**USO DE EJERCICIO FISICO TERAPÉUTICO COMO HERRAMIENTA EN NIÑOS CON DISTROFIA MUSCULAR DE DUCHENNE. REVISIÓN NARRATIVA.**

**Apellido y Nombre del Alumno:** Solanet Sabrina.

**Apellido y Nombre del Tutor:** Gómez Soledad.

**RESUMEN**

**Objetivo** investigar los efectos del entrenamiento físico en la mejora del funcionamiento y la calidad de vida de pacientes con distrofia muscular de Duchenne.

**Métodos** se realizó una búsqueda en Medline, Google scholar y Lilacs sobre diversos artículos de ejercicios terapéuticos y se efectuó una lectura critica de 10 artículos con un total de 298 participantes. Los estudios seleccionados y evaluados fueron de ejercicios de fortalecimiento, ejercicios aérobicos, función motora y ejercicio con realidad virtual. Se confeccionó un cuadro comparativo analizando, en cada artículo, como impacta en la calidad de vida de estos niños.

**Resultados** de un total de 261 estudios identificados, se incluyeron en esta revisión 10. De los cuales tres fueron estudios de ejercicios aeróbico, cuatro de fortalecimiento, uno se centró en videojuegos y dos evaluaron la función motora. De cada artículo se analizó la implementación de los ejercicios, cantidad y

duración de los ejercicios y la prueba de caminata de 6 minutos. No se pudo destacar una intervención ideal.

**Conclusión** no se pudo determinar con certeza su seguridad ni identificar la intervención más eficaz para la mejora del funcionamiento y la calidad de vida debido a la baja cantidad y calidad de estudios disponibles, lo que conlleva a la necesidad de más investigación.

**Palabras clave:** Therapeutic physical exercise; Duchenne muscular dystrophy; Children; Rehabilitation; Effects of physical.

## INTRODUCCION

La Distrofia muscular de Duchenne (DMD) es una enfermedad de herencia recesiva ligada al cromosoma X, por lo que las mujeres actúan como portadoras de la enfermedad. Cada hijo varón hereda uno de los cromosomas X de su madre y el cromosoma Y de su padre. En general, la mutación del gen que causa la DMD se transmite de madre a hijo; sin embargo, en un 35% de los casos, puede ocurrir una mutación espontánea. Esta condición afecta a uno de cada 3,800 a 6,300 varones nacidos vivos, y la mayoría de los pacientes son diagnosticados entre los 3 y 5 años de edad, aunque los síntomas no siempre se manifiestan hasta los 10 años (1). La DMD se debe a la ausencia de distrofina en las fibras musculares, causada por una mutación en el gen que codifica esta proteína. La mutación impide la producción suficiente de distrofina, lo que hace que las células musculares sean más susceptibles al daño. Con el tiempo, las células musculares lesionadas son reemplazadas por tejido cicatricial y grasa, lo que provoca una pérdida de fuerza y movilidad, conduciendo a una degeneración muscular progresiva (2).

Uno de los signos característicos de esta patología es el signo de Gowers, en el que el niño comienza a levantarse del suelo usando las cuatro extremidades. Se prepara para levantarse moviendo las manos en el suelo cerca de sus pies y finalmente coloca las manos en los muslos para escalar sobre ellos y así impulsarse hasta alcanzar la posición bípeda. Este signo puede ser incipiente a los 3 años de edad y suele manifestarse de manera completa y clara entre los 5 y 6 años (3).

Las manifestaciones clínicas de la DMD incluyen hipertrofia gemelar, retraso en la adquisición de la marcha, dificultad para incorporarse del suelo, problemas al subir escaleras, caminar en puntillas, balanceo excesivo de las caderas y caídas frecuentes durante los primeros 5 años de vida (4). La debilidad muscular es inicialmente proximal, simétrica y progresiva, lo que conduce a la dependencia de una silla de ruedas a partir de los 12 años de edad, y a la posterior muerte antes de la tercera década, siendo las causas más comunes las complicaciones respiratorias e insuficiencia cardíaca por miocardiopatía progresiva (5).

La progresión de la distrofia muscular de Duchenne (DMD) tiene cinco fases. En la fase presintomática (0-2 años) no hay síntomas claros, solo retraso motor leve. En la fase ambulatoria temprana (3-4 años) aparecen debilidad cervical y el signo de Gowers, y a los 5 años surgen dificultades para caminar. En la fase ambulatoria tardía (5-8 años) se pierde la capacidad de levantarse y subir escaleras, aunque aún se deambula con ayuda. En la fase no ambulatoria temprana (9-11 años) se inicia el uso de silla de ruedas, con contracturas y escoliosis progresiva. Y, por último, en la fase no ambulatoria tardía (12 años en adelante) se pierde la movilidad en extremidades y hay complicaciones

respiratorias, gastrointestinales y cardiovasculares que ponen en riesgo la vida (6).

Lo principal del tratamiento en niños con distrofia muscular de Duchenne es ayudarlos a preservar sus capacidades funcionales el mayor tiempo posible. Retrasar la pérdida de estas capacidades es crucial para todas las actividades de la vida diaria y puede aumentar la independencia en los niños con DMD. La pérdida gradual de las capacidades funcionales durante el curso de esta enfermedad se debe principalmente a una disminución progresiva de la fuerza y resistencia muscular (7).

El abordaje terapéutico de la distrofia muscular de Duchenne (DMD) se centra principalmente en el tratamiento sintomático, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los pacientes. Este enfoque implica un conjunto de medidas diseñadas no sólo para optimizar la funcionalidad muscular, sino también para tratar las complicaciones asociadas, como las dificultades respiratorias y cardíacas, que suelen surgir en las etapas más avanzadas de la enfermedad (1). El manejo incluye el uso de fisioterapia, dispositivos de asistencia y medicación, como los corticosteroides, que pueden ralentizar la progresión de la debilidad muscular. Además, intervenciones ortopédicas y respiratorias son clave para prevenir complicaciones más severas (8).

La actividad física diaria es un componente fundamental para mantener no solo la salud general, sino también el funcionamiento muscular, la calidad de vida y la participación social de los pacientes con distrofia muscular de Duchenne (DMD). Sin embargo, para las personas que padecen esta enfermedad, existe una considerable incertidumbre respecto al tipo, nivel e intensidad de ejercicio que pueden resultar más beneficiosos. El diseño de programas de entrenamiento

debe ser cuidadoso, ya que las características particulares de la DMD implican una delicada interacción entre el ejercicio y el deterioro muscular progresivo. Se ha demostrado que el ejercicio submáximo regular, realizado a una intensidad moderada, puede ser beneficioso para mantener la fuerza muscular y prevenir la atrofia secundaria por desuso, lo cual es especialmente relevante durante las primeras etapas de la enfermedad, cuando los pacientes aún conservan ciertas capacidades motoras (9).

Por otro lado, se ha observado que el ejercicio muscular excéntrico intensivo, que implica la activación y el alargamiento del músculo, así como el ejercicio de alta resistencia, puede agravar significativamente el daño muscular en pacientes con DMD. Estos tipos de ejercicio incrementan el estrés sobre las fibras musculares ya debilitadas (10). Debido a la fragilidad muscular en estos pacientes, la realización de ejercicios de fortalecimiento ha generado preocupaciones por el eventual aumento del daño y lesiones musculares (11).

No obstante, diversos estudios han planteado que los ejercicios de resistencia pueden tener efectos positivos significativos en pacientes con distrofia muscular de Duchenne, al mejorar el fenotipo del músculo esquelético deficiente en distrofina (12). Por lo tanto, aunque el músculo con deficiencia de distrofina sea susceptible al daño del sarcolema y a la pérdida de fuerza, es un tejido altamente adaptable que puede beneficiarse del ejercicio (13). Este potencial adaptativo sugiere que el ejercicio puede ser beneficioso cuando se implementa con una planificación cuidadosa, evitando el sobreesfuerzo y adaptándose a las capacidades individuales de cada paciente. Por lo tanto, la investigación en esta área es esencial para optimizar las estrategias de ejercicio y maximizar sus beneficios en el tratamiento de la DMD (14).

Aún se están buscando pautas claras para el entrenamiento físico que sean seguras y beneficiosas para niños con distrofia muscular de Duchenne. El problema del entrenamiento físico y las lesiones musculares sigue siendo una preocupación importante, ya que la debilidad progresa de manera constante, aunque la velocidad de esta progresión puede variar de un niño a otro, la calidad de vida en relación con la salud de estos niños es un concepto amplio que afecta de manera compleja su salud física, psicológica, su independencia y sus relaciones sociales (15).

El objetivo de esta revisión es investigar los efectos del entrenamiento físico en la mejora del funcionamiento y la calidad de vida de pacientes con distrofia muscular de Duchenne.

**METODOLOGIA**

El presente estudio es una revisión narrativa, en la cual su población de estudio fueron niños con Distrofia Muscular de Duchenne. Los criterios de inclusión fueron ensayos clínicos y ensayos controlados aleatorizados, estudios con una población de niños varones con un diagnóstico definido de Distrofia muscular de Duchenne (DMD) y niños de entre 6 a 18 años. A su vez Los criterios de exclusión fueron estudios de poblaciones mixtas de distrofias neuromusculares, niños que tuvieran otra patología además de la DMD o que hayan tenido una lesión o cirugía en los últimos 6 meses. Y en la selección de ensayos, artículos que fueran de revisión.

Se realizó una búsqueda en Medline, Google scholar y Lilacs. Para Medline se utilizó el generador de búsqueda avanzado. Se buscó términos Mesh y se colocó en el buscador: therapeutic physical exercise, se guardó en la cajita de búsqueda y se escribió Duchenne muscular dystrophy, se agregó nuevamente y por último

se escribió que sea en children. quedando así: ((therapeutic physical exercise [MeSH Terms]) AND (Duchenne muscular dystrophy [MeSH Terms])) AND (children [MeSH Terms]). Los resultados que dio fueron 95. Ahí se puso como filtro que sean de los últimos 10 años, que sean estudios clinical trial y randomized controlled trial. y así quedaron 23 artículos. De los cuales se guardaron 7 artículos de interés.

Luego se buscó nuevamente, con los mismos filtros, los términos mesh ((effects of physical [MeSH Terms]) AND (children [MeSH Terms])) AND (Duchenne muscular dystrophy [MeSH Terms]) con un resultado de 18 artículos de los cuales se guardaron 4. De los artículos guardados se seleccionaron de “artículos similares” y “citado por” otros 4 artículos relacionados al tema y que no habían sido arrojados en la búsqueda inicial. En total se guardaron, de pubmed, 15 artículos relevantes para la investigación.

Posteriormente se realizó una búsqueda en Google scholar, se colocó en el buscador las siguientes palabras separadas por el operador booleano “AND” (“therapeutic exercise") AND ("physical exercise") AND ("Duchenne muscular dystrophy") AND ("children"). De la búsqueda se arrojaron 64 resultados. Se agregó como filtro que sean de los últimos 10 años. De esta forma quedaron 55 artículos. De los cuales se guardaron 16 artículos relevantes.

A continuación, se realizó una búsqueda en Lilacs utilizando el generador de búsqueda avanzado, se colocó en el buscador los términos Mesh (“therapeutic physical exercise”) AND (“Duchenne muscular dystrophy”). De la búsqueda fueron arrojados 80 resultados. Se agregó el filtro de asunto principal eligiendo “músculo esquelético” “prueba de esfuerzo” “ejercicio físico” y “distrofia muscular de Duchenne”. Dando un resultado de 67 artículos. Se volvió a filtrar por tipo de

estudio y se eligió “estudios observacionales” “ensayo clínico controlado” y “estudio de prevalencia” quedando 22 resultados. De los cuales se seleccionaron 10 artículos para la investigación.

Se realizó una lectura crítica de los artículos guardados y se preseleccionaron aquellos artículos con más relevancia para este estudio. Luego de eliminar los duplicados se seleccionaron, de los ensayos, una cantidad de diez artículos en total. El ámbito de estudio en el que se realiza esta investigación es dentro de la universidad abierta interamericana.

En este trabajo se revisarán diversos artículos sobre ejercicios físicos terapéuticos para niños con distrofia muscular de Duchenne, comparando distintos tipos de ejercicio, como los aeróbicos y de fortalecimiento, y analizando cómo impactan en la calidad de vida relacionada con la salud y en las actividades de la vida diaria de estos niños.

Dentro de esta revisión se van a analizar las siguientes variables, por un lado, las variables cualitativas que son edad, sexo, población, evaluación de los tratamientos de fuerza, evaluación de los tratamientos aeróbicos, mejorar la calidad de vida relacionada con la salud, mejorar las actividades de la vida diaria de los niños con DMD y la seguridad de los ejercicios. Y, por otro lado, las variables cuantitativas fueron tiempo de implementación de los ejercicios, cantidad de sesiones por semana, tiempo de duración de cada sesión de ejercicios y prueba de caminata de 6 min. Para la realización de esta investigación se necesitarán como recursos necesarios una computadora, así como los artículos seleccionados para su análisis.

Se recopilaron diez estudios realizados en países occidentales entre 2013 y 2024. En general, los estudios fueron diversos en cuanto a diseño, tipo y

duración de las intervenciones, así como en el número de participantes y los métodos de evaluación de los resultados. El análisis de los artículos seleccionados se realizó entre los meses de abril y diciembre de 2024, con un total de 298 participantes. Tres de los estudios emplearon ejercicios aeróbicos, dos se centraron en el fortalecimiento de las extremidades, y dos más en el fortalecimiento del tronco. Un artículo utilizó videojuegos de realidad virtual enfocados en el movimiento de los brazos, mientras que dos estudios evaluaron la función motora mediante la prueba de caminata de seis minutos.

Los datos clave extraídos de los artículos evaluados se transfirieron a una ficha estandarizada, y dos revisores trabajaron de forma independiente para verificar su precisión. La información recopilada incluyó: métodos (diseño del estudio, duración del estudio e intervención); participantes (número, edad media, rango de edad, y criterios de inclusión y exclusión); intervenciones (comparación de intervenciones); y resultados. La calidad de los estudios será evaluada de manera independiente por dos revisores. Se llevará a cabo una síntesis cualitativa en la que se realizarán cuatro observaciones: ejercicios de fortalecimiento, ejercicios aérobicos, función motora y ejercicio con realidad virtual. Se tienen presentes las consideraciones éticas y legales conociendo la declaración de Helsinki y ajustándose a lo que ella dice. Así como también se conoce la ley de habeas data y me ajusto a lo que dice la ley.

**RESULTADOS**

La búsqueda inicial identificó 261 referencias en tres bases de datos. Tras un proceso de selección, se evaluaron 41 artículos. Luego de eliminar duplicados y descartar aquellos que, al ser evaluados en mayor profundidad, no cumplían con

los criterios de interés quedaron 20 artículos, de los cuales se seleccionaron 10 estudios para el análisis narrativo final. [Figura 1 Flow chart]

Los 10 estudios seleccionados, realizados entre 2013 y 2024, fueron variados en cuanto al tipo y duración de las investigaciones, las evaluaciones de los resultados, el perfil de los participantes y el diseño metodológico. Siete de los estudios eran ensayos controlados aleatorizados, dos fueron estudios clínicos controlados y uno era un estudio de cohorte. [Tabla 1]

Tres de los estudios emplearon ejercicios aeróbicos, dos se centraron en el fortalecimiento de las extremidades, y dos más en el fortalecimiento del tronco. Un artículo utilizó videojuegos de realidad virtual enfocados en el movimiento de los brazos, mientras que dos estudios evaluaron la función motora mediante la prueba de caminata de seis minutos.

Debido a la heterogeneidad de los estudios, se realizó un análisis narrativo de subgrupos según tipo de intervención de entrenamiento físico.

**Ejercicios de fortalecimiento**

Los estudios que incluyeron intervención de entrenamiento de fortalecimiento fueron cuatro con 90 participantes en total. En uno de los artículos que ejercitaron las extremidades no se encontraron diferencias significativas antes y después del entrenamiento físico, las puntuaciones antes y después del entrenamiento no mostraron diferencias en la fuerza de agarre de ninguna de las manos ($z = -0,879$; $P>0,05$), mientras que en el grupo control, la fuerza de agarre de la mano derecha había aumentado después del entrenamiento ($z = -1,54$; $P<0,05$). La comparación entre grupos no reveló diferencias significativas en la fuerza de agarre antes y después del entrenamiento ($z = -0,988$; $P>0,05$). (16)

Sin embargo, en el siguiente articulo los resultados arrojados proporcionan datos prometedores de que una a tres sesiones de ejercicio isométrico de intensidad leve a moderada no causa daño muscular agudo en niños con DMD. Además, los resultados del estudio 2 sugieren que un programa de ejercicio de fortalecimiento isométrico de intensidad moderada no solo es seguro, sino que también promueve mejoras en la fuerza y la función en niños ambulatorios con DMD. (17)

En cuanto a los ensayos que analizaron el entrenamiento de fortalecimiento de tronco. Un artículo rescató que, al comparar los cambios entre la puntuación de control de tronco, la puntuación del brazo y el valor de la función respiratoria se encontraron diferencias significativas después del periodo de ocho semanas tanto en el grupo de intervención como en el de control (20). Mientras que, en el otro artículo, mencionaron que después del tratamiento, el grosor de la musculatura abdominal en ambos grupos aumentó significativamente en comparación con el pretratamiento ($p>0,001$). Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las comparaciones pre tratamiento ($p>0.05$). Las comparaciones posteriores al tratamiento mostraron que en el grupo de ejercicios orientados al tronco (TOE), el grosor de los músculos abdominales aumento significativamente en comparación con el grupo de entrenamiento de vibración de cuerpo entero (WBVT) ($p>0.001$). (22)

**Ejercicios aeróbicos**

Los resultados de entrenamiento aeróbico de los estudios que incluyeron alguna intervención de entrenamiento físico se muestran en la [Figura 2]. En total fueron 80 participantes de tres ensayos controlados aleatorizados. La prueba que se analizó antes y después de realizar los ejercicios fue la prueba de caminata de

6 minutos (6MWD). Arrojando resultados variados entre cada uno de los artículos. Uno de los estudios muestra que la distancia de la prueba de caminata de 6 minutos cambió de 395.3 (46.6) a 413.0 (52.3) frente a 421.7 (64.4) a 393.8 (68.2) metros en el grupo control ($p<0.001$). (18) Sin embargo, los parámetros de la arquitectura muscular no cambiaron durante el periodo de estudio ($p>0.05$). En el siguiente ensayo, en el grupo de intervención, el valor de preprogramación fue de 324.53 pasando a 391.86 post-programa. Y el del grupo de control cambió de 320.6 metros preprogramación de los ejercicios a 428.66 metros luego de realizar los ejercicios. Mostrando un aumento significativo ($p<0.05$) en ambos grupos. (21)

Por último, el siguiente articulo mostró en sus resultados una variación en el grupo de intervención de 478 al inicio, contra 447.3 al terminar el estudio. Comparando con el grupo de control que al empezar el análisis realizaban 470.8 metros y al finalizar, mejoraron a 474 metros. (25)

**Función motora**

Dos estudios evaluaron la función motora en un total de 102 participantes. Los diseños analizados incluyeron un estudio transversal y un estudio de cohorte. Se evaluó la función motora a través de la prueba de caminata de 6 minutos (6MWT), cuyos resultados arrojados fueron el promedio de la prueba temporizada y el rendimiento motor, en metros. En el primer estudio, el promedio alcanzado fue de 403,5 metros (20), mientras que en el segundo estudio fue de 350 metros (23). [figura 3].

**Artículo de realidad virtual**

Un estudio investigó la efectividad de los videojuegos de realidad virtual con soporte dinámico del brazo sobre las capacidades funcionales de la extremidad

superior. En el artículo se evaluaron a 19 niños y consistió en un ensayo controlado aleatorizado. No se encontraron diferencias significativas entre el grupo de entrenamiento y el grupo control. Sin embargo, encontraron un efecto significativo en el rango de movimiento de la articulación activa del codo. El grupo de entrenamiento mostró un aumento en el rango de movimiento activo, mientras que el grupo control mostró una disminución. Además, el grupo de entrenamiento mostró un aumento en la fuerza de extensión del codo en el brazo izquierdo después del periodo de entrenamiento, mientras que el grupo control mostró una disminución (24).

**DISCUSION**

Esta revisión narrativa identificó pocos estudios, con tamaños de muestra pequeños y una diversa gama de intervenciones, las comparaciones fueron desafiantes y no permitieron análisis de subgrupos por edad o estudio de la enfermedad como, por ejemplo, ambulatorio y no ambulatorio. Los participantes eran niños, entonces, a medida que la gravedad del deterioro aumente durante el curso de la enfermedad, los resultados de esta revisión pueden no ser generalizables a todas las personas con DMD. Además, los efectos del entrenamiento físico pueden verse influenciados por los diferentes fenotipos de DMD (9).

El efecto del entrenamiento físico en personas con DMD ha sido discutido durante mucho tiempo. La DMD se caracteriza por músculos distróficos con fragilidad aumentada, y el entrenamiento físico se consideró perjudicial durante años, debido al potencial de aumentar el daño y las lesione musculares (8, 17). Los estudios incluidos evaluaron una amplia gama de intervenciones de ejercicios para esta patología. No fue posible señalar ningún tipo específico de

entrenamiento físico que sea más apropiado. Se necesita más investigaciones. Lo ideal sería que los estudios incluyeran grandes grupos de participantes.

Entre los subgrupos de ejercicios evaluados, de los artículos que analizaron fortalecimiento se puede decir que en el primer ensayo se encontró que el entrenamiento con ergómetro de brazo tenía efector positivos en la resistencia muscular, el rendimiento de las actividades diarias, la función del brazo y el estado de deambulación sin un cambio significativo en la fuerza muscular (16). Por otro lado, otro artículo mencionó que el ejercicio de fortalecimiento tuvo un efecto positivo en la fuerza sin evidencia de debilidad por sobrecarga ni deterioro físico, concluyendo que el ejercicio de fuerza no era perjudicial para los pacientes con DMD mejorando las actividades diarias de los niños incluidos (17).

Con respecto a los dos ensayos de fortalecimiento de tronco se puede decir qué este tipo de ejercicios podría ser eficaz para el control del tronco y la función respiratoria. Además, el equilibrio y el grosor abdominal pueden mejorarse significativamente en estos niños (20, 22). El entrenamiento de fuerza de baja resistencia y la optimización de la función de la parte superior del cuerpo pueden aportar beneficios adicionales (28).

Por otro lado, los ensayos que hablaron sobre ejercicios aeróbicos mencionaron que el entrenamiento aeróbico puede mejorar la función motora y el rendimiento en niños con esta patología sin ningún efecto notable sobre las propiedades de la arquitectura muscular (9, 18). Los estudios destacaron que tanto el uso de bicicleta ergométrica como el de cinta de correr contribuyen a mejorar la capacidad funcional de caminar y el equilibrio. Sin embargo, el entrenamiento en cinta de correr resulta ser más eficaz en comparación con la bicicleta para optimizar estos aspectos funcionales (21). Algunos médicos recomiendan el

ejercicio y las actividades aeróbicas, especialmente al principio del curso de la enfermedad cuando la fuerza residual es mayor (28).

Continuando con este subgrupo, el último estudio indica, que el entrenamiento asistido en bicicleta de piernas y brazos es factible y seguro tanto para niños ambulantes como para los dependientes de silla de rueda y que este entrenamiento físico prolongado puede retrasar el deterioro funcional secundario por desuso en estos niños (25).

Con respecto a la función motora, los artículos que analizaron la prueba de caminata de 6 minutos (6MWT) concluyeron que esta prueba es un criterio de valoración clave mostrando una buena correlación con la medida de función motora (MFM), validando su utilidad. Además, la 6MWT es reconocida como una medida de resultados confiables en niños con este tipo de enfermedad (20, 23).

Por último, se evaluó la defectibilidad de videojuegos de realidad virtual, en este artículo se destacó que es un buen primer paso para explorar el efecto de este tipo de entrenamiento para niños con DMD. Indicaron que existen efectos positivos sobre la fuerza y el rango de movimiento del codo, lo que podría prolongar la capacidad de realizar de forma independiente las actividades de la vida diaria. Sin embargo, se necesitan estudios más amplios que permitan determinar los posibles factores a largo plazo (24).

En definitiva, un enfoque más realista sería continuar con ensayos pragmáticos, ya que se corresponden mejor con la práctica real y la voluntad de los participantes es mayor (6). Se podría investigar mediante el uso de análisis multivariados debido a las etapas de la enfermedad y a los fenotipos, ya que los beneficios son difíciles de medir. Es importante tener en cuenta que la estratificación de los pacientes con DMD por genotipo tiene el potencial de

aumentar el poder estadístico y la sensibilidad de los ensayos clínicos (27). La investigación cualitativa puede capturar cómo los participantes experimentan el entrenamiento físico, su potencial bienestar o disfrute, y evaluar más, los cambios en el funcionamiento y la calidad de vida relacionada con la salud (26).

## CONCLUSIÓN

Esta revisión narrativa se realizó para evaluar los efectos de las intervenciones de entrenamiento físico en la mejora del funcionamiento y la calidad de vida en las personas con DMD. No se pudo determinar si el entrenamiento físico mejora el funcionamiento y la calidad de vida relacionada con la salud en personas con esta patología. Sin embargo, se observó que contribuye al aumento de la fuerza y la resistencia muscular, así como el equilibrio, lo que podría indicar un efecto positivo dado que estos son parámetros claves para el buen funcionamiento y la calidad de vida. Tampoco fue posible establecer con certeza su seguridad en esta población. Además, debido al bajo número de estudios no fue posible identificar la intervención más eficaz, ya que hay bastantes trabajos que hablan de esta problemática, pero los que están controlados, reúnen las condiciones y son de calidad son muy pocos. Por lo que se requiere más investigación.

Figura 1 Flow chart

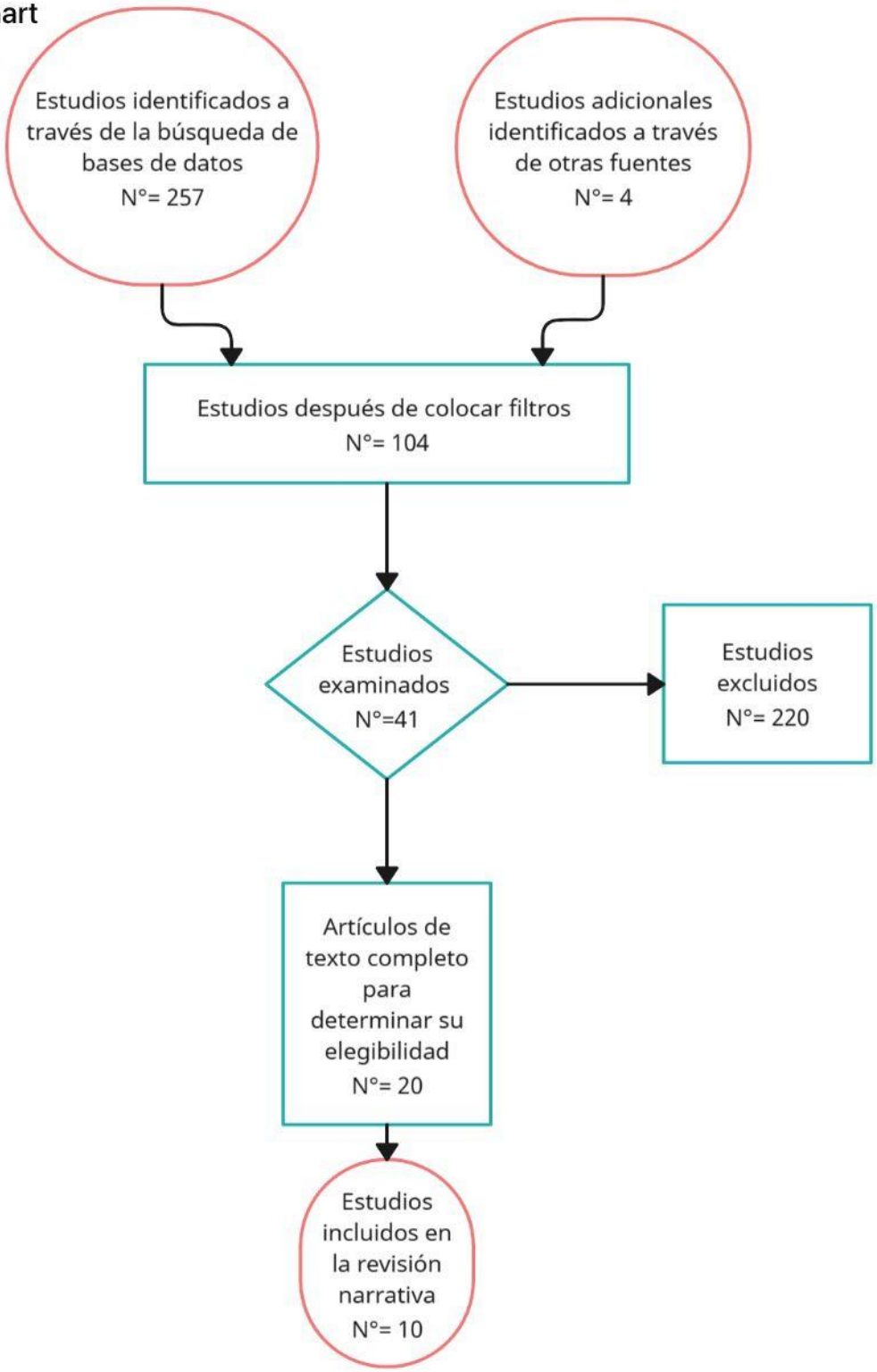



Diagrama de flujo de artículos identificados, seleccionados, excluidos e incluidos.

**Tabla I**

Características de los estudios incluidos (N= 10)

| Autor, año (referencia) Diseño del estudio | Tamaño de la muestra Total, GI y GC. Edad media o rango | Intervención de entrenamiento físico para el GI Frecuencia, Intensidad, Tiempo, Duración | Intervención para el GC (Comparación) Frecuencia, Intensidad, Tiempo, Duración | Medidas de resultados |
|---|---|---|---|---|
| **Ipek Alemdaroglu, 2015 (16)**<br><br>**Ensayo controlado aleatorio** | N= 24<br>GI N=12<br>GC N=12<br>(8 a 12 años)<br><br>Todos ambulantes, capaces de sentarse durante 1 hora de forma independiente | Ciclismo de brazos<br>F: 3 días/semana<br>I: 50% de la dificultad máxima<br>T: 40 minutos<br>D: 8 semanas | programa de ejercicios de fortalecimiento con ejercicios de ROM para realizar en casa<br>F:5 días/semanas<br>I: 5-10 repeticiones<br>T:40 minutos<br>D:8 semanas | No se encontraron diferencias significativas en los niveles de BUEFC antes y después del entrenamiento físico en el grupo de estudio o control |
| **Donovan J Lott, 2020 (17)**<br><br>**Ensayo clínico en dos partes** | N= 10<br>(7 a 10.5)<br><br>Estudio uno: 10 niños<br>Estudio dos: 8 niños del estudio uno. | Para los estudios 1 y 2, los participantes realizaron cuatro series de seis repeticiones de extensión y flexión de rodilla isométrica a 30 y 60 grados de flexión de rodilla con un minuto de descanso entre cada serie<br><br>F: variable<br>I: 30% estudio 1<br>50% estudio 2<br>D: 12 semanas | N/D | Los resultados proporcionan datos prometedores de que una a tres sesiones de ejercicio isométrico de intensidad leve a moderada no causa daño muscular agudo en niños con DMD |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Numan Bulut, 2022 (18)**<br><br>**Ensayo controlado aleatorizado** | N= 20<br>GI EM= 7.9<br>GC EM= 8.6 | Programa de ejercicios en el hogar más entrenamiento aeróbico<br><br>F: 5 días/semana<br>I: n/d<br>D: 12 semanas | Programa de ejercicios en el hogar<br><br>F: 5 días/semana<br>I: n/d<br>D: 12 semanas | Se obtuvieron mejoras significativas en la medida de la función motora y en la prueba de marcha de seis minutos desde el inicio hasta las 12 semanas |
| **Gökçe Yağmur Güneş Gencer, 2022 (19)**<br><br>**Ensayo controlado aleatorizado** | N= 26 (5 a 16)<br>GI N= 13<br>GC N= 13 | Programa de ejercicios orientados al tronco y el programa de ejercicios convencionales<br><br>F: 5 días/semanas<br>I: n/d<br>D: 8 semanas | Programa de ejercicios convencionales | Se encontraron diferencias significativas después de períodos de ocho semanas en los grupos de estudio y control. |
| **Simone Schmidt, 2018 (20)**<br><br>**Ensayo clínico** | N= 47 (6.5 a 10.8) | medición de función motora (MFM), Prueba de caminata de 6 minutos (6MWD), Prueba cronometrada de caminata/carrera de 10 metros (10MWT) y el tiempo en decúbito supino. | N/D | El 6MWD sirve actualmente como uno de los principales criterios de valoración primarios |
| **Abd El Aziz A Sherief, 2021 (21)**<br><br>**Ensayo controlado aleatorizado** | N= 30 (6 a 10)<br><br>GI N= 15<br>GC N= 15 | Fisioterapia más entrenamiento de ejercicio aeróbico en forma de bicicleta ergométrica<br><br>F: 3 días/semana<br>I: 75%<br>T: 20 minutos<br>D: 3 meses | fisioterapia más un entrenamiento de ejercicio aeróbico en cinta<br><br>F: 3 días/semana<br>I: 75%<br>T: 20 minutos<br>D: 3 meses | Ambos grupos tienen la capacidad de lograr una mejora significativa en la capacidad funcional de caminar y el equilibrio en niños con DMD |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Mostafa Ali, 2024 (22)**<br><br>**Ensayo controlado aleatorizado** | N= 30 (6 a 10)<br><br>GI N= 15<br>GC N= 15 | Fisioterapia junto con ejercicios orientados al tronco más vibración de cuerpo entero<br><br>F: 3 días/semana<br>T: 10 min<br>D: 3 meses | Fisioterapia junto con ejercicios orientados al tronco | La TOE es significativamente más eficaz que la WBVT para aumentar el grosor de los músculos abdominales y el equilibrio |
| **Blaschek, Astrid, 2020 (23)**<br><br>**Estudio de cohorte** | N= 55 (4 a 13) | Prueba de caminata de 6 minutos (6MWD) | N/D | La 6MWT es la medida de resultado más establecida en niños con enfermedades neuromusculares en una variedad de enfermedades. |
| **Lotte Heutinck, 2018 (24)**<br><br>**Ensayo controlado aleatorizado** | N= 19 (7 a 12)<br>GI N= 9<br>GC N= 10 | Compensación de gravedad Formación UE con uso de videojuego 3D Sony PlayStation<br><br>F: 5 días/semana<br>I: n/d<br>T: 15 minutos<br>D: 30 semanas | Cuidados habituales | No se encontraron diferencias significativas entre los grupos |
| **Merel Jansen, 2013 (25)**<br><br>**Ensayo controlado aleatorizado** | N= 30 (7 a 13)<br>GI N= 17<br>GC N= 13 | Entrenamiento asistido en bicicleta<br>F: 5 días/semana<br>I: 65 revoluciones por min<br>T: 15 minutos pierna; 15 minutos brazos<br>D: 24 semanas | Cuidados habituales | El entrenamiento asistido en bicicleta de piernas y brazos es factible y seguro tanto para los niños ambulantes como para los dependientes de sillas de ruedas |

N: tamaño de la muestra; GI: grupo de intervención; GC: grupo de control; F: frecuencia; I: intensidad; T: tiempo; D: duración (periodo de intervención); ROM: rango de movimiento; BUEFC: clasificación funcional de las extremidades superiores de Brooke; TOE: ejercicios orientados al tronco; WBUT: entrenamiento de vibración de cuerpo entero; N/D: no disponible; DMD: distrofia muscular de Duchenne.

**Figura 2**

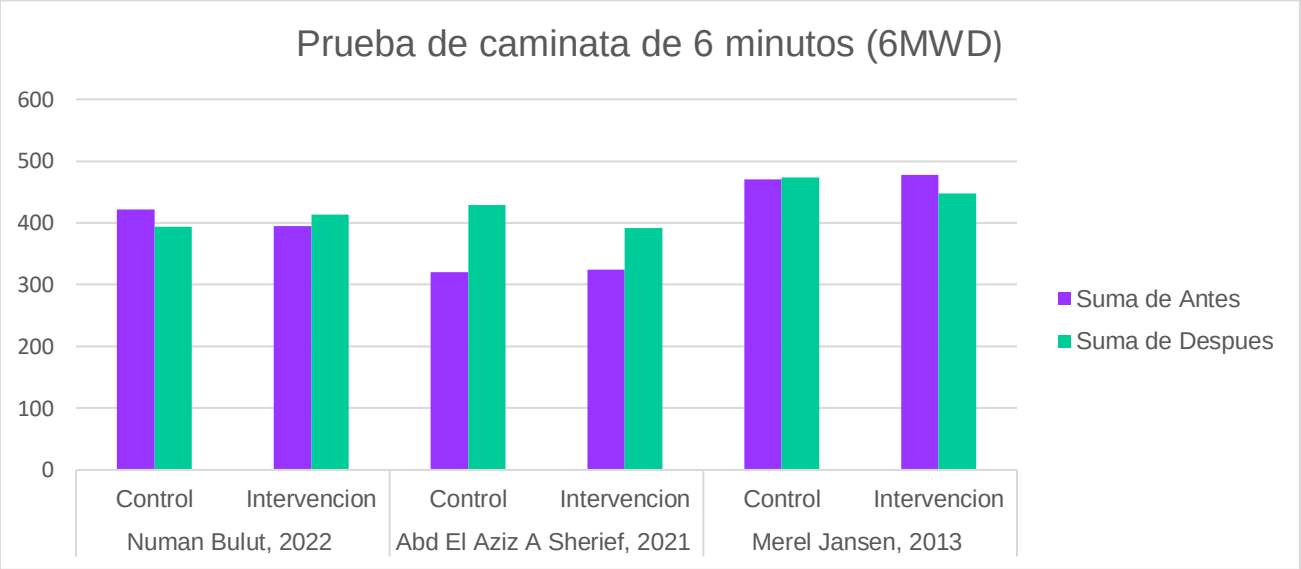



Gráfico de barras, sobre los tres artículos de ejercicios aeróbicos. Muestra en metros a la prueba de caminata de 6 minutos antes y después de cada intervención.

**Figura 3**

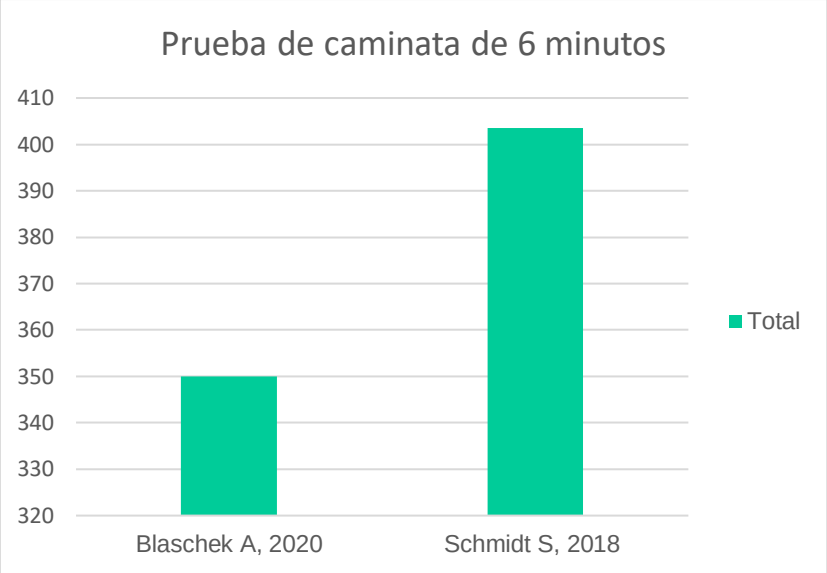



Gráfico de barra, sobre los artículos de función motora. Muestra el promedio de la función motora a través de la prueba de caminata de 6 minutos (6MWT)

**REFERENCIAS**


1. 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. septiembre de 2019;34(7):469-81.
2. Pichavant C, Aartsma-Rus A, Clemens PR, Davies KE, Dickson G, Takeda S, et al. Current Status of Pharmaceutical and Genetic Therapeutic Approaches to Treat DMD. Mol Ther. mayo de 2011;19(5):830-40.
3. Kang PB. Beyond the gowers sign: measuring outcomes in Duchenne muscular dystrophy. Muscle Nerve. 2013 Sep;48(3):315-7. doi: 10.1002/mus.23984. PMID: 24038058.

4. Manzur AY, Kuntzer T, Pike M, Swan AV. Glucocorticoid corticosteroids for Duchenne muscular dystrophy. En: The Cochrane Collaboration, editor. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2008 [citado 9 de julio de 2023]. p. CD003725.pub3.
5. Salari N, Fatahi B, Valipour E, Kazeminia M, Fatahian R, Kiaei A, et al. Global prevalence of Duchenne and Becker muscular dystrophy: a systematic review and meta-analysis. J Orthop Surg. 15 de febrero de 2022;17(1):96.
6. Chaustre R. DM, Chona S. W. Distrofia muscular de Duchenne. Perspectivas desde la rehabilitación. Rev Med. 30 de junio de 2011;19(1):45.
7. Eagle M. Report on the Muscular Dystrophy Campaign workshop: Exercise in neuromuscular diseases Newcastle, January 2002. Neuromuscul Disord. diciembre de 2002;12(10):975-83.
8. Spaulding HR, Selsby JT. Is Exercise the Right Medicine for Dystrophic Muscle? Med Sci Sports Exerc. septiembre de 2018;50(9):1723-32.
9. Birnkrant DJ, Bushby K, Bann CM, Apkon SD, Blackwell A, Brumbaugh D, et al. Diagnosis and management of Duchenne muscular dystrophy, part 1: diagnosis, and neuromuscular, rehabilitation, endocrine, and gastrointestinal and nutritional management. Lancet Neurol. marzo de 2018;17(3):251-67.
10. Birnkrant DJ, Bushby K, Bann CM, Alman BA, Apkon SD, Blackwell A, et al. Diagnosis and management of Duchenne muscular dystrophy, part

2: respiratory, cardiac, bone health, and orthopaedic management. Lancet Neurol. abril de 2018;17(4):347-61.

11. Aslan GK, Gurses HN, Issever H, Kiyan E. Effects of respiratory muscle training on pulmonary functions in patients with slowly progressive neuromuscular disease: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. junio de 2014;28(6):573-81.
12. Hyzewicz J, Tanihata J, Kuraoka M, Ito N, Miyagoe-Suzuki Y, Takeda S. Low intensity training of mdx mice reduces carbonylation and increases expression levels of proteins involved in energy metabolism and muscle contraction. Free Radic Biol Med. mayo de 2015;82:122-36.
13. Lindsay A, Larson AA, Verma M, Ervasti JM, Lowe DA. Isometric resistance training increases strength and alters histopathology of dystrophin-deficient mouse skeletal muscle. J Appl Physiol. 1 de febrero de 2019;126(2):363-75.
14. Mendell JR, Lloyd-Puryear M. Report of MDA muscle disease symposium on newborn screening for Duchenne muscular dystrophy. Muscle Nerve. julio de 2013;48(1):21-6.
15. Lue YJ, Chen SS, Lu YM. Quality of life of patients with Duchenne muscular dystrophy: from adolescence to young men. Disabil Rehabil. 3 de julio de 2017;39(14):1408-13.
16. Alemdaroğlu I, Karaduman A, Yilmaz ÖT, Topaloğlu H. Different types of upper extremity exercise training in Duchenne muscular dystrophy: effects on functional performance, strength, endurance, and ambulation. Muscle Nerve. 2015 May;51(5):697-705. doi: 10.1002/mus.24451. Epub 2015 Mar 5. PMID: 25196721.

17. Lott DJ, Taivassalo T, Cooke KD, Park H, Moslemi Z, Batra A, Forbes SC, Byrne BJ, Walter GA, Vandenborne K. Safety, feasibility, and efficacy of strengthening exercise in Duchenne muscular dystrophy. Muscle Nerve. 2021 Mar;63(3):320-326. doi: 10.1002/mus.27137. Epub 2020 Dec 22. PMID: 33295018; PMCID: PMC9254904.
18. Bulut N, Karaduman A, Alemdaroğlu-Gürbüz İ, Yılmaz Ö, Topaloğlu H, Özçakar L. The effect of aerobic training on motor function and muscle architecture in children with Duchenne muscular dystrophy: *A randomized controlled study*. Clin Rehabil. 2022 Aug;36(8):1062-1071. doi: 10.1177/02692155221095491. Epub 2022 Apr 20. PMID: 35443813.
19. Güneş Gencer GY, Yilmaz Ö. The effect of trunk training on trunk control, upper extremity, and pulmonary function in children with Duchenne muscular dystrophy: A randomized clinical trial. Clin Rehabil. 2022 Mar;36(3):369-378. doi: 10.1177/02692155211043265. Epub 2021 Sep 2. PMID: 34474581.
20. Schmidt S, Hafner P, Klein A, Rubino-Nacht D, Gocheva V, Schroeder J, Naduvilekoot Devasia A, Zuesli S, Bernert G, Laugel V, Bloetzer C, Steinlin M, Capone A, Gloor M, Tobler P, Haas T, Bieri O, Zumbrunn T, Fischer D, Bonati U. Timed function tests, motor function measure, and quantitative thigh muscle MRI in ambulant children with Duchenne muscular dystrophy: A cross-sectional analysis. Neuromuscul Disord. 2018 Jan;28(1):16-23. doi: 10.1016/j.nmd.2017.10.003. Epub 2017 Nov 21. PMID: 29174526.
21. Sherief AEAA, Abd ElAziz HG, Ali MS. Efficacy of two intervention approaches on functional walking capacity and balance in children with

Duchene muscular dystrophy. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2021 Sep 1;21(3):343-350. PMID: 34465672; PMCID: PMC8426654.

22. Ali MS, Saleh MS. Trunk-oriented Exercises Versus Whole-body Vibration on Abdominal Thickness and Balance in Children with Duchene Muscular Dystrophy. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2024 Mar 1;24(1):47-54. PMID: 38427368; PMCID: PMC10910192.
23. Blaschek A, Rodrigues M, Ille L, Idriess M, Well T, Warken B, et al. Is Exercise-Induced Fatigue a Problem in Children with Duchenne Muscular Dystrophy? Neuropediatrics. octubre de 2020;51(05):342-8.
24. Heutinck L, Jansen M, van den Elzen Y, van der Pijl D, de Groot IJM. Virtual Reality Computer Gaming with Dynamic Arm Support in Boys with Duchenne Muscular Dystrophy. J Neuromuscul Dis. 2018;5(3):359-372. doi: 10.3233/JND-180307. PMID: 29991140.
25. Jansen M, van Alfen N, Geurts AC, de Groot IJ. Assisted bicycle training delays functional deterioration in boys with Duchenne muscular dystrophy: the randomized controlled trial "no use is disuse". Neurorehabil Neural Repair. 2013 Nov-Dec;27(9):816-27. doi: 10.1177/1545968313496326. Epub 2013 Jul 24. PMID: 23884013.
26. Silva SF, Magalhães HL, Deus FA, Andrade KKS, Lima VP, Gaiad TP. Rehabilitation interventions targeting the activity and participation of patient with neuromuscular diseases: what do we know? A systematic review. Arq Neuropsiquiatr. 2024 Feb;82(2):1-12. doi: 10.1055/s-0044-1779295. Epub 2024 Feb 23. PMID: 38395419; PMCID: PMC10890920.

27. Pegoraro E, Hoffman EP, Piva L, Gavassini BF, Cagnin S, Ermani M, et al. SPP1 genotype is a determinant of disease severity in Duchenne muscular dystrophy. 2011.
28. Case LE, Apkon SD, Eagle M, Gulyas A, Juel L, Matthews D, et al. Rehabilitation Management of the Patient With Duchenne Muscular Dystrophy. Pediatrics. 1 de octubre de 2018;142(Supplement_2):S17-33.