga del peso al andar, mostraron un progreso significativo, a diferencia de la una distancia recorrida que aumento, pero no fue significativa.

5.2 Uso de órtesis

Arazpour et al. ²⁵ estudian el uso de las órtesis IRGO (*Isocentric Reciprocating Gait Orthosis*) en 5 pacientes con MMC entre T12 y L3. Tienen como objetivo evaluar los efectos del entrenamiento con órtesis isocéntricas relacionados los parámetros espaciales de la marcha. Estas órtesis ayudan a caminar a pacientes con ausencia o leve control de sus EEII; siendo las articulaciones de la cadera recíprocas y bloqueando las rodillas. La parte de la

órtesis del pie se modeló según las deformidades que presentaba cada paciente. Además de incluir el entrenamiento de la marcha con los dispositivos de ayuda y trabajo del equilibrio, se llevó a cabo estiramientos pasivos de EEII y fortalecimiento de EESS. El entrenamiento se llevó a cabo durante 8 semanas, 5 días a la semana, 2 horas al día. Todos los participantes conservaban la flexión activa de cadera. Se calculó el IMC de todos los niños y se comparó con los valores acorde con la edad. Las variables témporo-espaciales de la marcha (velocidad, ancho de paso, cadencia), el ROM de la articulación de la cadera y los movimientos compensatorios se valoraron al inicio del estudio y al finalizar las semanas de entrenamiento en un laboratorio de la marcha. Al examinar los resultados, hubo una mejora significativa respecto la velocidad al caminar con las órtesis, aumentó la longitud de paso y la cadencia y los movimientos compensatorios fueron mejorando con el entrenamiento, además de ganar ROM en la flexión y extensión de cadera. Al mejorar la deambulación, se consigue mayor independencia y mayor capacidad para caminar.

5.3 Entrenamiento de la marcha sobre un tapiz rodante

Versteeg et al. ²⁶ diseñaron un ensayo clínico aleatorizado sobre el entrenamiento en cinta rodante como intervención para trabajar la marcha y mejorar la capacidad aeróbica. El propósito es determinar si un programa de entrenamiento individualizado en cinta rodante en niños ambulatorios con EB es eficaz (grupo experimental) en comparación con la intervención habitual, siendo el grupo control. Los pacientes, un total de 34 niños, fueron asignados a los grupos al azar. Se tomaron medidas al inicio, al finalizar la intervención y 3 meses después. Se midió el peso, la altura y el IMC en una báscula electrónica. El porcentaje de grasa se obtuvo de siete pliegues cutáneos para valorar el índice de grasa subcutánea. La fuerza muscular se valoró mediante un dinamómetro y el VO₂ (captación máxima de oxígeno), la deambulación y el coste energético mediante el 6MWT. La intervención era un programa individualizado en casa y supervisado. En el grupo de intervención se pautó ejercicio durante 12 semanas, 2 veces por semana a una intensidad de 66% de FC_{max} (frecuencia cardiaca máxima), aumentando de forma progresiva según la velocidad de marcha de cada paciente, el nivel de fatiga y cuando la FC fuera inferior a 66%. En el control se hicieron recomendaciones sobre actividad física y cuidados. A nivel de resultados, el entrenamiento en cinta rodante tuvo efectos positivos a nivel de la deambulación, el consumo de energía y el VO₂ aumentó, pudiendo indicar una mayor activación muscular. Hubo mayor iniciativa a la hora de realizar AVDs.

Christensen et al. ²⁷ en su investigación sobre el entrenamiento de la marcha en cinta rodante, se propusieron como objetivo valorar los efectos del programa en una paciente con MMC L4-L5 sin deambulación funcional. El tratamiento en cinta rodante estimula la plasticidad neuronal y el aprendizaje motor. Las medidas de resultado fueron tomadas al

inicio del estudio, tras finalizar la intervención y 6 semanas después. Se realizó la prueba de 2MWT (*2 Minutes Walking Test*), que mide la distancia que recorre el paciente en 2 minutos a un ritmo cómodo, utilizada para valorar la velocidad de la marcha y la FC. La movilidad funcional se midió con una versión modificada del TUG, una prueba que se utiliza para evaluar la movilidad funcional de forma ambulatoria, donde el niño tiene que levantarse de un asiento. La capacidad funcional del niño se midió con la escala PEDI (*Pediatric Evaluation of Disability Index*). Valora las habilidades funcionales en niños entre 6 meses y 7,5 años que presentan discapacidad. Evalúa la motricidad, la capacidad social y la asistencia que necesita de un adulto ¹. La fuerza muscular no se tuvo en cuenta por no tener suficiente evidencia a nivel de la dinamometría y de la evaluación manual en pacientes menores de 5 años. El entrenamiento se llevó a cabo durante 8 semanas, 2 sesiones por semana. Para pasar al siguiente nivel de intensidad del entrenamiento, la FC tenía que ser menor al 70% de la FCmax. Al finalizar el programa, hubo cambios positivos a nivel de habilidades ambulatorias tanto en el 2MWT como en el TUG, aunque no obtuvo una mejora significativa en la movilidad funcional.

5.4 Hidrocinesiterapia

Calderón-Porras et al. ¹⁹ es un estudio experimental sobre el concepto Halliwick y la hidrocinesiterapia junto con ejercicios asistidos o resistidos de las extremidades en 20 niños con MMC L3 o inferior. El objetivo es evaluar el programa de tratamiento en el medio acuático en pacientes con MMC. La fuerza muscular fue evaluada mediante la escala manual de fuerza según la *Medical Research Council*. Se midió el ROM en cadera, rodilla y tobillos, se observó la presencia de contracturas musculares y se midió el índice lordótico para detectar hiperlordosis lumbar. El programa estaba dividido en dos fases: en la primera se inició la técnica de Halliwick para conseguir que los niños tuvieran confianza y se adaptaran al medio acuático, se realizó movilizaciones articulares y estiramientos, potenciación muscular, control del equilibrio y ejercicios para corregir la hiperlordosis. La segunda fase se realizó en los últimos dos meses del estudio y se centró en ejercicios de movilidad y fortalecimiento muscular aumentando la carga, trabajo del equilibrio cinético y ejercicios para corregir la hiperlordosis en los niños que la presentaban. El programa constó de 30 sesiones de 40 minutos, 2-3 días a la semana. Tras el tratamiento, la fuerza muscular de los músculos de las EEII y abdominales mejoraron, las contracturas de los flexores de cadera y rodilla fueron menores y el índice lordótico se consiguió disminuir en el 90% de los casos, consiguiendo una mejor postura. Todo esto ayuda a conseguir una mejor postura. Además, la terapia acuática mejora el estado emocional y la habilidad ambulatoria.

Castro- Silva et al. ¹⁷ es un estudio cuasiexperimental, prospectivo acerca del tratamiento de hidrocinesiterapia en 10 pacientes con MMC. Su objetivo es examinar los parámetros de la marcha en pacientes pediátricos con MMC mediante el laboratorio de análisis de movimiento. El programa constaba de 30 sesiones de 30 minutos, 3 veces por semana. El programa contaba con tres etapas: en la primera se ejercitó ejercicios de control respiratorio y de resistencia de EESS e EEII. La segunda fase se centró en trabajar la fuerza de las extremidades, tronco y favorecer el equilibrio y coordinación. Por último, se entrenó la marcha aumentando la complejidad. En relación con el % de fase de apoyo y balanceo no hubo mejoras significativas, incluso en algún paciente empeoró. Respecto al ancho de paso, solo dos pacientes mostraron mejoría, mientras que la velocidad de marcha más de la mitad de los pacientes la mejoraron.

5.5. Entrenamiento neuromuscular

Stark et al. ²⁸ proponen un estudio sobre el uso de la WBV (*Whole Body Vibration*) como tratamiento neuromuscular para tratar a niños con EB. El estudio estaba formado por 70 niños. El programa consta de dos partes, la rehabilitación hospitalaria y 6 meses de entretenimiento de vibraciones a domicilio. Se utiliza una plataforma vibratoria que desencadena reflejos espinales y contracciones musculares de forma involuntaria. Además, las fuerzas que se aplican al cuerpo son muy bajas. La frecuencia de las vibraciones depende según la función que se entrene: propioceptiva, función muscular voluntaria e involuntaria. La terapia funcional en el hospital de 2 a 3 veces por semana formada por entrenamiento de resistencia, en cinta rodante e hidroterapia; por otra parte, las intervenciones de fisioterapia son diarias de una duración de una hora. El entrenamiento de vibraciones en casa se aplica 10 veces por semana, 3 ciclos de 3 minutos. La función motora se evaluó con la GMFM, una escala que evalúa la función motora en niños con parálisis cerebral principalmente. De las cinco dimensiones que evalúa, se tomó la de mantenerse de pie y andar, por ser las más relevantes en pacientes con EB. Los parámetros de la marcha (velocidad, distancia y longitud de paso) se midieron con Gangway system, una pasarela monitorizada que mide la fuerza que se utiliza mientras el niño camina por la plataforma. Al finalizar el programa, se encontró que los parámetros de la marcha fueron mejores, hubo una disminución de las contracciones durante el periodo de ejercicios activo y una mejora significativa de la función motora. El entrenamiento neuromuscular aporta beneficios a nivel mental, ayuda a ganar fuerza muscular y a ser más independiente.

6. DISCUSIÓN

Obtener una buena bipedestación es importante para reeducar la deambulaci3n y lograr un correcto desarrollo acetabular ¹, teniendo en cuenta factores como el nivel y tipo de lesi3n para conseguir los objetivos propuestos. En estos pacientes, la deambulaci3n se adquiere de forma m1s tardía que en los sujetos sanos debido a la lesi3n neurol3gica, los desequilibrios musculares, la inestabilidad de cadera y las complicaciones que presentan. Por ello, es importante reeducar la marcha lo antes posible, siendo la recomendaci3n antes de los 5 ańos ²⁷, ya que es cuando m1s capacidad hay para reeducar el desplazamiento.

En los artículos ^{17,25, 28} se hace referencia a que la **marcha independiente**, ya sea con o sin ayudas para caminar, aporta mayor independencia a los nińos, mayor habilidad para caminar previene el aislamiento social y las complicaciones secundarias por falta de movilidad. Esto en parte se debe a la plasticidad neuronal, ya que reactiva las conexiones neurales y con ello estimular la funcionalidad y el aprendizaje motor ^{23,26}.

Entre todos los estudios seleccionados, ^{17, 19, 23,25-28} se encuentran discrepancias a la hora de elegir un m3todo definitivo para educar la marcha en pacientes con EB. Aunque el **tiempo de intervenci3n** en cada estudio es diferente, variando de 5 semanas y 6 meses, la mayoría de los pacientes que participaron en los estudios obtuvieron mejoras a nivel de los par1metros de la marcha, concretamente hubo un aumento de la distancia recorrida y de la velocidad ^{19, 23,25-28}. Se ha visto que el entrenamiento con ERM ²³ durante 5 semanas mejora la funci3n de la marcha en menor tiempo que el resto de las terapias, siendo la WBV²⁸ la intervenci3n m1s larga de las propuestas. Esto puede deberse a que el trabajo de Arriaga-Rivera et al. ²³ incluy3 a pacientes con MMC por debajo del nivel L3, donde la marcha funcional es posible, ayudada o no de dispositivos para la marcha ^{1, 3,15}, mientras que Stark et al. ²⁸ incluyeron a todo tipo de pacientes sin tener en cuenta donde se localizaba el nivel de la lesi3n. En ambos estudios ^{23,28} la edad media de los nińos oscilaba entre 8 y 9 ańos, sin embargo, el tamańo muestral fue muy dispar en ambos, siendo 5 y 60 respectivamente.

En el caso de la **distribuci3n de las sesiones** (duraci3n, frecuencia y n3mero) se han encontrado diferencias en cuanto a la organizaci3n. En la investigaci3n de Arriaga-Rivera et al. ²³, se estableci3 una intervenci3n basada en 10 sesiones de 30 minutos, durante 2 veces a la semana. Arazpour et al. ²⁵, llevaron a cabo un entrenamiento desarrollado durante 8 semanas con 5 sesiones semanales de 30 minutos cada una. Tanto en el entrenamiento en cinta rodante de Versteeg et al. ²⁶, como en el estudio de Christensen et al. ²⁷, se establecieron 2 sesiones semanales, durante 12 y 8 semanas respectivamente, pero no se detall3 la duraci3n de éstas. Calder3n-Porras et al. ¹⁹ y Castro-Silva et al. ¹⁷ desarrollaron su programa de hidrocinesiterapia en dos y tres fases de entrenamiento respectivamente, con

un total de 30 sesiones, cada una de 40 y 30 minutos respectivamente, realizando de 2 a 3 sesiones por semana. Esta gran discrepancia a la hora de establecer una distribución de las sesiones conlleva a plantearse que sería conveniente establecer un protocolo que tuviera unos criterios comunes para poder realizar tratamientos con criterios propios y así obtener una mayor eficacia en las intervenciones.

A nivel de **sintomatología y nivel de lesión de la EB**, son varias las investigaciones de esta revisión ^{25,26,28}, que no describen los niveles de la lesión medular. Cabe destacar que Arriaga-Rivera et al. en su entrenamiento robótico ²³, Christensen et al. en su trabajo con el tapiz rodante ²⁷ y Castro-Silva en el programa de hidrocinesiterapia ¹⁷ incluyeron a pacientes con nivel de lesión L3 o inferior. En este sentido, los pacientes con nivel lumbar bajo de lesión tienen mayores posibilidades de desarrollar habilidades ambulatorias que los niveles superiores. Esto se debe a que presentan fuerza de nivel 3 o más en los flexores de cadera^{17,23,27}. Es necesario evaluar el nivel de lesión y la sintomatología neurológica en niños con EB, ya que el plan de tratamiento podría ser diferente en cada caso individualizado dependiendo de si tienen una deambulación funcional o no.

En cuanto a las **mediciones de las variables**, Arriaga-Rivera et al. ²³, Versteeg et al.²⁶, Christensen et al. ²⁷, Calderón-Porras et al. ¹⁹ y Stark et al. ²⁸ realizaron evaluaciones al inicio y fin de los tratamientos, sin embargo, las variables medidas fueron diferentes. Cabe destacar que las investigaciones ²⁶⁻²⁸ efectuaron valoraciones a largo plazo. La metodología de estos estudios tiene mayor fundamento debido a que estudian el efecto de las diferentes intervenciones tras la finalización de los tratamientos. Versteeg et al. ²⁶ y Christensen et al.²⁷ obtuvieron mejoras en la distancia recorrida y velocidad a los 3 y 6 meses respectivamente. Por último, los resultados obtenidos a nivel de movilidad y marcha en el estudio de Stark et al. ²⁸ no se conservaron a los 6 meses, sino que solo fueron superiores durante el periodo de entrenamiento activo. Se sugiere que es posible mantener los efectos ganados si se trabaja de forma intensa y activa. Se necesita más evidencia científica que valore los hallazgos al inicio, durante y tras finalizar los tratamientos para ver si la rehabilitación fisioterapéutica es eficaz a la hora de tratar a estos pacientes y si mantienen la mejoría referente a los parámetros medidos.

En relación con el análisis del **ROM**, solo se cuantificó en tres estudios. Arriaga-Rivera et al. ²³ utilizaron el goniómetro para valorar la movilidad en las articulaciones de EEII (cadera, rodilla y tobillos). Arazpour et al. ²⁵ solo valoraron el ROM de la cadera en el laboratorio de la marcha. Calderón-Porras et al. ¹⁹ aseguran haber medido los arcos de movilidad en EEII, pero no explican el método escogido.

Al no haberse realizado una valoración de la movilidad en todos los estudios seleccionados para la revisión, ni haber utilizado un mismo mecanismo para la medición, no se puede conocer la evolución de los pacientes. Sería adecuado instaurar un único método de medición del ROM para poder tener mayor respaldo científico acerca de los resultados obtenidos en las distintas terapias.

En cuanto a la **función musculoesquelética**, solo Castro-Silva et al. ¹⁹, Arriaga-Rivera et al. ²³ y Versteeg et al. ²⁶ la cuantificaron. En este sentido, se observó un incremento de la fuerza muscular preservada de MMII mediante el uso de ERM ²³ medido con la escala *Ashworth* modificada y con la hidrocinesiterapia y el método Halliwick ¹⁹, evaluada por la *Medical Research Council*. Estudios apoyan el hecho de que mantener una buena actividad muscular podría ayudar a reactivar los circuitos neuromotores ²⁸. Se encuentra limitación a nivel de la valoración muscular en el resto los estudios analizados ^{17,25,27,28} ya que no la han cuantificado ni tenido en cuenta. Es idóneo establecer un único método de valoración de la fuerza con el fin de comprobar la presencia o no de debilidad muscular, contracturas y poder establecer un plan de tratamiento adecuado.

Son varios los estudios ^{23,27,28} que analizan la **función motora**. Arriaga-Rivera et al.²³ mostraron un efecto positivo a nivel de la funcionalidad, valorada mediante las escalas FIM y SCIM III, al estimular la plasticidad neuronal. Christensen et al. ²⁷ utilizaron el cuestionario PEDI para evaluar las habilidades funcionales a nivel de la movilidad, sin embargo, no hubo grandes cambios significativos, ya que la paciente mostraba retrasos a la hora de desplazarse comparado con sujetos sanos. En el estudio de Stark et al. ²⁸, solo se encontró mejoras en las dimensiones de mantenerse de pie y deambulación, medidas con GMFM. Varios estudios ^{26,27} afirman que los pacientes con EB presentan un retraso en el desarrollo motor, afectándose la capacidad para iniciar la bipedestación y deambulación, ya que se suele adquirir de forma más tardía que el resto de los niños, aunque depende mucho de donde se encuentre el nivel de lesión. Se observa que las escalas de evaluación son muy diferentes, lo que supone que la interpretación de los resultados debe ser específica de cada escala. Esto conlleva a no poder establecer unos criterios homogéneos.

A nivel de la evaluación de **los parámetros de la marcha**, no hay una homogeneidad en las mediciones realizadas de los parámetros de la marcha, por lo que es difícil establecer criterios comunes. El tratamiento de hidrocinesiterapia y Halliwick ¹⁹ fue el único que no valoró las medidas de la marcha. Varios estudios ^{23,26} utilizaron el 6MWT para evaluar la distancia recorrida de los pacientes. Christensen et al. ²⁷ optó por medir la distancia recorrida por la paciente con el 2MWT, debido a que presentaba limitaciones para completar el 6MWT.

Arazpour et al. ²⁵ y Castro-Silva et al. ¹⁷ midieron las variables de la marcha (velocidad, ancho de paso y cadencia; velocidad, ancho de paso y porcentaje de fase de soporte y balanceo) en un laboratorio de análisis de movimiento de la marcha. El estudio de Stark et al. ²⁸ midieron la velocidad de la marcha y la relación del ancho de paso con la distancia con Gangway system, un dispositivo de plataformas que recoge los parámetros y fuerzas al caminar. Todo esto sugiere que no hay un acuerdo sobre que parámetros evaluar en los estudios, debido a la gran variabilidad que existe. Se debería plantear un acuerdo sobre las variables deambulatorias más significativas para poder establecer un entrenamiento eficaz.

6.1 Limitaciones de los estudios

Son varias las limitaciones que se han encontrado al realizar esta revisión narrativa. En el estudio de ²⁷ se planteó el protocolo de actuación con solo un paciente. En el resto de los casos ^{17,19,23,25,26,28}, el tamaño de la muestra utilizado fue muy pequeño y heterogéneo respecto al nivel de lesión, número de pacientes y problemas asociados. Por otra parte, solo se ha encontrado un estudio controlado aleatorizado ²⁶. Este tipo de estudio se encuentra en lo alto de la pirámide de investigación científica. Se necesita mayor investigación para cuantificar la eficiencia de las intervenciones estudiadas.

En esta línea, solo se ha encontrado un artículo ²³ que compare el tratamiento a valorar, en este caso el ERM, con terapias convencionales. Se observó que el entrenamiento robótico aporta más beneficios a nivel de la marcha, además de estimular la plasticidad en pacientes con EB.

A nivel de los aspectos psicosociales de estos niños, se debería tener en cuenta el estado emocional de los pacientes. Solo Calderón-Porras et al. ¹⁷ utilizó la técnica Halliwick, que ayuda a que los niños tengan mayor confianza, trabajen en equipo y se adapten mejor al medio, con el fin de conseguir que se integren mejor en la sociedad. La restricción social y escolar que presentan estos niños les limita a la hora de desplazarse, ser más independientes y realizar AVDs. Es importante la motivación y el apoyo familiar para evitar perder el interés en la rehabilitación.

7. CONCLUSIONES

Tras realizar este trabajo, y a pesar de la poca investigación encontrada del tema, se concluye que:

1. La efectividad de la fisioterapia en la EB aporta mayores beneficios si el tratamiento se aborda de forma multidisciplinar y se inicia de forma temprana hasta finalizar el crecimiento.
2. El tratamiento fisioterapéutico centrado en la marcha de los pacientes con EB favorece el desarrollo motor, aporta mayor autonomía en las AVDs y mejora la calidad de vida de los pacientes.
3. El entrenamiento en cinta rodante, el entrenamiento robótico, la hidroterapia, el entrenamiento neuromuscular, las órtesis y dispositivos de la marcha son útiles para mejorar las complicaciones que presentan los pacientes pediátricos con EB.
4. Aún no se ha demostrado cual es el mejor abordaje terapéutico según el nivel de lesión, edad del paciente y problemas asociados.
5. Los beneficios conseguidos con las diferentes terapias deberían ser estudiados a largo plazo para comprobar la eficacia de los diferentes abordajes.
6. Se necesita más evidencia científica sobre fisioterapia en el ámbito de la marcha en pacientes con EB para lograr conseguir que sean lo más independientes posibles.
7. El estado emocional y la socialización se deberían tener más en cuenta a la hora de trabajar con niños, para conseguir mayor adherencia y atención durante la rehabilitación. Es importante fomentar las relaciones con otros niños mediante actividades lúdicas y deportivas y conseguir confianza en ellos mismos.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Fagoaga J. Espina bífida (Mielodisplasia) En: Macias L, Fagoaga J. Fisioterapia en pediatría. 2ª ed. Madrid: Médica Panamericana.2018 p:227- 252.
2. Pérez JM, Martos E. Espina bífida En: Manual de Fisioterapia módulo II. Neurología, pediatría y fisioterapia respiratoria. 1ª ed. Sevilla: Mad;2004 p: 333-344.
3. Esclarín A, Arroyo M.O. Órtesis funcionales en niños con mielomeningocele. En: Espinosa J, Arroyo Mª O, Martín P, Ruiz D, Morena JA Guía Esencial de Rehabilitación Infantil. 1ª ed. Madrid: Médica Panamericana.2010. p: 255-261
4. Federación Española de Espina Bífida e Hidrocefalia [Internet].2006. Disponible en: <http://www.febhi.org>
5. Otárola BD, Rostion A CG. Desarrollo embrionario y defectos del cierre del tubo neural. Rev Ped Elec.2007;4:34-43.
- 6.Yanes-Calderón M, Mesa-Suárez M, Marrero-Escobedo D. Defecto del tubo neural. Rev Cuba Obstet y Ginecol.2017;43(1):1-7.
- 7.Asociación madrileña de Espina Bífida [Internet].2006. Disponible en: <https://ameb.es/>
8. Aparicio JM. Espina bífida. AEPED [Internet].2008;(18):129-34. Disponible en: <https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/18-espina.pdf>
9. Mejias-Quintero ME, Salem Salem H. Defecto amplio del tubo neural. A propósito de un caso. Rev Perú Ginecol Obstet.2017;63(4):635-39.
10. López E, Oreja E. Espina bífida. En: Esclarín A. Lesión medular. Enfoque multidisciplinario. 1ª ed. Madrid. Médica Panamericana.2012. p: 95- 105
11. FEBHI. La espina bífida y la infancia. Manual de ayuda y servicios para la mejora de la calidad de vida de los niños y niñas afectados de EBH. [Internet].2009. p:1-37. Disponible en: http://sid.usal.es/idocs/F8/FDO22864/espina_bifida_infancia.pdf
- 12.Bravo C, Sánchez J.S, Román M, Ruiz J, Delgado A.D. Camina de puntillas. En: Ruiz J, Castillo Mª D, Delgado AD. Ortopedia infantil práctica para pediatras. 1º ed. Madrid. Médica Panamericana.2017. p:117- 119
13. González A, García Mª. Ácido fólico y defectos del tubo neural en atención primaria. Madrid. Medifam.2003; 13(2):305-310.
14. Espina bífida. National Institute of Neurological Disorders and Stroke. [Internet].2006. Disponible en: https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/espina_bifida.htm

15. Calbo A, Vergara A. Fisioterapia. Guía de Atención Integral para personas con Espina Bífida. AEBHA. [Internet]. 2009. p: 19-96. Disponible en: <http://aebha.org/wp-content/uploads/2016/04/GU%C3%8DA-ESPINA-B%C3%8DFIDA-COMPLETA.pdf>
16. Özaras N. Spina Bifida and Rehabilitation. *Türk J Phys Med Rehab.*2015;61(1):65–9.
17. Castro-Silva F, Hernández L, Velázquez-Martínez E. Análisis de la marcha en pacientes con mielomeningocele lumbar bajo sometidos a un programa de hidrocinesiterapia. *Rev Sanid Milit Mex.*2014;68(2):92-6.
18. Fragala- Pinkham M, Haley SM, O´neil ME. Group aquatic aerobic exercise for children with disabilities. *Dev. Med Child Neurolo.*2008;50(11):822-27.
19. Calderón-Porras SE, Mancilla-Ramírez A, Rolón-Lacarriere OG. Eficacia del programa acuático con técnicas de hidrocinesiterapia y Halliwick en niños con mielomeningocele con nivel funcional motor L3 o inferior. *Rev Mex Neurocienc.*2012;13(2):86–92.
20. Oliveira A, Jácome C, Marques A. Physical fitness and exercise training on individuals with spina bifida: A systematic review. *Res Dev Disabil.*2014;35(5):1119–36.
21. Arcas M, Gálvez D, León J, Paniagua S, Pellicer M. Espina Bífida. En: Tratamiento Fisioterápico en Pediatría. 1ª ed. Sevilla: Mad;2006. p:41-53.
22. Bisbe M, Santoyo C, Segarra V.T. Déficit motores: criterios de actuación en la reeducación funcional de las extremidades inferiores. Marcha normal y alterada: procedimientos para la reeducación funcional En: Fisioterapia en Neurología. Procedimientos para restablecer la capacidad funcional. 1ª Ed. Madrid. Editorial Médica Panamericana.2012. p: 123- 148.
23. Arriaga-Rivera J, Alejo-González MP, López-Herrera AG, Arizmendi-Gallardo I, Pineda-Rojas A, Quiñones-Campos HA, et al. Impacto de un entrenamiento robótico de la marcha en pacientes con mielomeningocele. *Acta Pediatr Esp.*2015; 73(10):259–264.
24. Rincón E. Análisis descriptivo sobre la valoración de la situación de dependencia en personas con lesión medular. *TOG* [Internet].2013;10(17): 1-34. Disponible en: <http://www.revistatog.com/num17/pdfs/original3.pdf>
25. Arazpour M, Soleimani F, Sajedi F, Vameghi R, Bani MA, Gharib M, et al. Effect of orthotic gait training with isocentric reciprocating gait orthosis on walking in children with myelomeningocele. *Top Spinal Cord Inj Rehabil.*2015;23(2):147–54.

26. Versteeg C, van Brussel M, Takken T, Vanhees L, Schoenmakers M, de Groot JF, et al. Randomized controlled study of home-based treadmill training for ambulatory children with spina bifida. *Neurorehabil Neural Repair*.2011;25(7):597–606.
27. Christensen C, Lowes LP. Treadmill training for a child with spina bifida without functional ambulation. *Pediatr Phys Ther*.2014;26(2):265–73.
28. Stark C, Hoyer-Kuhn HK, Semler O, Hoebing L, Duran I, Cremer R, et al. Neuromuscular training based on whole body vibration in children with spina bifida: a retrospective analysis of a new physiotherapy treatment program. *Childs Nerv Syst*.2015;31(2):301–9.