

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

“FISIOTERAPIA Y DISCAPACIDAD”



**UNIVERSIDAD
DE ALMERÍA**

EFICACIA DE LA REALIDAD VIRTUAL EN PACIENTES CON DISTROFIA MUSCULAR DE DUCHENNE. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA.

EFFICACY OF VIRTUAL REALITY IN PATIENTS WITH DUCHENNE
MUSCULAR DYSTROPHY. A SYSTEMATIC REVIEW.

AUTOR

D.^a Marta Membiela Zafra

DIRECTOR

Prof.^a Nuria Sánchez Labraca



Facultad de
Ciencias de la Salud
Universidad de Almería

Curso Académico
2020/2021
Convocatoria
Julio

ÍNDICE

LISTADO ALFABÉTICO DE ABREVIATURAS	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Definición	4
1.2. Prevalencia	4
1.3. Esperanza de vida	5
1.4. Diagnóstico	5
1.5. Complicaciones	6
<i>1.5.1. Afecciones respiratorias</i>	6
<i>1.5.2. Afecciones cardíacas</i>	7
<i>1.5.3. Afecciones óseas</i>	8
1.6. Tratamiento	8
<i>1.6.1. Tratamiento Farmacológico</i>	9
<i>1.6.2. Tratamiento no farmacológico</i>	10
<i>1.6.3. Tratamiento Fisioterapia</i>	10
1.7. Tratamiento Fisioterapia-Realidad Virtual	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo principal	13
2.2 Objetivos específicos	13
3. METODOLOGÍA	14
3.1 Pregunta de investigación	14
3.2 Estrategia de búsqueda	14
3.3 Criterios de inclusión	15
3.4 Criterios de exclusión	15
3.5 Selección de los estudios	16
3.6 Calidad metodológica, nivel de evidencia y riesgo de sesgo	16
4. RESULTADOS	21
4.1 Participantes	21
4.3 Resultados secundarios	24
5. DISCUSIÓN	29
5.1 Limitaciones	31
6. CONCLUSIONES	33
7. BIBLIOGRAFÍA	34
8. ANEXOS	48

LISTADO ALFABÉTICO DE ABREVIATURAS

- CIF: Clasificación Internacional de Funcionamiento, Discapacidad y Salud
- DMD: Distrofia Muscular de Duchenne
- ECA: Ensayo controlado aleatorizado
- EQM: Ecografía muscular cuantitativa
- FVC: Capacidad vital forzada
- GC: Grupo control
- GDMD: Grupo participantes con distrofia muscular de Duchenne
- GI: Grupo intervención
- GTD: Grupo con desarrollo típico
- IER: Interpretación estadística de resultados
- MFM: Escala de la medición de la Función Motora
- MT: Tiempo de movimiento
- PUL: Rendimiento del miembro superior
- QOL: Calidad de vida
- ROM: Rango de movimiento articular
- RS: Revisión sistemática
- RV: Realidad Virtual
- SIGN: Scottish Intercollegiate Guideles Networks
- VE: Validez externa
- VI: Validez interna

RESUMEN

Introducción: La Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) es una enfermedad hereditaria genética recesiva ligada al gen Xp21 que genera un trastorno neuromuscular severo y progresivo. Suele acompañar complicaciones respiratorias, cardíacas y óseas. Uno de los tratamientos actuales más novedosos es la realidad virtual (RV).

Objetivos: Verificar la efectividad de los tratamientos de fisioterapia con RV en pacientes diagnosticados de DMD.

Metodología: Se ha llevado a cabo una extensa búsqueda de la bibliografía en las siguientes bases de datos: Pubmed, PEDro y Web of Science. La criba de los artículos se realizó mediante unos criterios de inclusión y exclusión, eliminando los artículos duplicados.

Resultados: Tras realizar la búsqueda se obtuvieron 30 publicaciones, de las cuales únicamente 6 artículos fueron seleccionados. En todos los estudios se utilizó la RV.

Conclusiones: La RV es una forma de terapia novedosa y de la que se extraen buenos resultados en individuos diagnosticados de DMD. Facilitó la transferencia del aprendizaje en un entorno real, la cual no fue conseguida al realizar en primer lugar la real. Tanto el ROM como la fuerza de extensión del codo mejoran significativamente mediante la RV pero no en otras variables como la calidad de vida. No obstante, se necesita investigación adicional con una población mayor, seguimiento a largo plazo y ECAs para poder demostrar, con un alto nivel de evidencia, la eficacia de la RV en individuos con DMD.

Palabras clave: *Distrofia muscular de Duchenne, realidad virtual, fisioterapia, distrofia muscular.*

ABSTRACT

Introduction: Duchenne Muscular Dystrophy (DMD) is a recessive genetic inherited disease linked to the Xp21 gene that generates a severe and progressive neuromuscular disorder. It is often associated with respiratory, cardiac and musculoskeletal complications. One of the newest current treatments is virtual reality (VR).

Objectives: To verify the effectiveness of VR physiotherapy treatments in patients diagnosed with DMD.

Methodology: An extensive literature search was carried out in the following databases: Pubmed, PEDro and Web of Science. Articles were screened using inclusion and exclusion criteria and eliminating duplicate articles.

Results: The search obtained 30 publications, of which only 6 articles were selected. VR was used in all studies.

Conclusions: VR is a new and successful form of therapy for individuals with DMD. It facilitated transfer of learning in a real environment, which was not achieved by performing the real one first. Both ROM and elbow extension strength are significantly improved by VR but not in other variables such as quality of life. However, further research with a larger population, long-term follow-up and RCTs are needed to demonstrate, with a high level of evidence, the efficacy of VR in individuals with DMD.

Keywords: *Duchenne muscular dystrophy, virtual reality, physiotherapy, muscular dystrophy.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Definición

La Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) es una enfermedad hereditaria genética recesiva ligada al gen Xp21 que genera un trastorno neuromuscular severo y progresivo. Se produce por la carencia de la proteína distrofina de las membranas de las fibras musculares debido a la mutación de este gen, la cual es necesaria para el desarrollo fisiológico de la musculatura¹⁻³.

Las primeras manifestaciones clínicas son la debilidad y las contracturas y retracciones musculares que dificultan su desarrollo psicomotor, pudiendo presentar un leve retraso en la obtención de algunos hitos. Normalmente la debilidad empieza en la pelvis y la zona proximal de los miembros inferiores progresando hacia distal⁴.

1.2. Prevalencia

Existe una gran diferencia en la incidencia de la DMD entre hombres y mujeres. Se estima en 1:5.000 niños en el mundo y suele afectar mayoritariamente a los varones, aunque también es probable que las mujeres actúen de “portadoras sanas” sin mostrar afectación alguna por lo general. Cabe destacar que, aproximadamente, un tercio de las mutaciones son espontáneas “*de-novo*” pero el resto proceden de madres portadoras que desconocen la existencia de mutación de este gen^{5,6}.

Por otra parte, es importante destacar que debido a la rápida progresión de la enfermedad conforme mayor es el rango de edad, más disminuye la prevalencia por cada 100.000 personas, como refleja la Tabla I⁷.

Tabla I. Tasa de prevalencia de DMD según grupos de edades

Grupo de edad (años)	Tasa por 100.000
0-4	19,28
5-9	31,79
10-14	6,48
15-19	0,18
20-24	0,00
25-29	0,00

1.3. Esperanza de vida

La DMD es el tipo de distrofia muscular más habitual. Se presenta generalmente entre los 3 y 5 años y a los 12 años la gran mayoría no pueden caminar, necesitan una silla de ruedas o en ocasiones hasta un respirador.

Varios años atrás la esperanza de vida se reducía a los 20 años aproximadamente por la aparición de problemas cardiacos, respiratorios o infecciones. Hoy en día, gracias al diagnóstico precoz y a los nuevos tratamientos, las personas con DMD pueden vivir hasta los 30 o incluso los 40 años⁸.

1.4. Diagnóstico

En cuanto al diagnóstico, cuando se observe una función muscular disminuida, caídas reiteradas y un retraso en la comunicación oral en los niños, probablemente se pueda asociar a DMD. Además, el análisis del suero indicará la presencia de enzimas musculares elevadas en la sangre, principalmente la creatina quinasa. Ante la sospecha de dicha enfermedad, los médicos derivan a los especialistas y ellos se encargan de solicitar un estudio genético para poder alcanzar un diagnóstico final⁹.

Existe variabilidad en la evolución de la enfermedad por lo que para facilitar su clasificación Kim et al.¹⁰ desarrollaron un nuevo sistema de clasificación para evaluar la

efectividad de los nuevos tratamientos y predecir el pronóstico clínico. La Escala Funcional Integral para DMD (CFSD) incluye elementos de los tres dominios de la Clasificación Internacional de Funcionamiento, Discapacidad y Salud (CIF) y han tenido en cuenta nuevas herramientas tecnológicas como los ordenadores o las sillas de ruedas eléctricas, por lo que ofrece una evaluación integral.

1.5. Complicaciones

1.5.1. Afecciones respiratorias

Son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en personas con DMD. Algunas son: atelectasia, neumonía, fatiga de los músculos respiratorios o insuficiencia respiratoria¹¹⁻¹⁴.

Para evitar hospitalizaciones, mejorar la calidad de vida y prolongar la esperanza de vida es de vital importancia la prevención y tratamientos como la monitorización de la función de los músculos respiratorios, la tos asistida y la ventilación asistida¹⁵⁻¹⁷.

- Etapa ambulatoria

La capacidad vital forzada (FVC) aumenta hasta que el individuo deja de caminar, que es cuando comienza a disminuir. Por lo tanto, cuando se observa una disminución de la FVC se irá percibiendo una progresiva pérdida de la deambulaci6n¹⁸.

Otra herramienta 6til son los estudios del sue6o con capnograf6a, que indicaran las alteraciones m6s tempranas de la respiraci6n.

Por 6ltimo, los pacientes y sus cuidadores deben conocer las posibles complicaciones y se les debe informar sobre las afecciones futuras¹⁹.

- Etapa no ambulatoria

Cuando el paciente no es capaz de caminar se complican las afecciones y normalmente van desarrollando paredes torácicas rígidas con restricción del volumen pulmonar. Cada 6 meses deben evaluarse la capacidad vital forzada en sedestación, el flujo máximo de tos, las presiones inspiratorias y espiratorias máximas y la saturación de oxígeno^{14,19}.

Cuando la FVC es menor del 50%, la presión inspiratoria máxima se encuentra por debajo de los 60 cm H₂O o cuando el flujo máximo de tos es menor de 270 l/min se trata con la tos manual y asistida mecánicamente y se valorará la ventilación asistida^{20,21}.

1.5.2. Afecciones cardíacas

Las afecciones cardíacas son otras de las principales causas de morbilidad y mortalidad²². En este caso la carencia de distrofina afecta al miocardio, que conforme avanza la enfermedad se desarrollan miocardiopatías que reflejan insuficiencias cardíacas o anomalías del ritmo²³.

- Etapa ambulatoria y temprana no ambulatoria

Si el paciente es asintomático, al menos una vez al año se debe evaluar la función cardíaca mediante electrocardiograma o imágenes no invasivas por prevención. En cambio, si presenta síntomas, será el cardiólogo el que decida la frecuencia de las revisiones.

Por otro lado, la terapia farmacológica deberá comenzar al unísono de síntomas de insuficiencia cardíaca u otras alteraciones. Sin embargo, al no conocer una

terapia específica para la distrofina se suele tratar como una insuficiencia cardíaca habitual¹⁴.

- Etapa tardía no ambulatoria

En primer lugar, es esencial que el cardiólogo trabaje con un equipo multidisciplinar para conseguir una función respiratoria y cardíaca óptima^{24,25}.

Para personas que alcanzan una fracción de eyección menor al 35% se recomienda la colocación de desfibriladores automáticos implantables, aunque se debe estudiar cada caso ya que las posibles deformidades de la columna podrían afectar negativamente²⁶.

Finalmente, cuando no ha funcionado ningún tratamiento, podría tenerse en cuenta el trasplante cardíaco o el uso de soporte circulatorio mecánico como método terapéutico¹⁴.

1.5.3. Afecciones óseas

Los glucocorticoides suelen generar osteoporosis a los niños con DMD que, como consecuencia, suelen producir fracturas vertebrales o de huesos largos por traumatismos²⁷.

El tratamiento busca reconocer los primeros signos de fragilidad ósea mediante el uso de bifosfonatos intravenosos para intentar conservar la altura de los cuerpos vertebrales²⁸⁻³⁰.

1.6. Tratamiento

Actualmente la DMD no tiene cura y aunque se ha alargado la esperanza de vida y su calidad en los últimos años, sigue siendo variable. Esto ha sido gracias a los avances de los tratamientos y cuidados cardíacos y pulmonares ya que son las principales causas de muerte³¹.

1.6.1. Tratamiento Farmacológico

Hoy en día no se dispone de un fármaco aprobado específicamente para la DMD, pues aún se encuentran en fase de investigación, a excepción de los corticoides³². Sin embargo, se cuenta con ciertos avances terapéuticos que se pueden dividir en dos grupos principales³³:

- Los que actúan sobre los efectos fisiopatológicos de la carencia de distrofina y en los cuales no influye el tipo de mutación, como la expresión de proteínas compensatorias, la inflamación o la capacidad de regeneración muscular, entre otras, como se observa en la Figura 1.

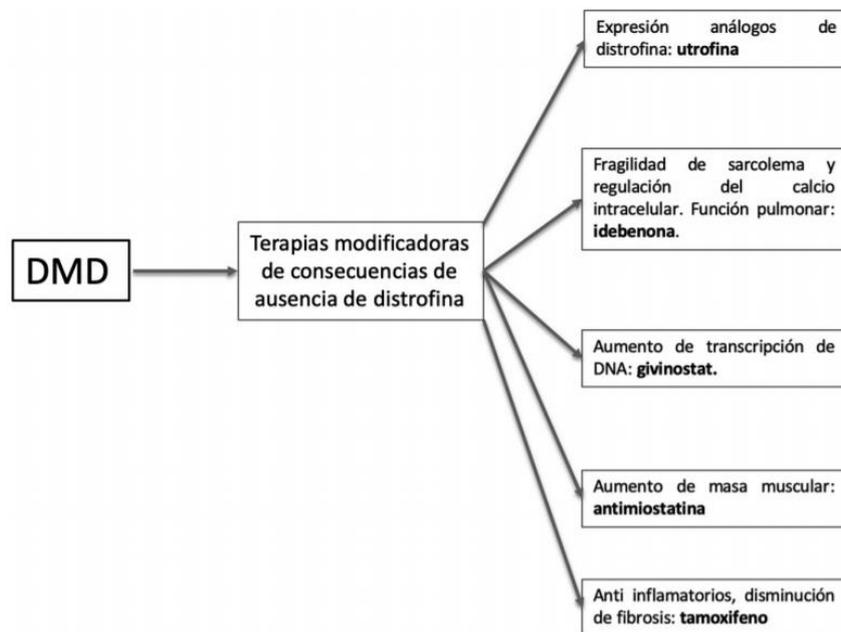


Figura 1. Terapias procesos fisiopatológicos³⁴.

- Las terapias génicas específicas para cada paciente. Por ejemplo: las microdistrofinas, el exón skipping, la terapia de restauración del marco de lectura, etc. como refleja la Figura 2³⁴.

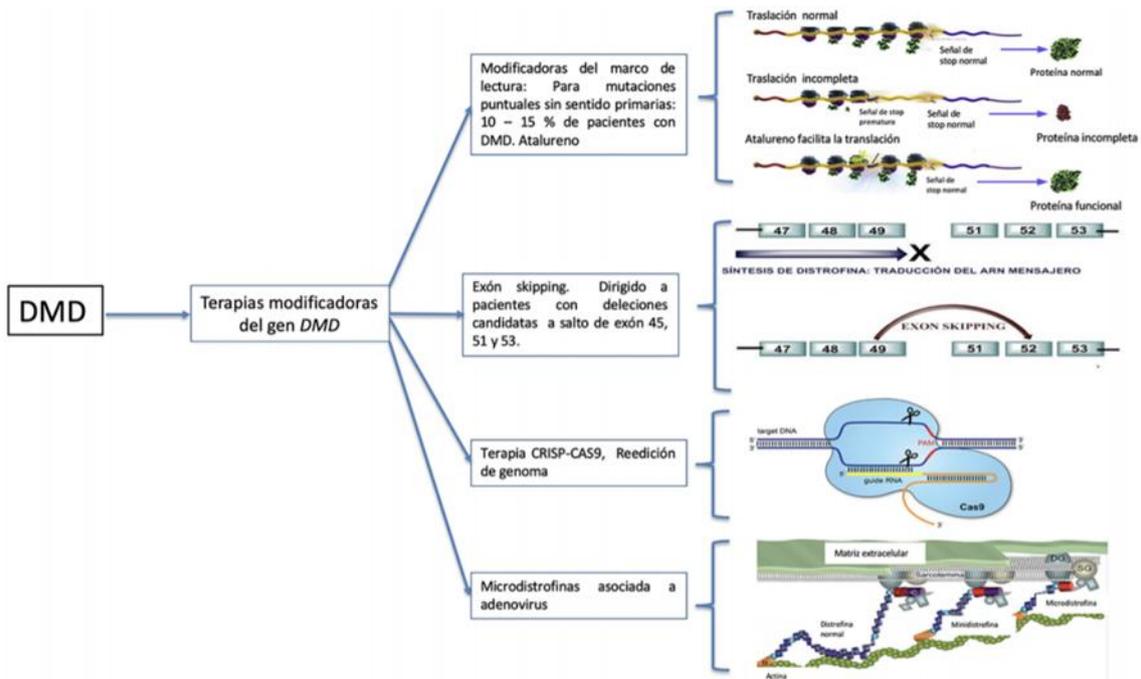


Figura 2. Terapias génicas³⁴

1.6.2. Tratamiento no farmacológico

Este tratamiento es el más utilizado como apoyo e incluye fisioterapia, terapia ocupacional, logopedia y nutrición. En conjunto busca conseguir la máxima funcionalidad y calidad de vida de las personas que poseen dicha enfermedad, siempre realizando un tratamiento individualizado y específico para cada paciente³⁵.

Más concretamente, la nutrición se centrará en prevenir el sobrepeso o el bajo peso o desnutrición debido al uso de glucocorticoides. Se recomienda una dieta saludable con una correcta ingesta, principalmente, de vitamina D y calcio³⁶.

1.6.3. Tratamiento Fisioterapia

La fisioterapia tiene un papel fundamental en las enfermedades neuromusculares, ya que ayuda a incrementar o, al menos, no disminuir la funcionalidad y movilidad del individuo.

La DMD suele generar tensiones, contracturas y rigidez en las articulaciones. Los músculos son menos elásticos y comienzan a generarse asimetrías. Por lo tanto, también es importante para prevenir el desarrollo de deformidades como la escoliosis y evitar problemas de presión en la piel³⁷.

El fisioterapeuta se encarga de individualizar un programa de estiramientos y ejercicios que se adapten a las necesidades del individuo en cada momento³⁸. Aunque no existen protocolos específicos de ejercicios, se recomienda el ejercicio submáximo regular y actividades como caminar, nadar o ir en bicicleta para evitar la atrofia y conservar la fuerza de la musculatura^{39,40}.

Además, es importante capacitar e incluir a la familia y otros cuidadores en la intervención para que sigan ciertas recomendaciones en el domicilio⁴¹.

Otra rama de la fisioterapia es la Fisioterapia Respiratoria, esencial en pacientes con DMD, debido a la debilidad que genera en la musculatura respiratoria. Ayuda a expulsar secreciones, aumentar el intercambio gaseoso, reducir la resistencia de la vía aérea y disminuir el trabajo respiratorio.

Además, son beneficiosas otras terapias como la hipoterapia, a través del movimiento del caballo, o la hidroterapia gracias a las propiedades físicas del agua en sí³⁷.

1.7. Tratamiento Fisioterapia-Realidad Virtual

El tratamiento de los trastornos neuromusculares ha avanzado respecto años atrás donde se buscaba un objetivo paliativo hasta las terapias preventivas actuales⁴². La tecnología ha influido en este cambio creando ambientes virtuales interactivos en los que se aumenta la participación del paciente con ejercicios basados en la fisioterapia⁴³. Los ordenadores y otros dispositivos tecnológicos ayudan en la independencia y la participación social y académica⁴⁴.

A pesar de ser una herramienta novedosa, la RV ha aumentado en los últimos años. Facilita el aprendizaje motor y favorece la transferencia a las actividades reales⁴⁵. Además, como la mayoría de los pacientes con DMD son niños o jóvenes, los juegos de RV suelen proporcionar una mayor motivación y permanencia durante el tratamiento, el cual además lo describen como una experiencia agradable. Este hecho es importante debido a la escasez de adherencia al tratamiento de rehabilitación de las personas con discapacidad^{46,47}.

Por ejemplo, para el equilibrio se han obtenido resultados positivos en niños con parálisis cerebral empleando la “*Kinect (Xbox 360)*”⁴⁸ o utilizando la “*Wii Fit Balance Board*” en pacientes con Parkinson, además de mejorar su movilidad y actividades funcionales de la vida diaria^{49,50}. Para la rehabilitación del miembro superior, se encuentran el “*Rehabilitation Gaming System*” validado en pacientes con ictus⁵¹ o la *Wii Gaming*⁵² entre otros. Por último, para los pacientes con alteración de la marcha es importante lograr un buen control de tronco, aumentar la fuerza de la musculatura de los miembros inferiores y facilitar el aprendizaje de los patrones normales de movimiento⁵³. Mhatre et al.⁵⁴ demostraron que el empleo de la “*Wii Fit Balance Board*” mejora el equilibrio y la marcha.



Figura 3. Rehabilitation Gaming System⁵¹

1.8 Justificación

La mayoría de los adultos con DMD tienen limitadas sus habilidades motoras, pero los músculos distales de los miembros superiores suelen estar preservados⁵⁵. En los últimos años se ha aumentado la esperanza de vida por lo que se debe prestar especial importancia a los miembros superiores para los programas de fisioterapia con el objetivo de prolongar la independencia y la calidad de vida⁵⁶. Debido a la mayor accesibilidad de las nuevas tecnologías, las grandes complicaciones que padecen las personas con DMD y la alta prevalencia de la misma se propone realizar una revisión sistemática sobre la efectividad de la RV en individuos con DMD.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

Verificar la efectividad de los tratamientos de fisioterapia con RV en pacientes diagnosticados de DMD.

2.2 Objetivos específicos

- Explorar los efectos de la RV en la transferencia del aprendizaje, funcionalidad, fuerza muscular, rango de movimiento articular y en la calidad de vida.
- Identificar los dispositivos de RV que se utilizan con fines terapéuticos en sujetos con DMD.

3. METODOLOGÍA

3.1 Pregunta de investigación

Para llevar a cabo esta revisión se procedió a la elaboración de una pregunta de investigación, usando para ello el modelo de Paciente-Intervención-Resultado (PIO)⁵⁷, intentado dar respuesta a la pregunta definida con este trabajo:

¿Es efectivo el tratamiento de fisioterapia con RV en pacientes diagnosticados de DMD?

Una vez elaborada la pregunta de investigación y para construir la estrategia de búsqueda se utilizó un lenguaje controlado-Medical Subject Headings (MeSH) en base a la pregunta de investigación (Tabla II).

Tabla II. Lenguaje controlado utilizado en la búsqueda en base a la pregunta PIO.

Pregunta		P	I	O
Lenguaje controlado	MeSH	Muscular Dystrophy, Duchenne Duchenne Muscular Dystrophy	Virtual reality Instructional Virtual Reality Instructional Virtual Realities	Tiempo de movimiento Error de temporización constante, variable y absoluto Función del miembro superior
	DeCS	Distrofia Muscular de Duchenne	Realidad Virtual	Fuerza muscular Rango articular activo Calidad de vida Número de burbujas alcanzadas

3.2 Estrategia de búsqueda

Se realizó una revisión sistemática siguiendo las normas PRISMA⁵⁸ para la búsqueda bibliográfica. Inicialmente se realizó una búsqueda en las bases de datos Pubmed, PEDro y Web of Science en el periodo comprendido entre diciembre de 2020 y febrero de 2021.

Finalmente, se procedió a la extracción de los estudios combinando los términos MESH con el operador booleano “AND”. Los descriptores utilizados en la búsqueda fueron:

“Muscular Dystrophy, Duchenne”, “Duchenne Muscular Dystrophy”, “Virtual reality”, “Instructional Virtual Reality” y “Instructional Virtual Realities”, efectuando diversas combinaciones entre sinónimos de la terapia a tratar y la técnica utilizada como se observa en el Anexo I.

3.3 Criterios de inclusión

Los estudios que se seleccionaron para nuestra revisión debían cumplir los siguientes criterios:

- Periodo de publicación: Desde el inicio de cada base de datos hasta febrero de 2021.
- Tipo de estudio: Ensayos clínicos controlados aleatorizados.
- Idioma: Español o inglés.
- Tipo de intervención: Estudios donde al paciente se le realizara tratamiento de fisioterapia con RV.
- Pacientes con diagnóstico de DMD.

3.4 Criterios de exclusión

Los criterios seguidos para la exclusión de los artículos fueron:

- Pacientes con otro diagnóstico diferente a DMD.
- Revisiones y artículos en los cuales tras la lectura del título y el resumen no se correlacionaron con el objetivo.
- Estudios con animales.

3.5 Selección de los estudios

Tras la búsqueda bibliográfica realizada en las 3 bases de datos consultadas, resultaron un total de 30 artículos. El procedimiento realizado para la selección de los estudios fue seleccionar aquellos que cumplían los criterios de inclusión, además de eliminar los duplicados encontrados en las diferentes bases de datos. Al final, se seleccionaron 6 artículos válidos para la revisión sistemática como muestra la Figura 3.

3.6 Calidad metodológica, nivel de evidencia y riesgo de sesgo

La calidad metodológica de los artículos se valoró mediante la escala PEDro⁵⁹, como muestra la Tabla III. Consta de 11 criterios a evaluar, sin embargo, el primer criterio no se usa para calcular la puntuación total de la escala PEDro, por lo tanto, la calidad metodológica se calcula de 0 a 10. El primer criterio define la validez externa, la validez interna se muestra con los criterios del 2 al 9 y los últimos dos criterios valoran que la información estadística permita la interpretación de los resultados.

Tabla III. Calidad metodológica según la Escala PEDro

Artículo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	VE	VI	IER	Total
Malheiros et al. ⁶²	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	1/1	3/8	2/2	5/10
Capelini et al. ⁶³	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	1/1	3/8	2/2	5/10
Quadrado et al. ⁶⁴	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	0/1	3/8	2/2	5/10
Masseti et al. ⁶⁵	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	1/1	4/8	2/2	6/10
Heutinck et al. ⁶⁶	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	0/1	3/8	2/2	5/10
De Freitas et al. ⁶⁷	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	1/1	3/8	2/2	5/10

1: Los criterios de elección fueron especificados; 2: Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos; 3: La asignación fue oculta; 4: Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes; 5: Todos los sujetos fueron cegados; 6: Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados; 7: Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados; 8: Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos; 9: Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”; 10: Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave; 11: El estudio proporciona medidas

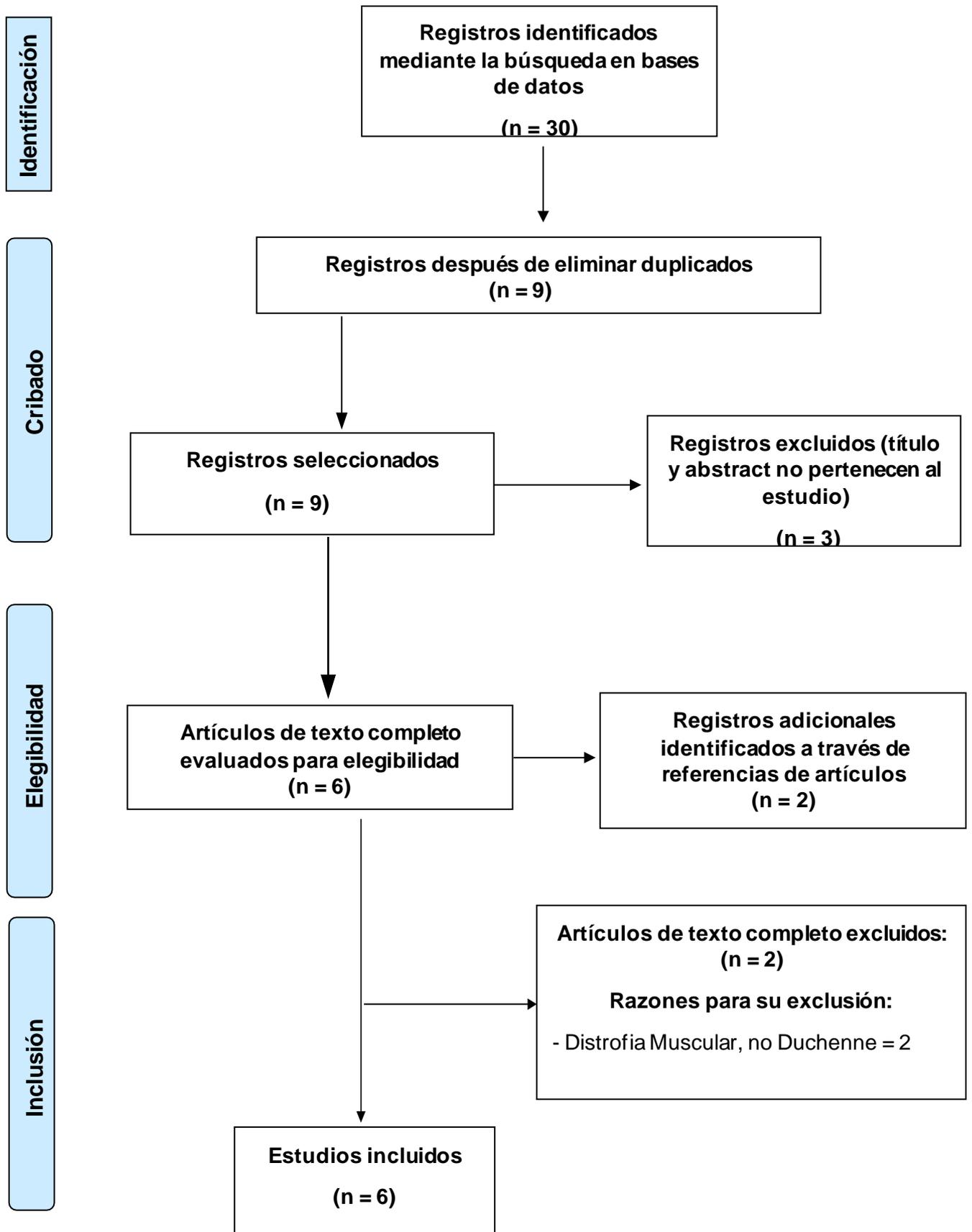


Figura 3. Diagrama de Flujo del proceso de selección de artículos siguiendo las recomendaciones PRISMA

puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave; +: Sí; -: No.; VE: Validez externa; VI: Validez interna; IER: Interpretación estadística de resultados

Para la evaluación de la evidencia se ha empleado un método cualitativo para su evaluación recomendado por "Scottish Intercollegiate Guidelines Networks (SIGN) el cual emplea diferentes niveles de evidencia y recomendación. Estos niveles que comprenden esta evaluación se observan en la tabla IV y V.

Tabla IV. Niveles de evidencia para estudios de tratamiento (propuesta SIGN)⁶⁰

NE	Interpretación
1++	Meta-análisis de alta calidad, RS de EC ó EC de alta calidad con muy poco riesgo de sesgo
1+	Meta-análisis bien realizados, RS de EC ó EC bien realizados con poco riesgo de sesgos
1-	Meta-análisis, RS de EC ó EC con alto riesgo de sesgos
2++	RS de alta calidad de estudios de cohortes o de casos y controles. Estudios de cohortes o de casos y controles con bajo riesgo de sesgo y con alta probabilidad de establecer una relación causal
2+	Estudios de cohortes o de casos y controles bien realizados con bajo riesgo de sesgo y con una moderada probabilidad de establecer una relación causal
2-	Estudios de cohortes o de casos y controles con alto riesgo de sesgo y riesgo significativo de que la relación no sea causal
3	Estudios no analíticos, como informes de casos y series de casos
4	Opinión de expertos

Tabla V. Grados de recomendación para estudios de tratamiento (propuesta SIGN)⁶⁰.

Grado de recomendación	Interpretación
A	Al menos un meta-análisis, RS ó EC clasificado como 1++ y directamente aplicable a la población diana de la guía; o un volumen de evidencia científica compuesto por estudios clasificados como 1+ y con gran consistencia entre ellos.
B	Volumen de evidencia científica compuesta por estudios clasificados como 2++ , directamente aplicable a la población blanco de la guía y que demuestran gran consistencia entre ellos; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 1++ ó 1+
C	Volumen de evidencia científica compuesta por estudios clasificados como 2+ directamente aplicables a la población blanco de la guía y que demuestran gran consistencia entre ellos; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 2++
D	Evidencia científica de nivel 3 ó 4; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 2+

En la presente revisión también se ha evaluado el riesgo de sesgo de los resultados de cada estudio en ella incluidos, siguiendo las recomendaciones de la Colaboración Cochrane para evaluar el riesgo de sesgo⁶¹. Evalúa diferentes ítems respondiendo "Sí" o

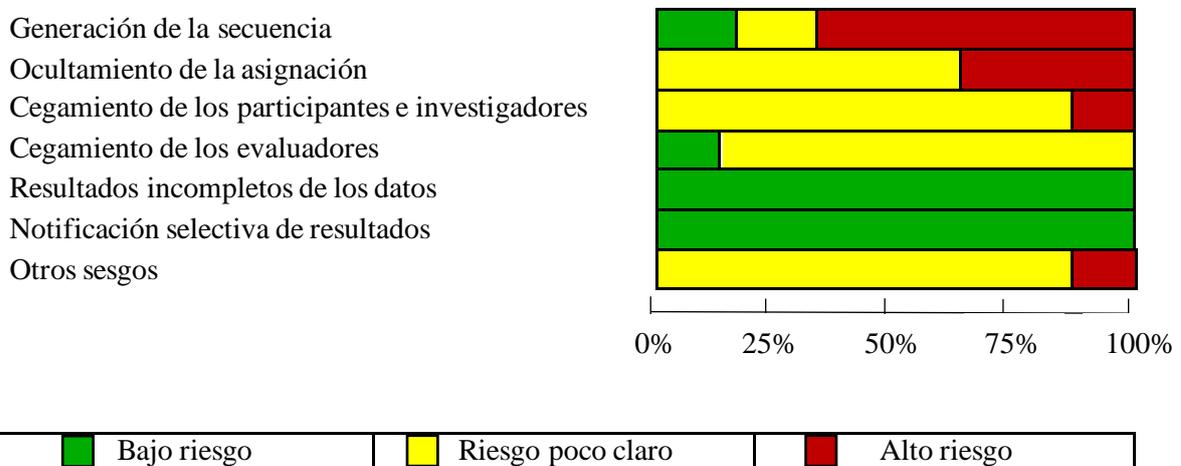
“No” a cada pregunta, indicando un bajo o alto riesgo de sesgo, respectivamente. “Poco claro” se responde en caso de falta de información o duda en el riesgo de sesgo. (Figuras 4 y 5).

Se extrajeron los siguientes datos de cada artículo: autor, año, características de los sujetos, edad, sexo, tamaño de la muestra, evaluación, intervención y resultados.

Figura 4. Resumen de riesgo de sesgo para cada uno de los estudios incluidos

	Malheiros et al. 2015	Capelini et al. 2017	Quadrado et al. 2017	Masseti et al. 2018	Heutinck et al. 2018	Freitas et al. 2019
Generación de la secuencia	-	-	-	?	+	-
Ocultamiento de la asignación	?	-	?	?	-	?
Cegamiento de los participantes e investigadores	?	?	?	?	-	?
Cegamiento de los evaluadores	?	?	?	?	+	?
Resultados incompletos de los datos	+	+	+	+	+	+
Notificación selectiva de resultados	+	+	+	+	+	+
Otros sesgos	?	?	?	?	-	?

Figura 5. Resumen riesgo de sesgo representado en porcentajes



La evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos se muestra en las figuras 4 y 5. Todos los estudios tienen menor rasgo de sesgo tanto en los resultados incompletos como en la notificación selectiva de los mismos. En cambio, se observa que el mayor rasgo de sesgo general se encuentra en la generación de la secuencia. Así mismo, al comparar el riesgo de sesgo para cada uno de los estudios incluidos, se aprecia que, en general presenta menor riesgo de sesgo el ensayo de Heutinck et al⁶⁶.

4. RESULTADOS

En esta revisión se han incluido 6 ensayos clínicos controlados y aleatorizados. Dichos ensayos han sido publicados por Malheiros et al.⁶², Capelini et al.⁶³, Quadrado et al.⁶⁴, Masseti et al.⁶⁵, Heutinck et al.⁶⁶ y de Freitas et al.⁶⁷. A continuación, en la tabla VI, se detallan las características de los artículos seleccionados para la revisión. En ella se incluyen la muestra, la intervención, las variables y los resultados obtenidos.

4.1 Participantes

Los estudios incluidos en esta revisión contenían información sobre 404 pacientes. El estudio con mayor muestra de pacientes fue el de de Freitas et al.⁶⁷, el cual contaba con 120 participantes, y con menor muestra el de Heutinck et al.⁶⁶ con 16 participantes como muestra la Figura 4 más detalladamente.

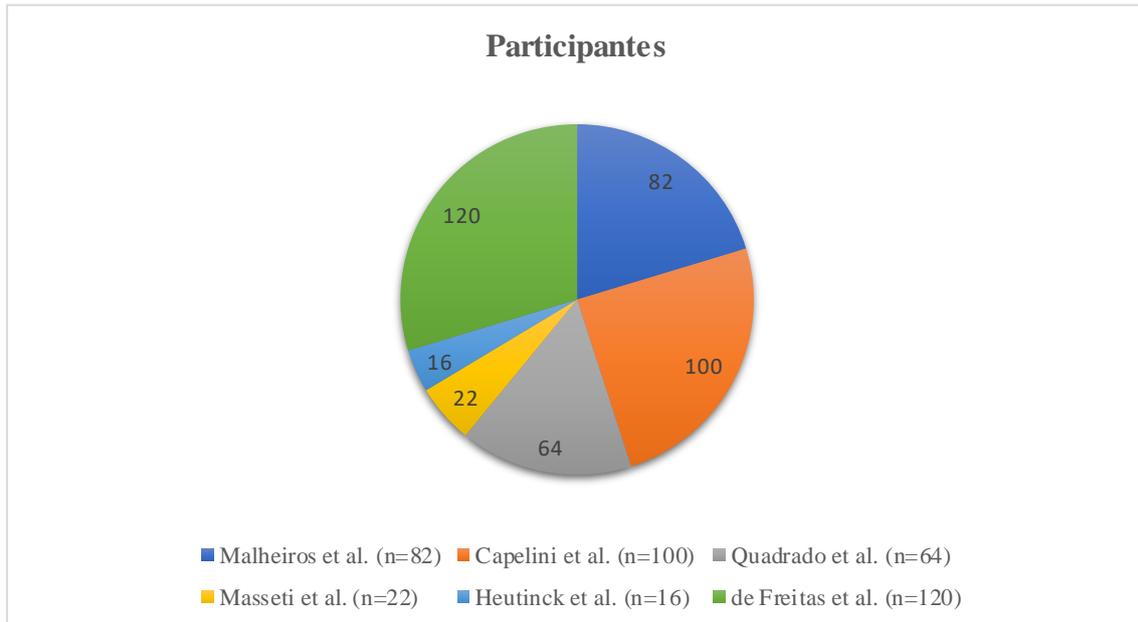


Figura 4. Distribución de los participantes

4.2 Análisis del contenido de la información

Los 6 artículos incluidos en esta revisión analizan diferentes variables de estudio, entre las que se encontraron principalmente: el tiempo de movimiento, el error de temporización constante, variable y absoluto, la función del miembro superior y el número de burbujas alcanzadas. Otras variables que fueron medidas son la fuerza muscular, el rango de movimiento articular activo, la ecografía muscular cuantitativa, la función motora distal y la calidad de vida.

En cada estudio se utilizó un tipo o variedad de RV diferente. En primer lugar, Malheiros et al.⁶² optaron por la resolución en el menor tiempo posible de un laberinto programado en un ordenador con un único camino correcto con variaciones según la etapa. Capelini et al.⁶³ se ayudaron de un smartphone modelo Nokia 500 en el que los individuos tenían que dirigir a una pelota virtual por un laberinto hasta la meta en el menor tiempo posible mediante el juego denominado Marble Maze Classic®. Quadrado et al.⁶⁴ se decantaron por dos tareas de sincronización de coincidencias utilizando un software con una cámara web, en el que en la tarea virtual los participantes debían interceptar un objeto moviendo sus manos y en la real pulsar una tecla en el ordenador. Masseti et al.⁶⁵ de manera similar al ensayo anterior emplearon un Sensor Kinect que detectaba el movimiento del paciente, el cual tenía que tocar un cubo rojo de la pantalla lo más rápido posible en la virtual y en la real tocar el cubo físico. Heutinck et al.⁶⁶ se ayudaron de la Playstation II con juegos de realidad virtual mientras se utiliza el soporte dinámico de MMSS Gainboy®. Además, EyeToy grabó al participante y proyectó su imagen en la pantalla. Por último, de Freitas et al.⁶⁷ decidieron incluir tres interfaces diferentes de RV: el Kinect®, la pantalla táctil de ordenador y el Leap Motion® en un diseño cruzado en el que todos los participantes utilizaron todos los dispositivos.

A pesar de cierta preferencia por la tarea virtual debido a todas las características lúdicas, Quadrado et al.⁶⁴ y Masseti et al.⁶⁵ coincidieron en que la tarea virtual propuesta fue más difícil para los individuos que la tarea real. Esto se debió a que al evaluar la transferencia se obtuvo un mayor tiempo y a que al realizar la adquisición en un entorno real después no había transferencia al real, sin embargo, sí que se producía desde el virtual al real.

Además, la interfaz Leap Motion® obtuvo un rendimiento significativamente mejor en los pacientes con DMD que con las interfaces Kinect y la pantalla táctil en el estudio de Freitas et al.⁶⁷. Estos autores opinan que fue debido a que su muestra estuvo compuesta por jóvenes con buenas puntuaciones en la dimensión 3 de la escala MFM, es decir, que no tenían un gran deterioro de la función distal que pudiera afectar al rendimiento de la tarea.

Por último, la relación entre la función motora distal y el rendimiento de la tarea fueron estudiadas en dos ensayos. Por un lado, Malheiros et al.⁶² afirman que éste estuvo afectado por el nivel de desempeño inicial de los individuos, sugiriendo que una mejor funcionalidad lleva a un mejor desempeño. Y, por otro lado, Capelini et al.⁶³ que encontraron resultados diferentes en relación con la dimensión D3 y D1 siendo esta última importante en las actividades de transferencia y transiciones posturales, así como la mejora del rendimiento.

En esta revisión no hemos encontrado resultados primarios ya que no existe unanimidad de evaluación de la misma variable en todos los artículos. Sin embargo, se puede destacar que la variable más estudiada fue el tiempo de movimiento. Además, sólo el ensayo de Heuntick et al.⁶⁶ distingue entre variables primarias y secundarias.

4.3 Resultados secundarios

En los estudios que conforman esta revisión se han medido las siguientes variables utilizando diferentes instrumentos de medida por los autores. En primer lugar, el tiempo de movimiento fue evaluado en los estudios de Malheiros et al.⁶², Capellini et al.⁶³ y Masseti et al.⁶⁵, siendo estudiada en el 50% de los artículos seleccionados. El tiempo de movimiento fue medido por los dispositivos electrónicos utilizados en todos ellos.

En el caso de los errores de temporización constante, variable y absoluto estudiados en el ensayo de Quadrado et al.⁶⁴ fueron calculados por el ordenador utilizado para ambas tareas, tanto la virtual como la real.

Por otro lado, de Freitas et al.⁶⁷ se basaron en el número de burbujas alcanzadas medidas de la misma forma que anteriores variables mediante el dispositivo tecnológico de la interfaz.

Por último, la función del miembro superior estudiada por Heuntick et al.⁶⁶, fue valorada a través de la escala de la “Evaluación Funcional de la Extremidad Superior”. La escala incluyó 21 ítems, los cuales fueron agrupados en 4 dimensiones. Cada ítem puede ser puntuado de 0 a 5, salvo 5 de ellos que puntúan entre 0 y 4. La escala tiene un puntaje total que fluctúa entre 0 y 120.

Además, Heuntick et al.⁶⁶ evaluaron otras variables como se mencionó anteriormente, con sus respectivos instrumentos de medida, las cuales fueron: la fuerza muscular de los músculos deltoides, tríceps y bíceps de ambos miembros superiores medida con un dinamómetro de mano (HHD); el rango de movimiento articular, para el cual se utilizó un análisis de movimiento en 3D con un sistema de análisis de movimiento VICON (Oxford Metrics, Oxford UK); la ecografía muscular cuantitativa: se utilizó un ecógrafo para calcular la intensidad del bíceps braquial y los flexores de la muñeca; la dimensión

3 de la escala de la Función Motora (MFM) y el Abilhand-plus y la calidad de vida, que fue evaluada con dimensión Kidscreen-52 "Bienestar físico" y la Pregunta de salud global.

Tabla VI. Síntesis de resultados de los artículos.

REFERENCIA	PARTICIPANTES	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
Malheiros et al. ⁶² (2015)	N = 82 ♂ Edad media = 18,15 años GDMD = 42 GTD = 42	Ensayo, A: 20 rep. L1, descanso 5', R: 5 rep. L1, T: 5 rep. L2.	- MT	<ul style="list-style-type: none"> - ↓ significativa de la MT entre el 1^{er} y el último bloque A, sólo para GDMD. Aunque el GTD MT menor al final. - R: similares en ambos grupos, pero significativos para GDMD (P=0,001). - T: ≠ significativas para GDMD (P=0.01) - No resultados significativos en MFM total, pero sí en D3 en todas las fases.
Capelini et al. ⁶³ (2017)	N = 100 ♂ Edad: entre 10 y 34 años GDMD = 50 GTD = 50	Cada grupo se dividió en 2 subgrupos, mismo patrón del otro grupo, pero invertido horizontal/vertical. A: 30 rep. L1, descanso 5', R: 5 rep. L1, T1: 5 rep. L opuesto, T2: 5 rep. L1 mano no dominante, T3: 5 rep. L1 invirtiendo el inicio y la meta.	- MT	<ul style="list-style-type: none"> - GDMD más tiempo que GTD en todas las fases. - A: ↓ significativa de MT (P=0,001). - R: no ≠ significativa. - T: el diseño de L influyó en el rendimiento. Sólo el la berinto más difícil permitió la transferencia. - Cuanto menos afectada está la función del tronco > mejora en el rendimiento.
Quadrado et al. ⁶⁴ (2017)	N = 64 ♂ Edad: 18±5,1 años GDMD = 32 GTD = 32	Cada grupo se dividió en 2 subgrupos y cada uno realizó un tipo de tarea, que se cambió en la T2. A: 20 rep., descanso 5', R: 5 rep., T1: 5	- Error de temporización constante, variable y absoluto	<ul style="list-style-type: none"> - A: sólo GDMD mostró una mejora en el rendimiento 1^o - último bloque. - R: ambos grupos mantienen el rendimiento. - T1: sólo GTD mostró una ≠ significativa en el error variable con respecto A final. Error absoluto: GTD mantuvo buen

		rep. más velocidad, T2: 5 rep. interfaz no utilizada		<p>desempeño, pero para GDMD, fue mayor con respecto A final.</p> <ul style="list-style-type: none"> - T2: los errores absolutos y variables indicaron ≠ significativas. GDMD y GTD que realizaron la tarea real mostraron ≠ entre el bloque A y T, pero no la virtual. - La tarea virtual facilitó la transferencia al entorno real para DMD.
Masseti et al. ⁶⁵ (2018)	N = 22 ♂ GI = 11, edad = 14.8±4 años GC = 11, edad = 16.8±4 años	A:30 rep., descanso 5', R:5 rep., T:5 rep. objeto máxima distancia individual.	- MT	<ul style="list-style-type: none"> - A: ≠ significativas entre inicio y fin (P= 0.026). Menor MT en la real, pero ↓ más en inicio virtual. - R: no ≠ significativas, el rendimiento se mantuvo. - T: todos MT mayor en la tarea virtual que la real. - La tarea en la que comenzaron los participantes no no afectó significativamente al rendimiento.
Heutinck et al. ⁶⁶ (2018)	N = 16 GI = 7, edad = 12.9±2.8 años GC = 9, edad = 12.6±3.4 años	5 sesiones semanales de 15' 20 semanas.	<ul style="list-style-type: none"> - Función del MS - Fuerza muscular - ROM activo - EQM - QOL 	<ul style="list-style-type: none"> - No ≠ significativas en la PUL (P=0,361). - ROM activo del codo aumentó en GI 15,7±22,1° grados y ↓ en GC -18,9±25,3° (p = 0,018). - La fuerza de extensión del codo aumentó 1,5±1,8 libras en GI y ↓ en GC -0,2±1,6 libras (p = 0,038). - Otras variables: no ≠ significativas.
de Freitas et al. ⁶⁷ (2019)	N = 120 Edad = 16±5 años, entre 9 y 34 años GI = 60 GC = 60	A: suficientes intentos para llegar a las 150 burbujas, descanso 5', R:1 rep., T1 y T2:1 rep. en cada dispositivo no utilizado en A	- Número de burbujas alcanzadas	<ul style="list-style-type: none"> - A: ≠ significativas entre el 1^{er} y último intento (P<0,001), GI peor rendimiento que GC. Mejor rendimiento GI: Leap Motion. - R: mismos efectos entre último intento de A y R.

				<ul style="list-style-type: none"> - T1: Grupos inicio con pantalla táctil ↓ rendimiento en T para Leap Motion. No ≠ significativas en las otras interfaces. Mejor rendimiento GI: T desde Leap Motion a pantalla táctil. GI peor rendimiento. - T2: Grupos inicio en pantalla táctil ↓ rendimiento en T para Kinect. ≠ significativas entre A/R en Leap Motion y la T para Kinect, pero no ≠ significativas entre A/R en Kinect y la transferencia para Leap Motion.
--	--	--	--	---

A: fase de adquisición, EQM: ecografía muscular cuantitativa, GC: grupo control, GDMD: grupo participantes con distrofia muscular de Duchenne, GI: grupo intervención, GTD: grupo con desarrollo típico, L: laberinto, MT: Tiempo de movimiento, PUL: Rendimiento del módulo del miembro superior, QOL: calidad de vida, R: fase de retención, ROM: rango de movimiento articular, T: fase de transferencia, ♂: varón.

5. DISCUSIÓN

En esta investigación hemos querido analizar, según la evidencia actual, la efectividad de los tratamientos de fisioterapia con RV en individuos con DMD.

Autores como Bieć et al.⁶⁸ apoyan el hecho de que los pacientes tienen cierta preferencia por las actividades de RV debido a la facilidad de acceso, sus cualidades lúdicas y el poder de fascinación. Sin embargo, en línea con las investigaciones de Quadrado et al.⁶⁴ y Masseti et al.⁶⁵ se debe tener en cuenta que por sus características la RV suele ser mucho más compleja que una actividad real. La retroalimentación táctil puede incluir la sensación de tacto, la temperatura y las características de fricción de la superficie asociadas al objeto tocado. Los estudios de Yano et al.⁶⁹ y Spence⁷⁰ sustentan que el empleo de las sensaciones táctiles aumenta la sensibilidad de otros estímulos presentes en el mismo entorno y proporciona un canal de comunicación eficaz, lo que podría explicar la mayor facilidad de las tareas reales.

En cuanto al rendimiento, Malheiros et al.⁶² indicaron que sólo los participantes del grupo DMD obtuvieron diferencias significativas de rendimiento entre el principio y el final de la fase de adquisición, con un tiempo reducido para realizar la tarea. Además, los sujetos con DMD fueron capaces de mantener su desempeño, y aunque hubo una diferencia significativa entre la retención y la transferencia, los valores de la MT de la transferencia fueron inferiores a los de la línea de base. Estos resultados sugieren que los individuos con DMD fueron capaces de adaptarse a la tarea y mejorar su rendimiento con el entrenamiento. De forma similar, Savion-Lemieux y Penhune⁷¹ observaron una reducción en el tiempo para ejecutar una tarea después del entrenamiento, verificando el aprendizaje.

Sin embargo, el rendimiento de los individuos con DMD fue inferior al del grupo con sujetos con desarrollo típico en todas las fases de la tarea^{62-64,67}, lo que manifiesta que a pesar de la capacidad de aprender una tarea motriz su enfermedad dificulta su desarrollo funcional. Además, afirman que los participantes del grupo con desarrollo típico no mejoraron significativamente su rendimiento durante el entrenamiento. Esto puede ser debido a que la MT verificada en el primer bloque de adquisición ya estaba cerca de su rendimiento más rápido por lo que no hubo grandes diferencias. Estas afirmaciones aluden a que la tarea resultaba menos complicada a los participantes sanos que a los que contaban con DMD. Así mismo, Nakafuji y Tsuji⁷² observaron una mejora en la curva de aprendizaje, con el grupo con DMD obteniendo un desempeño ligeramente peor que el GC. Por otra parte, Cyrulnik et al.⁷³ apuntaron que las dificultades de los individuos con DMD comparadas con los sanos podrían ser debidas al déficit, tanto en medidas de funcionamiento adaptativo, como en cognición, lenguaje receptivo y expresivo, habilidades visuales-espaciales, habilidades motoras finas, atención y memoria.

Al analizar el desempeño motor en personas con DMD, hay una correlación positiva entre la debilidad muscular y la pérdida de función, lo que se traduce en un tiempo más elevado para ejecutar las habilidades motoras^{74,75}. En la DMD, esto puede ocurrir a través de la reducción de la velocidad de conducción nerviosa de la fibra muscular, que conduce a un retraso en la propagación de la excitación, retrasando el tiempo de contracción de la fibra muscular⁷⁶⁻⁷⁸. Adicionalmente, hay evidencia de daño motor fino en estos individuos, particularmente en relación al número de fibras musculares esqueléticas (tipo II) usadas en la contracción especializada y movimiento rápido, estas fibras están severamente afectadas en la DMD^{79,80}.

Por un lado, Malheiros et al.⁶² obtuvieron una correlación negativa significativa entre la MFM-D3 y el rendimiento de los usuarios, que muestra que tiene una buena puntuación

en MFM-D3 necesitaron menos tiempo para concluir el laberinto. Sin embargo, de Freitas et al.⁶⁷ afirmaron no encontrar ninguna relación entre la dimensión D3 de la escala MFM y el rendimiento que posiblemente podría estar influido debido a la edad de los participantes, ya que la mayoría eran adolescentes y quizás no había suficiente deterioro en la función distal como para influir en los resultados. Esta especulación se confirma con el estudio de Mattar y Sobreira⁸¹ los cuales indicaron que la fuerza de las manos en individuos con DMD disminuye con la edad y es significativamente diferente comparada con los adultos de desarrollo típico.

Por otro lado, al analizar la dimensión D1 de la escala MFM que evalúa la bipedestación y las transferencias, existió cierta controversia entre Capelini et al.⁶³ los cuales indicaron una asociación positiva con la mejora en el uso del smartphone, sugiriendo que cuanto menos afectada está la función del tronco para las transferencias, mayor es la mejora en el rendimiento y de Freitas et al.⁶⁷ que reflejaron que esta dimensión no influyó en ninguna de las tareas.

Por último, respecto a la transferencia del rendimiento a largo plazo, la literatura muestra que las mejoras de las funciones musculares inducidas por el entrenamiento pueden observarse después de seis semanas de entrenamiento físico⁸². Sin embargo, solo fue evaluada a largo plazo durante 20 semanas por Heutinck et al.⁶⁶ por lo que no se puede sacar una afirmación general.

5.1 Limitaciones

Antes de expresar las conclusiones extraídas de la realización de este trabajo, deben ser expuestas las limitaciones a la hora de su elaboración.

En primer lugar, mencionar el reducido número de investigaciones realizadas actualmente sobre esta patología en el campo de la fisioterapia, además de la carencia de la muestra y

el número de estudios incluidos, ya que deberían ser mayores para probar unos resultados más evidentes y fiables.

Otras limitaciones encontradas han sido la variabilidad de los autores en el tipo de variable a estudiar y su medición, debido a que han sido medidas variables muy diversas.

Por ello, es necesario seguir esta línea de investigación debido a la escasez de publicaciones con alta calidad metodológica, con el objetivo de incluir la fisioterapia en protocolos de tratamiento en pacientes con DMD.

6. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en nuestro trabajo, se puede concluir que:

- La RV es una forma de terapia novedosa y de la que se extraen buenos resultados en pacientes diagnosticados de DMD.
- La actividad virtual facilitó la transferencia del aprendizaje en un entorno real, la cual no fue conseguida al realizar en primer lugar la real. Tanto el ROM como la fuerza de extensión del codo mejoran significativamente mediante la RV, sin embargo, no se muestra una clara transferencia a largo plazo, ni resultados significativos en la calidad de vida.
- Los dispositivos de RV que fueron utilizados por los autores fueron una pantalla táctil, un laberinto programado en un ordenador, un smartphone Nokia 500, la Play Station, el Leap Motion® y el sensor Kinect®.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Flanigan KM. Duchenne and Becker muscular dystrophies. *Neurol Clin* [Internet]. 2014 [12 Feb 2021]; 32(3):671-88. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25037084/>
2. Ryder S, Leadley RM, Armstrong N, Westwood M, de Kock S, Butt T et al. The burden, epidemiology, costs and treatment for Duchenne muscular dystrophy: an evidence review. *Orphanet J Rare Dis* [Internet]. 2017 [12 Feb 2021]; 12(1):79. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28446219/>
3. 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 Glob Health* [Internet]. 2018 [12 Feb 2021];4422(18). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29395989/>
4. Jung IY, Chae JH, Park SK, Kim JH, Kim JY, Kim SJ. The correlation analysis of functional factors and age with duchenne muscular dystrophy. *Ann Rehabil Med* [Internet]. 2012 [12 Feb 2021]; 36:22–32. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3309314/>
5. Giliberto F, Radic CP, Luce L, Ferreiro V, de Brasi C, Szijan I. Symptomatic female carriers of Duchenne muscular dystrophy (DMD): genetic and clinical characterization. *J Neurol Sci* [Internet]. 2014 [12 Feb 2021]; 336(1-2):36-41. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24135430/>
6. Lee T, Takeshima Y, Kusunoki N, Awano H, Yagi M, Matsuo M, et al. Differences in carrier frequency between mothers of Duchenne and Becker muscular dystrophy patients. *J Hum Genet* [Internet]. 2014 [12 Feb 2021]; 59(1):46-50. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24225992/>

7. Martín P, Solís F. Duchenne muscular dystrophy: incidence, prevalence, sociodemographic and clinical characteristics of patients admitted to Teletón Chile from 1993 to 2013. Rehabil. integral [Internet]. 2015 [12 Feb 2021]; 10(2): 83-90. Disponible en: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=784611&indexSearch=ID>
8. National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS) [Internet]. Marzo 2020. [12 Feb 2021]. Disponible en: <https://www.ninds.nih.gov/Disorders/Patient-Caregiver-Education/Hope-Through-Research/Muscular-Dystrophy-Hope-Through-Research>
9. Aartsma-Rus A, Ginjaar IB, Bushby K. The importance of genetic diagnosis for Duchenne muscular dystrophy. J Med Genet [Internet]. 2016 [12 Feb 2021]; 53(3):145-51. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4789806/>
10. Kim J, Jung IY, Kim SJ, Lee JY, Park SK, Shin HI, et al. A New Functional Scale and Ambulatory Functional Classification of Duchenne Muscular Dystrophy: Scale Development and Preliminary Analyses of Reliability and Validity. Ann Rehabil Med [Internet]. 2018 [12 Feb 2021];42(5):690-701. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30404418/>
11. Gomez-Merino E, Bach JR. Duchenne muscular dystrophy: prolongation of life by noninvasive ventilation and mechanically assisted coughing. Am J Phys Med Rehabil [Internet]. 2002 [15 Feb 2021]; 81(6):411-5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12023596/>

12. Tzeng AC, Bach JR. Prevention of pulmonary morbidity for patients with neuromuscular disease. *Chest* [Internet]. 2000 [15 Feb 2021];118(5):1390-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11083691/>
13. Phillips MF, Smith PE, Carroll N, Edwards RH, Calverley PM. Nocturnal oxygenation and prognosis in Duchenne muscular dystrophy. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 1999 [15 Feb 2021];160(1):198-202. Disponible en: <https://www.atsjournals.org/doi/full/10.1164/ajrccm.160.1.9805055>
14. Birnkrant DJ, Bushby K, Bann CM, Alman BA, Apkon SD, Blackwell A, et al. DMD Care Considerations Working Group. Diagnosis and management of Duchenne muscular dystrophy, part 2: respiratory, cardiac, bone health, and orthopaedic management. *Lancet Neurol* [Internet]. 2018 [15 Feb 2021];17(4):347-361. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29395990/>
15. Bach JR, Martinez D. Duchenne muscular dystrophy: continuous noninvasive ventilatory support prolongs survival. *Respir Care* [Internet]. 2011 [15 Feb 2021];56(6):744-50. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21333078/>
16. Ishikawa Y, Miura T, Ishikawa Y, Aoyagi T, Ogata H, Hamada S, et al. Duchenne muscular dystrophy: survival by cardio-respiratory interventions. *Neuromuscul Disord* [Internet]. 2011 [15 Feb 2021];21(1):47-51. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21144751/>
17. Birnkrant DJ, Bushby KM, Amin RS, Bach JR, Benditt JO, Eagle M, et al. The respiratory management of patients with duchenne muscular dystrophy: a DMD care considerations working group specialty article. *Pediatr Pulmonol* [Internet]. 2010 [15 Feb 2021];45(8):739-48. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20597083/>

18. Humbertclaude V, Hamroun D, Bezzou K, Bérard C, Boespflug-Tanguy O, Bommelaer C, et al. Motor and respiratory heterogeneity in Duchenne patients: implication for clinical trials. *Eur J Paediatr Neurol* [Internet]. 2012 [15 Feb 2021];16(2):149-60. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21920787/>
19. Chiou M, Bach JR, Jethani L, Gallagher MF. Active lung volume recruitment to preserve vital capacity in Duchenne muscular dystrophy. *J Rehabil Med* [Internet]. 2017 [15 Feb 2021];49(1):49-53. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27630091/>
20. Bianchi C, Baiardi P. Cough peak flows: standard values for children and adolescents. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2008 [15 Feb 2021];87(6):461-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18496248/>
21. LoMauro A, Romei M, D'Angelo MG, Aliverti A. Determinants of cough efficiency in Duchenne muscular dystrophy. *Pediatr Pulmonol* [Internet]. 2014 [15 Feb 2021];49(4):357-65. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23852963/>
22. McNally EM. New approaches in the therapy of cardiomyopathy in muscular dystrophy. *Annu Rev Med* [Internet]. 2007 [15 Feb 2021];58:75-88. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17217326/>
23. Chenard AA, Becane HM, Tertrain F, de Kermadec JM, Weiss YA. Ventricular arrhythmia in Duchenne muscular dystrophy: prevalence, significance and prognosis. *Neuromuscul Disord* [Internet]. 1993 [15 Feb 2021];3(3):201-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7691292/>
24. Finsterer J, Cripe L. Treatment of dystrophin cardiomyopathies. *Nat Rev Cardiol* [Internet]. 2014 [15 Feb 2021];11(3):168-79. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24419258/>

25. Wollinsky KH, Kutter B, Geiger PM. Long-term ventilation of patients with Duchenne muscular dystrophy: experiences at the Neuromuscular Centre Ulm. *Acta Myol* [Internet]. 2012 [15 Feb 2021];31(3):170-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23620648/>
26. Epstein AE, DiMarco JP, Ellenbogen KA, Estes NA, Freedman RA, Gettes LS, et al. A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *Circulation* [Internet]. 2013 [15 Feb 2021];117(21):e350-408. Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0b013e318276ce9b>
27. Larson CM, Henderson RC. Bone mineral density and fractures in boys with Duchenne muscular dystrophy. *J Pediatr Orthop* [Internet]. 2000 [15 Feb 2021];20(1):71-4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10641693/>
28. Ward LM, Konji VN, Ma J. The management of osteoporosis in children. *Osteoporos Int* [Internet]. 2016 [15 Feb 2021];27(7):2147-79. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27125514/>
29. Bachrach LK. Diagnosis and treatment of pediatric osteoporosis. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* [Internet]. 2014 [16 Feb 2021];21(6):454-60. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25232753/>
30. Sbrocchi AM, Rauch F, Jacob P, McCormick A, McMillan HJ, Matzinger MA, et al. The use of intravenous bisphosphonate therapy to treat vertebral fractures due to osteoporosis among boys with Duchenne muscular dystrophy. *Osteoporos Int* [Internet]. 2012 [16 Feb 2021];23(11):2703-11. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22297733/>
31. Aartsma-Rus A, Ginjaar IB, Bushby K. The importance of genetic diagnosis for Duchenne muscular dystrophy. *J Med Genet* [Internet]. 2016 [16 Feb

- 2021];53(3):145-51. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4789806/>
32. Kim J, Jung IY, Kim SJ, Lee JY, Park SK, Shin HI, et al. A New Functional Scale and Ambulatory Functional Classification of Duchenne Muscular Dystrophy: Scale Development and Preliminary Analyses of Reliability and Validity. *Ann Rehabil Med* [Internet]. 2018 [16 Feb 2021];42(5):690-701. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30404418/>
33. Kostek M. Precision Medicine and Exercise Therapy in Duchenne Muscular Dystrophy. *Sports (Basel)* [Internet]. 2019 [16 Feb 2021];7(3):64. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6473733/>
34. McDonald CM, Henricson EK, Abresch RT, et al. Long-term effects of glucocorticoids on function, quality of life, and survival in patients with Duchenne muscular dystrophy: a prospective cohort study. *Lancet* [Internet]. 2018 [16 Feb 2021]; 391: 451-61. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29174484/>
35. Verhaart IEC, Aartsma-Rus A. Therapeutic developments for Duchenne muscular dystrophy. *Nat Rev Neurol* [Internet]. 2019 [16 Feb 2021]; 15: 373-86. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31147635/>
36. Ortez C, Natera de Benito D, Carrera García L, Expósito J, Nolasco G, Nascimento A. Advances in the treatment of Duchenne muscular dystrophy. *Medicina* [Internet]. 2019 [16 Feb 2021];79 Suppl 3:77-81. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31603849/>
37. Ampudia M, Fernández MY, Malpartida J, Ampudia M. Duchenne muscular Dystrophy: diagnosis and treatment. *Revista Médica Sinergia* [Intenet]. 2019 [16 Feb 2021]; 4 (12). Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/468015936/315-Texto-del-articulo-1920-1-10-20191126>

38. Bushby K, Finkel R, Birnkrant DJ, Case LE, Clemens PR, Cripe L, et al. Diagnosis and management of Duchenne muscular dystrophy, part 2: implementation of multidisciplinary care. *Lancet Neurol* [Internet]. 2010 [16 Feb 2021];9(2):177-89. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19945914/>
39. 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* [Internet]. 2013 [16 Feb 2021];27(9):816-27. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23884013/>
40. Vignos PJ Jr. Physical models of rehabilitation in neuromuscular disease. *Muscle Nerve* [Internet]. 1983 [16 Feb 2021];6(5):323-38. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6888414/>
41. Vignos PJ, Wagner MB, Karlinchak B, Katirji B. Evaluation of a program for long-term treatment of Duchenne muscular dystrophy. Experience at the University Hospitals of Cleveland. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 1996 [16 Feb 2021];78(12):1844-52. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8986661/>
42. Darras B. Duchenne and Becker muscular dystrophy: Management and prognosis. *Uptodate* [Internet]. 2018 [16 Feb 2021]; 4-9. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=90281>
43. Tratamiento multidisciplinar de la Distrofia Muscular de Duchenne [Internet]. Disponible en: <https://www.duchenne-spain.org/tratamiento/>
44. Burgstahler S, Comden D, Lee SM, Arnold A, Brown K. Computer and cell phone access for individuals with mobility impairments: an overview and case studies.

- NeuroRehabilitation [Internet]. 2011 [8 Abr 2021];28(3):183–197. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21558625/>
45. de Mello Monteiro CB, Massetti T, da Silva TD, et al. Transfer of motor learning from virtual to natural environments in individuals with cerebral palsy. Res Dev Disabil [Internet]. 2014 [8 Abr 2021]; 35:2430-7. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24981192/>
46. Sveistrup H. Motor rehabilitation using virtual reality. J Neuroeng Rehabil [Internet]. 2004; 1:10. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15679945/>
47. Lohse K, Shirzad N, Verster A, et al. Video games and rehabilitation: Using design principles to enhance engagement in physical therapy. J Neurol Phys Ther [Internet]. 2013 [8 Abr 2021]; 37:166–75. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24232363/>
48. Luna-Oliva L, Ortiz-Gutiérrez RM, Cano-de la Cuerda R, Piédrola RM, Alguacil-Diego IM, Sánchez-Camarero C, et al. Kinect Xbox 360 as a therapeutic modality for children with cerebral palsy in a school environment: a preliminary study. NeuroRehabilitation [Internet]. 2013 [8 Abr 2021];33(4):513-21. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24018364/>
49. Goble DJ, Cone BL, Fling BW. Using the Wii Fit as a tool for balance assessment and neurorehabilitation: the first half decade of “Wii-search”. J NeuroEngineering Rehabil [Internet]. 2014 [8 Abr 2021]; 12. Disponible en:
<https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-12>
50. Esculier JF, Vaudrin J, Bériault P, Gagnon K, Tremblay LE. Home-based balance training programme using Wii Fit with balance board for Parkinsons's disease: a

- pilot study. *J Rehabil Med* [Internet]. 2012 [8 Abr 2021]; 44(2):144-50. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22266676/>
51. Cameirão MS, Badia SB, Oller ED, Verschure PF. Neurorehabilitation using the virtual reality based Rehabilitation Gaming System: methodology, design, psychometrics, usability and validation. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2010 [8 Abr 2021] 22;7:48. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20860808/>
52. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, McIlroy W, Cheung D, et al. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke* [Internet]. 2010 [8 Abr 2021];41(7):1477-84. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20508185/>
53. Belda-Lois JM, Mena-del Horno S, Bermejo-Bosch I, Moreno JC, Pons JL, Farina D, et al. Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down approach. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2011 [8 Abr 2021]; 8:66. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3261106/>
54. Mhatre PV, Vilares I, Stibb SM, Albert MV, Pickering L, Marciniak CM, et al. Wii Fit balance board playing improves balance and gait in Parkinson disease. *PM R* [Internet]. 2013 [8 Abr 2021]; 5(9):769-77. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23770422/>
55. Wagner KR, Lechtzin N, Judge DP. Current treatment of adult Duchenne muscular dystrophy. *Biochim Biophys Acta* [Internet]. 2007 [8 Abr 2021]; 1772(2):229–37. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/82818379.pdf>
56. Eagle M, Baudouin SV, Chandler C, Giddings DR, Bullock R, Bushby K. Survival in Duchenne muscular dystrophy: improvements in life expectancy since 1967 and the impact of home nocturnal ventilation. *Neuromuscul Disord*

- [Internet]. 2002 [8 Abr 2021]; 12(10):926–929. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12467747/>
57. Costa CM, Mattos CA, Cuce MR. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev Latino-am Enfermagem* [Internet]. 2007 [14 Ene 2021]; 15(3). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17653438/>
58. Escala Pedro. Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Disponible en: <https://www.pedro.org.au/spanish/downloads/pedro-scale/>
59. Hutton B, Catalá F, Moherr D. La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA. *Med Clin (Barc)* [Internet]. 2016 [14 Ene 2021]; 147(6): 262-6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025775316001512?via%3Dihub>
60. Monterola C, Asenjo C, Otzen T. Hierarchy of evidence. Levels of evidence and grades of recommendation from current use. *Rev Chilena Infectol* [Internet]. 2014 [14 Ene 2021]; 31(6): 705-18. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25679928/>
61. Higgins JP, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, Savovic J, Schulz KF, Weeks L, Sterne JA; Cochrane Bias Methods Group; Cochrane Statistical Methods Group. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* [Internet]. 2011 [14 Ene 2021]; 343:d5928. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22008217/>
62. Malheiros SR, da Silva TD, Favero FM, de Abreu LC, Fregni F, Ribeiro DC, et al. Computer task performance by subjects with Duchenne muscular dystrophy. *Neuropsychiatr Dis Treat* [Internet]. 2015 [27 Ene 2021]; 12:41-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26766911/>

63. Capelini CM, da Silva TD, Tonks J, Watson S, Alvarez MPB, de Menezes LDC, et al. Improvements in motor tasks through the use of smartphone technology for individuals with Duchenne muscular dystrophy. *Neuropsychiatr Dis Treat* [Internet]. 2017 [27 Ene 2021]; 13:2209-17. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5571857/>
64. Quadrado VH, Silva TDD, Favero FM, Tonks J, Massetti T, Monteiro CBM. Motor learning from virtual reality to natural environments in individuals with Duchenne muscular dystrophy. *Disabil Rehabil Assist Technol* [Internet]. 2019 [27 Ene 2021]; 14(1):12-20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29124971/>
65. Massetti T, Fávero FM, Menezes LDC, Alvarez MPB, Crocetta TB, Guarnieri R, et al. Achievement of Virtual and Real Objects Using a Short-Term Motor Learning Protocol in People with Duchenne Muscular Dystrophy: A Crossover Randomized Controlled Trial. *Games Health J* [Internet]. 2018 [27 Ene 2021];7(2):107-15. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29608336/>
66. 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* [Internet]. 2018 [27 Ene 2021];5(3):359-72. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29991140/>
67. de Freitas BL, da Silva TD, Crocetta TB, Massetti T, de Araújo LV, Coe S, et al. Analysis of Different Device Interactions in a Virtual Reality Task in Individuals With Duchenne Muscular Dystrophy-A Randomized Controlled Trial. *Front Neurol* [Internet]. 2019 [27 Ene 2021];10:24. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30761066/>

68. Bieć E, Zima J, Wójtowicz D, Wojciechowska-Maszkowska B, Kręcisz K, Kuczyński M. Postural stability in young adults with Down syndrome in challenging conditions. PLoS One [Internet]. 2014 [26 May 2021]; 9(4):e94247. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0094247>
69. Yano H, Ogi T, Hirose M. Development of haptic suit for whole human body using vibrators. Trans Virtual Real Soc Jpn [Internet]. 1998 [26 May 2021]; 3:141–8. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/tvrsj/3/3/3_KJ00007553493/article/-char/en
70. Spence C. Crossmodal attention and multisensory integration: Implications for multimodal interface design. Paper presented at: Proceedings of the 5th international conference on Multimodal interfaces. [Internet]. 2003 [26 May 2021]. Disponible en: <https://icmi.cs.ucsb.edu/Misc/SpenceSlides.pdf>
71. Savion-Lemieux T, Penhune VB. The effects of practice and delay on motor skill learning and retention. Exp Brain Res [Internet]. 2005 [26 May 2021]; 161(4):423-31. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15551084/>
72. Nakafuji A, Tsuji K. Learning and transfer in two perceptual-motor skills in Duchenne muscular dystrophy. Percept Mot Skills [Internet]. 2001 [26 May 2021]; 93:339-52. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11769887/>
73. Cyrulnik SE, Fee RJ, Batchelder A, Kiefel J, Goldstein E, Hinton VJ. Cognitive and adaptive deficits in young children with Duchenne muscular dystrophy (DMD). J Int Neuropsychol Soc [Internet]. 2008 [26 May 2021]; 14(5):853-61. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18764980/>
74. Sienko S, Buckon CE, Nicorici A, Bagley A, McDonald CM, Sussman MD. Classification of the gait patterns of boys with Duchenne muscular dystrophy and

- their relationship to function. *J Child Neurol* [Internet]. 2010 [26 May 2021];25(9):1103-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20587736/>
75. Scott OM, Hyde SA, Goddard C, Dubowitz V. Quantitation of muscle function in children: a prospective study in Duchenne muscular dystrophy. *Muscle Nerve* [Internet]. 1982 [26 May 2021];5(4):291-301. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7099196/>
76. Cruz A, Lopez JM. Conduction velocity along muscle fibers in situ in Duchenne muscular dystrophy. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 1990 [26 May 2021];71(8):558-61. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2164370/>
77. Al-Ani FS, Hamdan FB, Shaikhly KI. In situ measurements of muscle fiber conduction velocity in Duchenne muscular dystrophy. *Saudi Med J* [Internet]. 2001 [26 May 2021];22(3):259–61. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11307114/>
78. Murakami K, Fujisawa H, Onobe J, Sato Y. Relationship between Muscle Fiber Conduction Velocity and the Force-time Curve during Muscle Twitches. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2014 [26 May 2021]; 26(4):621-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3996435/>
79. Mento G, Tarantino V, Bisiacchi PS. The neuropsychological profile of infantile Duchenne muscular dystrophy. *Clin Neuropsychol* [Internet]. 2011 [26 May 2021]; 25(8):1359-77. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21999586/>
80. Webster C, Silberstein L, Hays AP, Blau HM. Fast muscle fibers are preferentially affected in Duchenne muscular dystrophy. *Cell* [Internet]. 1988 [26 May 2021] 26;52(4):503-13. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3342447/>

81. Mattar FL, Sobreira C. Hand weakness in Duchenne muscular dystrophy and its relation to physical disability. *Neuromuscul Disord* [Internet]. 2008 [26 May 2021]; 18(3):193-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18207403/>
82. Brooke MH, Griggs RC, Mendell JR, Fenichel GM, Shumate JB, Pellegrino RJ. Clinical trial in Duchenne dystrophy. I. The design of the protocol. *Muscle Nerve* [Internet]. 1981 [26 May 2021]; 4(3):186-97. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7017401/>

8. ANEXOS

Anexo I. Estrategia de búsqueda.

Nº	BÚSQUEDA	PUBMED	PEDro	WOS
1	Virtual Reality AND Duchenne Muscular Dystrophy	2	1	9
2	Virtual Reality AND Dystrophy, Duchenne Muscular	0	1	9
3	Videogames AND Duchenne Muscular Dystrophy	0	0	0
4	Videogames AND Dystrophy, Duchenne Muscular	0	0	0
5	Instructional Virtual Reality AND Duchenne Muscular Dystrophy	6	0	0
6	Instructional Virtual Realities AND Duchenne Muscular Dystrophy	2	0	0
7	Instructional Virtual Realities AND Dystrophy, Duchenne Muscular	0	0	0
8	Instructional Virtual Reality AND Dystrophy, Duchenne Muscular	0	0	0