

Intervenciones con Agentes Electrofísicos en Niños y Adolescentes con Distrofias Musculares: Una Revisión Sistemática

RESUMEN

Propósito: Determinar los efectos de los agentes electrofísicos (AEF) en niños y adolescentes con distrofias musculares (DMs).

Métodos: Se realizó una revisión sistemática utilizando las bases de datos de: EMBASE, PEDro, MEDLINE, Cochrane, Scopus y Web of Science. Fueron incluidos estudios clínicos controlados, observacionales o revisiones sistemáticas, en inglés, español o portugués, del uso de AEF en niños y adolescentes con DMs; la selección de estudios se realizó por pares de autores independientemente, los conflictos fueron resueltos por un tercer revisor; se evaluó la calidad de cada estudio.

Resultados: de 1803 artículos encantados, 4 cumplieron los criterios de inclusión, se agregó otro por cruce de referencias; la estimulación eléctrica muscular y la hidroterapia fueron los únicos AEF encontrados.

Conclusiones: Existe poca evidencia y de baja calidad a favor de la electroterapia y la hidroterapia como complemento para algunos desenlaces clínicos de las DMs, no se pueden hacer consenso de recomendaciones.

Palabras clave: hidroterapia, modalidades de fisioterapia, fisioterapia, terapia por estimulación eléctrica, distrofias musculares.

INTRODUCCIÓN

Las distrofias musculares (DMS) son un grupo de trastornos clínicos, genéticos y bioquímicos que comparten características clínicas de manera heterogénea; la más frecuente es la distrofia muscular de Duchenne (DMD), que afecta a uno de cada 3.500 niños nacidos.^{1,2}

Las distrofias musculares se caracterizan por debilidad y degeneración progresiva de los músculos esqueléticos usados durante el movimiento voluntario. Estos trastornos varían de acuerdo con la edad del diagnóstico, gravedad y patrón de músculos afectados. La mayoría de los pacientes finalmente pierden la independencia, asociada a la capacidad de caminar, sentarse e incluso respirar; este proceso se suele presentar en conjunto con dolores, inflamación y cambios histológicos.³

La fisioterapia se considera eje del tratamiento y es responsable de buscar mantener la funcionalidad, la fuerza muscular, la capacidad respiratoria, evitar contracturas, deformidades y ayuda en el manejo del dolor; dentro de las herramientas fisioterapéuticas de múltiples afecciones están los AEF.⁴⁻⁶ Estos han sido ampliamente utilizados^{7,8} en diferentes condiciones articulares, musculares, neurológicas, dolor y recuperación funcional, mostrando efectos de diferentes magnitudes, con respuestas controversiales.

Se ha aplicado electroestimulación (EE) en niños con parálisis cerebral (PC), para aumentar la fuerza y el rango de movimiento, reducir la espasticidad y mejorar el rendimiento de actividades^{9,10}. Sin embargo, las formas de estimulación eléctrica son muy variadas y no se han descrito los parámetros ideales.

Otros AEF como la crioterapia se asocia al control del dolor y de la inflamación postraumática¹¹ por su parte la aplicación terapéutica del calor, suele mejorar el rango de la movilidad articular, reducción del dolor y en procesos inflamatorios crónicos; así mismo existen diferentes estrategias terapéuticas que aprovechan las ondas de choque, el campo electromagnético, las corrientes y la luz.¹² Sin embargo sus posibles efectos suelen ser inespecíficos y no se tiene claridad de la mejor prescripción o uso, siendo menos estudiada en pacientes pediátricos con distrofia muscular.

Por tal motivo, este estudio tiene el propósito de revisar sistemáticamente, la literatura sobre aplicación, prescripción y efectos de los de agentes físicos, térmicos, mecánicos y eléctricos en las respuestas de fuerza, dolor, inflamación o funcionalidad en pacientes con distrofia muscular.

MÉTODOS

El protocolo para esta revisión sistemática fue registrado prospectivamente en PROSPERO con el código CRD42020178741 disponible en : https://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/display_record.php?RecordID=178741

Estrategia de búsqueda

Una bibliotecaria con experiencia y entrenamiento en conducir revisiones sistemáticas fue consultada para la estrategia de búsqueda adecuada; un grupo de fisioterapeutas investigadores condujeron la estrategia de búsqueda entre enero y marzo de 2020 en las bases de datos electrónicas de EMBASE, MEDLINE, Cochrane, Scopus Web of Science

y PEDro, sin límite de tiempo de publicación. Se utilizaron palabras relacionadas con distrofias y agentes electro físicos (térmicos, eléctricos, y mecánicos). Ver el apéndice disponible en Contenido Digital Suplementario

Criterios de selección

Para la selección de los artículos se incluyeron estudios observacionales clínicos controlados o revisiones sistemáticas en idioma inglés, español y portugués, que utilizaran los agentes electrofísicos (AEF) en pediatría, definida esta población según el rango de edad establecido por cada autor, con diagnósticos de distrofias musculares, en donde el uso de los agentes físicos fuera como tratamiento único o complementario a otras técnicas y cuyos resultados fueran en términos de la función (incluyendo, pero no limitado a marcha, alcances, deficiencias, longitud muscular, fuerza muscular, arco de movimiento articular, dolor, cambios fisiológicos estructurales) o en la calidad de vida relacionada con la salud.

Los estudios duplicados fueron eliminados y el screening se realizó por pares de autores de forma independiente y cuyos conflictos fueron resueltos por un tercer revisor; esto, se realizó tanto para títulos como para los resúmenes. Una vez se logró dirimir la inclusión de artículos por criterios de selección, estos fueron llevados a lectura de texto completo, a partir de la cual, se pudieron extraer las características de los artículos (Tabla 2), así como las variables de interés para la revisión sistemática (Tabla 1).

Evaluación de la calidad

La evaluación de la calidad de todos los artículos elegibles fue desarrollada aplicando la escala PEDro para estudios clínicos controlados, la STROBE para los observacionales y PRISMA para las revisiones sistemáticas; dos investigadores de manera independiente calificaron la calidad de la evidencia de los artículos incluidos.

Extracción de datos

Para el análisis de la calidad de los estudios y para los resultados descriptivos, los datos, fueron registrados en Microsoft Excel. Estos, incluían información de tipo de estudio, fuentes de información, muestra, edad, sexo, distrofia estudiada, definición de la distrofia, forma de diagnóstico, AEF estudiado, parámetros de aplicación, zona del cuerpo tratada, número de sesiones, semanas y/o seguimiento, comparación, desenlaces estudiados, resultados, pérdida de seguimiento, eventos adversos y calidad.

RESULTADOS

Flujograma e inclusión de artículos

La estrategia de búsqueda identificó 1802 estudios los cuales fueron revisados por título; una vez aplicados los criterios de selección, fueron retirados de la revisión 1496; posteriormente, 306 ingresaron para lectura de resúmenes; al finalizar la lectura de estos, se consideraron 162 que potencialmente cumplían con los criterios de selección, que

fueron analizados para la lectura de texto completo. Una vez eliminados los textos que no cumplieron los criterios y aplicada la evaluación de criterios de calidad, fueron incluidos para la revisión cuatro estudios; posteriormente se realizó una búsqueda cruzada ingresando un artículo más de la base de datos Medline (PubMed). Este análisis incluyó cinco estudios para la revisión sistemática. (Figura 1).

(Figura 1).

Características de los estudios

Los artículos incluidos se publicaron entre los años 1990 y 2017. Un resumen de las principales características se encuentra en la tabla 1. Todos los artículos trataron de estudios clínicos; uno de los 5 artículos investigó los efectos de la hidroterapia y los cuatro restantes utilizaron estrategias de electroterapia con fines de fortalecimiento.

Todos los artículos fueron realizados en Europa; el tamaño de muestra total de los estudios incluidos fue de 47 participantes para Distrofia Muscular de Duchenne (DMD), 8 para Becker (DMB), 3 con distrofia de cinturas (DMC) y 1 con distrofia fasioescapulohumeral (FSH); solo un estudio referenció asignación al azar. Las edades de los participantes en los estudios, oscilaba entre los 6 y los 21 años; solo se encontró una participante de sexo femenino de 14 años, con distrofia de cinturas; solo un estudio incluyó 2 participantes mayores de 18 años (1 participante de 20 años y otro de 21 años).

Los cuatro estudios de electroterapia utilizaron como control, la pierna contralateral. Los parámetros de medida más utilizados fueron, medición del torque de fuerza por contracción voluntaria máxima (CVM), índice de fatiga, y la escala North Star Ambulatory Assessment (NSAA).

Calidad metodológica

Los estudios fueron evaluados con la escala PEDro, que consta de 11 ítems; el primero de ellos, no tiene valor para el score total. Se asignó la calificación si (S), si cumplía claramente con el ítem, de lo contrario la calificación fue no (N); el puntaje se asigna según el número de ítems marcados como "S"; la media fue de 4.2 (rango entre 3 - 6) (Tabla 2). Solo un estudio fue aleatorio e incluyó comparaciones de la principal estrategia de intervención entre el tratamiento y el control; en los demás estudios, las comparaciones fueron realizadas con respecto a los valores de las piernas no estimuladas y en una ocasión también se comparó con valores de referencia de niños sin distrofia¹³; ninguno de los estudios realizó cegamiento de sujetos participantes, terapeutas o evaluadores; todos reportaron medidas de variabilidad en al menos alguna de las variables desenlace.

Tabla 2

Debido a la insuficiencia de los datos, no fue posible completar el análisis en cada una de las condiciones y características de los agentes físicos lo que limitó la estimación del metaanálisis.

Electroterapia en distrofias musculares

La revisión encontró 4 estudios¹³⁻¹⁶ con calificación de 4/10 en la escala PEDro donde aplicaron electroestimulación muscular a niños con diagnóstico de DMD (n=39) , DMB (n=8) DMC (n=3) y FSH (n=1) ; la electroestimulación se realizó con corrientes de baja frecuencia, solo un estudio especificó el tipo de corriente¹³ (corriente bifásica asimétrica), con duración de pulso 290 us con intensidad del 6% de la CVM con una frecuencia de 8Hz durante 1.5 segundos, seguido de un periodo de descanso de 1.5 segundos durante 3 horas, 6 días a la semana.

Dos estudios de un mismo autor^{14,15} realizaron el mismo protocolo de EE del tibial anterior (TA) del miembro inferior derecho, donde el contralateral fue referenciado como control. Se aplicó estimulación eléctrica de baja frecuencia de manera cíclica con 6 segundos de estimulación y 6 de pausa, frecuencia de pulso de 8Hz y ancho de pulso fue de 0.2 ms sumado con amplitud de hasta 100 V. Se estimularon los pacientes durante 1 hora 2 veces al día, en un periodo de tiempo variable entre 3 y 9 meses. En ambos estudios hubo ganancia significativa del torque de en la CVM en el lado estimulado de 17.1%¹⁵ y 23.58% (calculado entre los que recibieron estimulación durante 9 meses) reportados como diferencia significativa con respecto al lado no estimulado ($p < 0.01$).¹⁴

Otro estudio de Zupan et al¹⁶, utilizó el protocolo similar, pero se observó la respuesta del torque de CVM al inicio, al finalizar la estimulación y hasta 15-16 meses después de finalizado el tratamiento, aplicando dos frecuencias diferentes, una de 8 Hz a 6 participantes y de 20 Hz a otros 4 participantes, una hora al día por 2 o 3 meses. Los autores documentaron que, al final del tratamiento hubo un aumento del 24.9% del torque de la CVM en el músculo estimulado y de 8.2% del control; en la tercera medición que se realizó entre los 15 y 16 meses después de finalizado el tratamiento, se encontró que,

en la extremidad estimulada a 8Hz, la disminución promedio del torque de la CVM fue de 11.99% y la no estimulada (control) la reducción fue de 21.25%.

Eventos adversos y dificultades reportadas: se describen eventos menores como la aparición de erupciones cutáneas en la zona de los electrodos en uno de los niños estimulados, dificultad para estimulación selectiva del TA, y una pérdida mayor del torque de CVM en 2 niños que utilizaron frecuencias de 20Hz en comparación con la pierna control.

Hidroterapia en distrofias musculares

Un solo estudio¹⁷ de tipo controlado aleatorizado fue encontrado por esta RS; en este estudio, declarado como piloto, se aplicó hidroterapia a 8 niños con DMD, 2 veces en 4 sesiones de ejercicio en tierra, previamente explicado y ejecutado por los padres o fisioterapeutas comunitarios por semana. En la piscina se aplicaron ejercicios funcionales y de flexibilidad según el manual NIHR, durante 30 minutos, con una temperatura entre 34 a 36°C; esto se comparó con ejercicios en tierra. Este protocolo se siguió máximo por 26 semanas. El principal hallazgo clínico fue la reducción de 5,5 ($\pm 7,8$) puntos en el grupo control y de 2,8 ($\pm 4,1$) en el grupo intervención en la escala NSAA, mostrando una diferencia de 2.8 (IC95% -11; 58); se identifica una posible desaceleración de la magnitud de la progresión de la enfermedad, al incluir en este grupo de niños la hidroterapia.

Eventos Adversos y dificultades reportadas: de los 15 eventos reportados en el estudio incluido, solo 1 fue asociado a la hidroterapia, siendo éste, dolor muscular de aparición tardía, que fue de baja gravedad y no interrumpió la intervención, dentro de las

dificultades se encontró las asociadas a la asistencia y desplazamiento de los participantes a la piscina.

DISCUSIÓN

Esta investigación pretendió recopilar datos específicos sobre el uso de los AEF en población pediátrica diagnosticada con DMs; se identificó escasez de evidencia científica, encontrando solo estudios de electroestimulación muscular (EE) e hidroterapia; las edades de los participantes de los estudios incluidos abarcaban entre los 2 y 21 años, lo que demuestra que existe un rango de edades muy diverso para clasificar a un paciente como pediátrico, adicionalmente no fue posible identificar parámetros de referencia para el uso de los AEF.

De los cinco estudios incluidos, uno realizó comparativo con grupo control¹⁷, y todos fueron con poca muestra, lo que, sumado a la pobre calidad metodológica, llevó a que obtuvieron baja puntuación con la escala PEDro.

En cuanto a la electroterapia en DMs, los estudios de EE encontrados, identificaron aumentos hasta el 24.9% del torque en la CVM, así mismo se presenta una menor pérdida de torque en los músculos estimulados con frecuencias de 8Hz, que los que recibieron mayores frecuencias o los no estimulados, después de un año y medio de la EE, retrasando la progresión de la debilidad muscular. Las intervenciones reportadas por los autores indican el uso “pasivo” de la corriente; aunque la electroterapia se puede utilizar por sí sola, varios estudios en diferentes poblaciones y patologías han encontrado que el uso combinado de EE con ejercicio, tiene mejores efectos que la EE per se o el ejercicio mismo,^{9,10,18-21} por lo que se sugieren estrategias de fortalecimiento combinado, siguiendo parámetros de baja a moderada intensidad de ejercicio terapéutico²² y EE.

El efecto benéfico asociado a la EE en esta revisión, se encontró en la aplicación de corriente bifásica con frecuencias de 8 Hz, con la posible hipótesis, de una inhibición del proceso degenerativo de la fibra muscular, y la transformación de fibras rápidas en lentas, promoviendo la maduración de las fibras musculares. Pero este efecto parece ser transitorio, e incluso una inadecuada estimulación caracterizada por agotamiento o cargas excesivas después de un tiempo, puede promover la degeneración acelerada de la fibra muscular.^{13,16} A pesar de esto, Kiliñç et al²³ aplicaron una corriente de alto voltaje (pulso monofásico bi-gemelar) en adultos con DMC a 50Hz con 200 us de duración de pulso e intensidad hasta el nivel motor, durante 10 minutos, 3 veces a la semana por 8 semanas, al músculo cuádriceps y deltoides, encontrando aumento significativo de la fuerza en ambos músculos, siendo mayor el efecto en el miembro superior con la EE que el grupo de ejercicio terapéutico solo.

Los resultados de Scoot et al¹³ y Zupan et al¹⁴⁻¹⁶ van en concordancia con los hallazgos de Kiliñç et al²³ demostrando en todos los casos respuestas a favor de la EE en pacientes con distrofias; llama la atención el uso de diferentes corrientes y parámetros, que aunque fueron aplicadas a personas con distrofias, Kiliñç et al²³ lo hizo en adultos con DMC, todos tenían una presentación leve de la enfermedad; en consonancia, los efectos positivos encontrados por Zupan^{14,16} fueron mejores en niños menores y los menos afectados, lo que indica que posiblemente la EE tenga más utilidad durante etapas tempranas o manifestaciones leves de DMs. A pesar de esto, aún hace falta consenso para la recomendación específica de los parámetros y tipos de corrientes óptimas para la EE.

Para prescribir la EE muscular, se debe ajustar la intensidad hasta nivel de la contracción visible entre el 10% o 15% de la CVM o al máximo tolerable dependiendo de la población estudiada;^{24,25} esta definición puede ser muy amplia y algunas veces no es bien abordada en los estudios, además conseguir este nivel de intensidad se suele asociar con dolor o malestar,²⁵ siendo un problema mayor en población pediátrica; no obstante, sólo 1 niño menor de dos años, de los 59 participantes incluidos en los estudios de EE de esta revisión, rechazó el tratamiento con corrientes, el resto no presentaron dificultades para aceptarla, solo se reportó sensación de calor en el segmento estimulado, efecto atribuido al aumento del flujo sanguíneo y consecuente beneficio al metabolismo muscular,¹⁶ aspectos soportados en investigaciones en diferentes músculos esqueléticos de mamíferos, que cuando son estimulados con corrientes de baja frecuencia pueden generar un aumento marcado de la actividad enzimática oxidativa y descenso de la actividad glucolítica.²⁶

Con las investigaciones disponibles, no es posible estandarizar parámetros de EE para intervención en DMs, los hallazgos hacen pensar, que la búsqueda para establecer el tipo de corriente y dosificaciones ideales, implican una construcción más elaborada, de tal forma que permitan adaptar de manera específica los parámetros según cada DM, la progresión de la enfermedad, el grado de severidad y el músculo estimulado, e incluso se sugiere estudiar estrategias de EE que generan contracciones más toleradas con diversos tipos de corrientes o diferentes formas de aplicación, incluyendo estimulación del músculo, del nervio o ambos (iNMES).^{25,27}

Por otra parte, en esta revisión sistemática sólo 1 de los 5 artículos, aplicó la hidroterapia como intervención fisioterapéutica en niños con distrofias; en otros estudios^{28,29} se

resalta que los objetivos de intervención a través del agua en esta patología son mantener o mejorar la fuerza muscular, conseguir mejoras a nivel motor, psíquico y social, prevenir la discapacidad, el dolor, las complicaciones secundarias, la aparición de contracturas, y mejorar la capacidad funcional; se sugiere que los niños con DMD pueden beneficiarse de la hidroterapia, ya que ésta puede producir una disminución del dolor, aumentar el rango de movimiento, la función física y mejora la calidad de vida.³⁰ Este entorno además les permite experimentar nuevas habilidades y posturas, así como mantener la forma sin que se lleguen a producir daños en sus articulaciones;³¹ el mantenimiento de las posiciones esta facilitado por la fuerza de empuje contraria a la gravedad, dando lugar a un alineamiento de la columna vertebral, cintura escapular y pelvis. Los efectos como la presión hidrostática, la posición vertical y la profundidad ayudan a la mejora de la circulación sanguínea. Becker et al³² reporta que los beneficios obtenidos de la terapia acuática son iguales o superiores a actividades como caminar y correr. Además, el uso de agua caliente permite a los niños con DMD realizar estiramientos, ejercicios y actividades que les resulta difícil o imposible de hacer en tierra al mismo tiempo que alivia el dolor.^{17,33}

La hidroterapia puede ser útil para el manejo de pacientes con insuficiencia neuromuscular del aparato respiratorio;³² la presión hidrostática aumenta el trabajo inspiratorio debido a la compresión que ejerce sobre la caja torácica y el aumento de volumen sanguíneo que produce a nivel central. La compresión que ejerce sobre la región abdominal eleva el centro frénico, aumentando la presión intratorácica. El trabajo respiratorio aumenta en un 65%, por lo que se debe de tomar precauciones con aquellos

pacientes que tengan una capacidad vital por debajo de los 1.500ml. En el Sistema cardiovascular la presión hidrostática incrementa el retorno venoso y linfático, reduciendo los edemas existentes³⁴.

Según Almeida et al.³⁵ se producen ciertas alteraciones en los parámetros respiratorios durante la inmersión en estos pacientes, por lo que es realmente importante la evaluación de estos parámetros antes de la programación del tratamiento de hidroterapia. Aun así, si se combina la terapia acuática con una baja/moderada actividad física no se produce una sobrecarga física en estos niños, por lo que suele ser útil no solo a nivel motor sino también en el tratamiento de insuficiencias respiratorias neuromusculares.^{32,36}

La terapia acuática ha resultado ser beneficiosa en pacientes con problemas de tipo musculoesquelético, neurológicos, cardiopulmonares y otras condiciones, debido a que la inmersión tiene amplios efectos biológicos, de los cuales el fisioterapeuta puede beneficiarse para realizar un plan de tratamiento óptimo, realizando las actividades apropiadas, con la temperatura y duración adecuados para cada paciente.^{32,37,38}

A nivel psicológico la hidroterapia permite desempeñar actividad física cambiando la rutina a la que se ven sometidos los pacientes con DMD. La libertad de movimientos que experimentan contribuye a mejorar su autoestima y nivel de confianza. El que sean capaces de realizar actividades que les resulta imposible en el medio terrestre (como por ejemplo realizar marcha de manera independiente), supone un gran cambio para ellos, además del ambiente de juego que caracteriza a las técnicas realizadas en el agua. Cabe resaltar que los pacientes con distrofia de Duchenne, deben tener un programa de hidroterapia que favorezca la conservación de la energía porque en estos pacientes es importante prevenir la aparición de la fatiga muscular.³⁴

En personas con DMs, es común encontrar retracciones musculares que afectan la movilidad y desempeño funcional;³⁹⁻⁴¹ en esta revisión no se encontró aplicación de AEF con potencial para mejorar la flexibilidad, tales como la termoterapia, a la que se le atribuye disminución de la rigidez y viscosidad, aumentando la extensibilidad del tejido conectivo, disminución de la rigidez articular, efecto analgésico y espasmolítico, así como aumento de la nutrición tisular, que contribuye positivamente a los fenómenos de cicatrización y reparación tisular;⁴² por esto se plantea el uso de la termoterapia como coadyuvante en el manejo por fisioterapia, como lo plantea Lee et al.⁴³ que al aplicar paquete caliente durante 20 minutos, previo a la realización de estiramientos sostenidos, en niños con discapacidad intelectual e hipertonía, encontró aumento significativo de la flexibilidad de los isquiotibiales.

La presencia de dolor en pacientes de todas las edades con DMs ha sido ampliamente reportada,⁴⁴⁻⁴⁸ siendo un síntoma importante experimentado hasta por el 87.7% de los pacientes, que, además que puede ser crónico, se asocia a peores niveles de calidad de vida en la adultez,^{45,49} por ende, su manejo debe ser contemplado desde fisioterapia;^{48,50} se han demostrado efectos a favor del uso de AEF como la electroterapia o la termoterapia en diversas condiciones dolorosas,⁵¹⁻⁵⁵ a pesar de esto, no fue posible encontrar estrategias de intervención con AEF y su verdadero impacto en el dolor en niños con DMs.

En la presente revisión, se encuentran limitaciones dadas por la pobre calidad metodológica y poca población de los estudios incluidos, lo que impide la realización del meta-análisis; además, en electroterapia los estudios son de más de 24 años de

publicados, considerando que las herramientas actuales en este campo han crecido y evolucionado aumentando la oferta terapéutica, por lo que se demuestra que ha sido poco explorado el papel de los AEF en niños con DMs; esto podría deberse a que la realización de estudios con niños se torna más compleja y delicada que si se realiza con adultos;⁵⁶ lo que impide establecer un nuevo paradigma acerca de lo que ya existe como evidencia en la hidroterapia o la electroterapia y demás AEF. Llama la atención que la totalidad de estudios fueron conducidos en Europa; en futuros estudios se recomiendan hacer estudios con mayor muestra y rigurosidad, con poblaciones de diferentes latitudes (multicéntricos) y uso de grupo control.

Finalmente, la heterogeneidad de las herramientas de evaluación no permiten comparabilidad entre AEF y limitan los hallazgos a datos clínicos, con poca relación al nivel de funcionalidad de los pacientes; el uso en estudios de escalas dirigida hacia la función pueden ayudar a generar conocimientos más sólidos y detectar mejor los cambios, de tal forma que demuestren el impacto en la capacidad de los pacientes; con el fin de homogenizar, se sugieren más estudios, que incluyan escalas o medidas como el test de caminata de 6 minutos, la NSAA,^{57,58} e incluso análisis 3D de la marcha⁵⁹.

CONCLUSION

A pesar de que existe poca evidencia y de baja calidad a favor de la electroterapia y la hidroterapia como complemento para algunos desenlaces clínicos de las DMs, no se puede hacer consenso de recomendaciones del uso de AEF en distrofias musculares, aun hacen falta estudios con rigurosidad metodológica que exploren la existencia del potencial terapéutico o no en niños y adolescentes con DMs.

La heterogeneidad clínica que presentaban todos los artículos seleccionados por nuestra revisión no permitió el agrupamiento estadístico de los datos basados en un estimador puntual.

REFERENCIAS

1. Bushby K, Finkel R, Birnkrant DJ, et al. Diagnosis and management of Duchenne muscular dystrophy, part 1: diagnosis, and pharmacological and psychosocial management. *Lancet Neurol.* 2010;9(1):77-93. doi:10.1016/S1474-4422(09)70271-6
2. Mah JK, Korngut L, Dykeman J, Day L, Pringsheim T, Jette N. A systematic review and meta-analysis on the epidemiology of Duchenne and Becker muscular dystrophy. *Neuromuscul Disord.* 2014;24(6):482-491. doi:10.1016/j.nmd.2014.03.008
3. Nascimento Osorio A, Medina Cantillo J, Camacho Salas A, Madruga Garrido M, Vilchez Padilla JJ. Consenso para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento del paciente con distrofia muscular de Duchenne. *Neurología.* 2019;34(7):469-481. doi:10.1016/j.nrl.2018.01.001
4. D'Angelo K, Sutton D, Côté P, et al. The Effectiveness of Passive Physical Modalities for the Management of Soft Tissue Injuries and Neuropathies of the Wrist and Hand: A Systematic Review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMa) Collaboration. *J Manipulative Physiol Ther.* 2015;38(7):493-506. doi:10.1016/j.jmpt.2015.06.006
5. Liu DV, Lin Y-C. Current Evidence for Acute Pain Management of Musculoskeletal Injuries and Postoperative Pain in Pediatric and Adolescent Athletes. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* 2019;29(5):430-438. doi:10.1097/JSM.0000000000000690
6. Ferronato L, Cunha HM, Machado PM, Souza G dos S de, Limana MD, Avelar NCP de. Physical modalities on the functional performance in knee osteoarthritis: a systematic review. *Fisioter Em Mov.* 2017;30(3):607-623. doi:10.1590/1980-5918.030.003.ar02
7. Abe Y, Goh A-C, Miyoshi K. Availability, usage, and factors affecting usage of electrophysical agents by physical therapists: a regional cross-sectional survey. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(11):3088-3094. doi:10.1589/jpts.28.3088
8. Ramalingam KP, Milanese S. Physiotherapists' perception on use of electrophysical agents: a developing country survey. *Physiotherapy.* 2015;101:e1172. doi:10.1016/j.physio.2015.03.2090
9. Chiu H-C, Ada L. Effect of Functional Electrical Stimulation on Activity in Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Pediatr Phys Ther.* 2014;26(3):283-288. doi:10.1097/PEP.0000000000000045

10. Salazar AP, Pagnussat AS, Pereira GA, Scopel G, Lukrafka JL. Neuromuscular electrical stimulation to improve gross motor function in children with cerebral palsy: a meta-analysis. *Braz J Phys Ther.* 2019;23(5):378-386. doi:10.1016/j.bjpt.2019.01.006
11. van den Bekerom MPJ, Struijs PAA, Blankevoort L, Welling L, van Dijk CN, Kerkhoffs GMMJ. What is the evidence for rest, ice, compression, and elevation therapy in the treatment of ankle sprains in adults? *J Athl Train.* 2012;47(4):435-443. doi:10.4085/1062-6050-47.4.14
12. Cameron MH. *Agentes físicos en rehabilitación: práctica basada en la evidencia.*; 2019.
13. Scott OM, Hyde SA, Vrbova G, Dubowitz V. Therapeutic possibilities of chronic low frequency electrical stimulation in children with Duchenne muscular dystrophy. *J Neurol Sci.* 1990;95(2):171-182.
14. Zupan A. Long-term electrical stimulation of muscles in children with Duchenne and Becker muscular dystrophy. *Muscle Nerve.* 1992;15(3):362-367.
15. Zupan A, Gregoric M, Valencic V, Vandot S. Effects of electrical stimulation on muscles of children with Duchenne and Becker muscular dystrophy. *Neuropediatrics.* 1993;24(4):189-192.
16. Zupan A, Gregorič M, Valenčič V. Long-lasting effects of electrical stimulation upon muscles of patients suffering from progressive muscular dystrophy. *Clin Rehabil.* 1995;9(2):102-109. doi:10.1177/026921559500900203
17. Hind D, Parkin J, Whitworth V, et al. Aquatic therapy for boys with Duchenne muscular dystrophy (DMD): an external pilot randomised controlled trial. *Pilot Feasibility Stud.* 2017;3. doi:10.1186/s40814-017-0132-0
18. Qi Y-C, Niu X-L, Gao Y-R, et al. Therapeutic Effect Evaluation of Neuromuscular Electrical Stimulation With or Without Strengthening Exercise on Spastic Cerebral Palsy. *Clin Pediatr (Phila).* 2018;57(5):580-583. doi:10.1177/0009922817732619
19. Hill K, Cavalheri V, Mathur S, et al. Neuromuscular electrostimulation for adults with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;5:CD010821. doi:10.1002/14651858.CD010821.pub2
20. Umutlu G, Demirci N, Erdoğan AT, Acar NE, Fidancı ŞB. Neuromuscular, hormonal and cardiovascular adaptations to eight-week HIIT and continuous aerobic training combined with neuromuscular electrical stimulation. *J Sports Med Phys Fitness.* 2020;60(4):510-519. doi:10.23736/S0022-4707.19.10277-0
21. Nussbaum EL, Houghton P, Anthony J, Rennie S, Shay BL, Hoens AM. Neuromuscular Electrical Stimulation for Treatment of Muscle Impairment: Critical Review and Recommendations for Clinical Practice. *Physiother Can.* 2017;69(5):1-76. doi:10.3138/ptc.2015-88
22. Bostock EL, O'Dowd DN, Payton CJ, et al. The Effects of Resistance Exercise Training on Strength and Functional Tasks in Adults With Limb-Girdle, Becker, and Facioscapulohumeral Dystrophies. *Front Neurol.* 2019;10:1216. doi:10.3389/fneur.2019.01216

23. Kılınç M, Yıldırım SA, Tan E. The effects of electrical stimulation and exercise therapy in patients with limb girdle muscular dystrophy: A controlled clinical trial. *Neurosciences*. 2015;20(3):259-266. doi:10.17712/nsj.2015.3.201501097
24. Almeida GJ, Khoja SS, Piva SR. Dose-Response Relationship Between Neuromuscular Electrical Stimulation and Muscle Function in People With Rheumatoid Arthritis. *Phys Ther*. 2019;99(9):1167-1176. doi:10.1093/ptj/pzz079
25. Wiest MJ, Bergquist AJ, Collins DF. Torque, Current, and Discomfort During 3 Types of Neuromuscular Electrical Stimulation of Tibialis Anterior. *Phys Ther*. 2017;97(8):790-789. doi:10.1093/ptj/pzx053
26. Dobsak P, Novakova M, Siegelova J, et al. Low-Frequency Electrical Stimulation Increases Muscle Strength and Improves Blood Supply in Patients With Chronic Heart Failure. *Circ J*. 2006;70(1):75-82. doi:10.1253/circj.70.75
27. Lou JWH, Bergquist AJ, Aldayel A, Czitron J, Collins DF. Interleaved neuromuscular electrical stimulation reduces muscle fatigue: Interleaved NMES. *Muscle Nerve*. 2017;55(2):179-189. doi:10.1002/mus.25224
28. Lima AAR de, Cordeiro L, Lima AAR de, Cordeiro L. Aquatic physical therapy in individuals with muscular dystrophy: systematic scoping review. *Fisioter E Pesqui*. 2020;27(1):100-111. doi:10.1590/1809-2950/18031327012020
29. Guzmán LTP, Liria RL. Influencia de la Hidroterapia en Pacientes con Distrofia Muscular de Duchenne. Revisión sistemática. :34.
30. Winter D, Nocetti PM. Intervenções fisioterapêuticas aquáticas na Distrofia Muscular de Duchenne: Artigo de revisão. *Rev Fisioter Reabil*. 2017;1(2):19-26.
31. Escobar Léaños L. REHABILITACIÓN DE UN PACIENTE CON LA ENFERMEDAD DE DUCHENNE EN LA CLÍNICA UCEBOL DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA. *Univ Cienc Soc*. Published online /:31.
32. Becker BE. Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *PM R*. 2009;1(9):859-872. doi:10.1016/j.pmrj.2009.05.017
33. Monteiro MR, Lanzillotta P. Análise entre a cinesioterapia e hidroterapia na Distrofia Muscular de Duchenne: revisão de literatura. *UNILUS Ensino E Pesqui*. 2013;10(20):13-20.
34. Romero Merchán R. Influencia en la mejora de calidad de vida del protocolo de Halliwick frente a la terapia convencional en niños con distrofia muscular de Duchenne y Becker. Published online 2017. Accessed July 2, 2020. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/27039>
35. Almeida CL de, Oliveira RAF de, Spalvieri D, Braga DM, Misao MH. Effects of immersion on the breathing parameters of patients with Duchenne muscular dystrophy. Published online 2013. doi:10.5935/0104-7795.20120005

36. Silva KM da, Braga DM, Hengles RC, Beas ARV, Rocco FM. The impact of aquatic therapy on the agility of a non-ambulatory patient with Duchenne muscular dystrophy. *Acta Fisiátrica*. 2012;19(1):42-45. doi:10.5935/0104-7795.20120009
37. Honório S, Batista M, Martins J. The Influence of Hydrotherapy on Obesity Prevention in Individuals with Duchenne Muscular Dystrophy. undefined. Published 2013. Accessed July 1, 2020. /paper/The-Influence-of-Hydrotherapy-on-Obesity-Prevention-Hon%C3%B3rio-Batista/41b36130c391ccb02d8186467ed55e6da387e75b
38. Salas AC. Distrofia muscular de Duchenne. *An Pediatría Contin*. 2014;12(2):47-54. doi:10.1016/S1696-2818(14)70168-4
39. Kiefer M, Bonarrigo K, Quatman-Yates C, Fowler A, Horn PS, Wong BL. Progression of Ankle Plantarflexion Contractures and Functional Decline in Duchenne Muscular Dystrophy: Implications for Physical Therapy Management. *Pediatr Phys Ther Off Publ Sect Pediatr Am Phys Ther Assoc*. 2019;31(1):61-66. doi:10.1097/PEP.0000000000000553
40. Choi Y-A, Chun S-M, Kim Y, Shin H-I. Lower extremity joint contracture according to ambulatory status in children with Duchenne muscular dystrophy. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):287. doi:10.1186/s12891-018-2212-6
41. Akkurt L, Alemdaroğlu Gürbüz İ, Karaduman A, Tunca Yılmaz Ö. Lower Limb Flexibility in Children With Duchenne Muscular Dystrophy: Effects on Functional Performance. *Pediatr Exerc Sci*. 2019;31(1):42-46. doi:10.1123/pes.2018-0115
42. Sakulsriprasert P, Vongsirinavarat M, Thammajaree C, Khoblueng D, Sunthornwiriya Wong K. Effect of Superficial Heating Duration on Plantarflexor Extensibility. *J Health Sci Med Res*. 2010;28(6):295-304.
43. Lee GP, Ng GY. Effects of stretching and heat treatment on hamstring extensibility in children with severe mental retardation and hypertonia. *Clin Rehabil*. 2008;22(9):771-779. doi:10.1177/0269215508090067
44. Goselink RJM, Schreuder THA, van Alfen N, et al. Facioscapulohumeral Dystrophy in Childhood: A Nationwide Natural History Study. *Ann Neurol*. 2018;84(5):627-637. doi:10.1002/ana.25326
45. Morís G, Wood L, Fernández-Torrón R, et al. Chronic pain has a strong impact on quality of life in facioscapulohumeral muscular dystrophy. *Muscle Nerve*. 2018;57(3):380-387. doi:10.1002/mus.25991
46. Hamel J, Johnson N, Tawil R, et al. Patient-Reported Symptoms in Facioscapulohumeral Muscular Dystrophy (PRISM-FSHD). *Neurology*. 2019;93(12):e1180-e1192. doi:10.1212/WNL.00000000000008123
47. Jacques MF, Stockley RC, Bostock EI, Smith J, DeGoede CG, Morse CI. Frequency of reported pain in adult males with muscular dystrophy. *PLoS ONE*. 2019;14(2). doi:10.1371/journal.pone.0212437
48. Silva TD da, Massetti T, Monteiro CB de M, et al. Pain characterization in Duchenne muscular dystrophy. *Arq Neuropsiquiatr*. 2016;74(9):767-774. doi:10.1590/0004-282X20160107

49. Jacques MF, Stockley RC, Onambele-Pearson GL, et al. Quality of life in adults with muscular dystrophy. *Health Qual Life Outcomes*. 2019;17. doi:10.1186/s12955-019-1177-y
50. Carroll K, Yiu EM, Ryan MM, Kennedy RA, de Valle K. The effects of calf massage in boys with Duchenne muscular dystrophy: a prospective interventional study. *Disabil Rehabil*. Published online May 1, 2020:1-7. doi:10.1080/09638288.2020.1753829
51. Gunay Ucurum S, Kaya DO, Kayali Y, Askin A, Tekindal MA. Comparison of different electrotherapy methods and exercise therapy in shoulder impingement syndrome: A prospective randomized controlled trial. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2018;52(4):249-255. doi:10.1016/j.aott.2018.03.005
52. Mulvey MR, Bagnall A-M, Marchant PR, Johnson MI. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for phantom pain and stump pain following amputation in adults: an extended analysis of excluded studies from a Cochrane systematic review. *Phys Ther Rev*. 2014;19(4):234-244. doi:10.1179/1743288X13Y.0000000128
53. Johnson MI, Paley CA, Howe TE, Sluka KA. Transcutaneous electrical nerve stimulation for acute pain. Cochrane Pain, Palliative and Supportive Care Group, ed. *Cochrane Database Syst Rev*. Published online June 15, 2015. doi:10.1002/14651858.CD006142.pub3
54. Peng WW, Tang ZY, Zhang FR, et al. Neurobiological mechanisms of TENS-induced analgesia. *Neuroimage*. 2019;195:396-408. doi:10.1016/j.neuroimage.2019.03.077
55. Machado AFP, Perracini MR, Rampazo ÉP, Driusso P, Liebano RE. Effects of thermotherapy and transcutaneous electrical nerve stimulation on patients with primary dysmenorrhea: A randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trial. *Complement Ther Med*. 2019;47:102188. doi:10.1016/j.ctim.2019.08.022
56. Colson SS, Benchortane M, Tanant V, et al. Neuromuscular electrical stimulation training: a safe and effective treatment for facioscapulohumeral muscular dystrophy patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(5):697-702. doi:10.1016/j.apmr.2010.01.019
57. Muntoni F, Domingos J, Manzur AY, et al. Categorising trajectories and individual item changes of the North Star Ambulatory Assessment in patients with Duchenne muscular dystrophy. Ribeiro D, ed. *PLOS ONE*. 2019;14(9):e0221097. doi:10.1371/journal.pone.0221097
58. Ricotti V, Ridout DA, Pane M, et al. The NorthStar Ambulatory Assessment in Duchenne muscular dystrophy: considerations for the design of clinical trials. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. Published online March 2, 2015:jnnp-2014-309405. doi:10.1136/jnnp-2014-309405
59. Romano A, Favetta M, Schirinzi T, et al. Evaluation of gait in Duchenne Muscular Dystrophy: Relation of 3D gait analysis to clinical assessment. *Neuromuscul Disord*. 2019;29(12):920-929. doi:10.1016/j.nmd.2019.10.007