

Relación entre gateo y diagnóstico de distrofia muscular de Duchenne

Relationship between Duchenne muscular dystrophy diagnosis and crawling

Rilma Nelly Perera Canul,* Mario Alberto Taylor Martínez,†
Demetrio Villanueva Ayala,§ Marivi Cervera Gaviria||

RESUMEN

Introducción: La distrofia muscular de Duchenne es la enfermedad neuromuscular más frecuente en varones en la infancia, con un patrón de herencia ligada al X recesivo. La ausencia o retraso en el gateo podría ser un signo de debilidad muscular proximal precoz. **Objetivo:** Analizar la relación entre el gateo y el diagnóstico de DMD en pacientes del CRIT Estado de México, con la finalidad de conocer si éste podría ser un potencial indicador que ayude al clínico a sospechar y realizar un diagnóstico temprano de la enfermedad. **Material y métodos:** Se realizó un estudio descriptivo-analítico, no experimental, retrospectivo, transversal en 223 pacientes con diagnóstico confirmado de DMD, atendidos durante el periodo comprendido entre enero de 1999 y marzo de 2018 en la clínica de enfermedades neuromusculares del CRIT Estado de México. **Resultados:** De 223 pacientes estudiados, 63% no realizó gateo y 22% lo hizo de forma retardada. Los pacientes que no gatearon adquirieron la marcha tres meses después de los que sí gatearon. El grupo de pacientes con retraso en el gateo adquirió la marcha con retraso en promedio de 6.4 meses. **Conclusión:** El antecedente de ausencia o retraso en la adquisición del gateo y marcha es una asociación que se presenta de forma frecuente en pacientes con DMD. A la fecha en México, no se cuenta con programas de tamizaje neonatal, por lo que la ausencia de gateo podría ser un dato a tomar en cuenta como signo de DMD para realizar un diagnóstico oportuno.

Palabras clave: Distrofia muscular de Duchenne, gateo, diagnóstico temprano.

Nivel de evidencia: III

ABSTRACT

Introduction: Duchenne muscular dystrophy is the most frequent neuromuscular disease in boys in childhood with an X linked recessive inheritance pattern. The absence or delay in crawling could be a sign of early proximal muscle weakness. **Objective:** To analyze the relationship between crawling and the diagnosis of DMD in patients of the CRIT Estado de Mexico, in order to know if this could be a potential indicator that helps the clinician suspect and make an early diagnosis of the disease. **Material and methods:** A descriptive-analytical, non-experimental, retrospective, cross-sectional study was conducted in 223 patients with confirmed diagnosis of DMD that attended the clinic of neuromuscular diseases at the CRIT Estado de México during the period from January 1999 to march 2018. **Results:** 223 patients were studied, 63% did not crawl and 22% did so in a delayed manner. Patients who did not crawl acquired gait 3 months after those who crawled. The group of patients with delayed gait acquisition had a delay of 6.4 months on average. **Conclusion:** An history of absence or delay in the acquisition of crawling and gait is an association that occurs frequently in patients with diagnosis of DMD. To date in Mexico there are no neonatal screening programs for the disease, so the absence of crawling could be a factor to be considered as a sign of DMD to make an opportune diagnosis.

Keywords: Duchenne muscular dystrophy, crawling, early diagnosis.

Level of evidence: III

* Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación, Residente del primer año de Neurofisiología Clínica del Centro Médico ABC.

† Neurocirujano. Servicio de Neurocirugía, Centro Médico ABC Santa Fe.

§ Ing. en Electrónica. Dr. en Ingeniería Eléctrica, CINVESTAV. Laboratorio de Análisis de Movimiento del Centro de Rehabilitación e Inclusión Infantil Teletón, Estado de México.

|| Médico especialista en Genética Humana. Adscrita al Servicio de Genética del Centro de Rehabilitación e Inclusión Infantil Teletón, Estado de México.

Correspondencia: Dra. Rilma Nelly Perera Canul

Centro Médico ABC Sur 136, Núm 116, Col. Las Américas,
Alcaldía Álvaro Obregón, 01120, Ciudad de México, México.
Tel/Fax: (55)-5273-2072
E-mail: rilma_perera@hotmail.com

Abreviaturas:

DMD = Distrofia muscular de Duchenne

OMS = Organización Mundial de la Salud

CRIT = Centro de rehabilitación e inclusión infantil Teletón

CPK = Creatin fosfoquinasa

INTRODUCCIÓN

La distrofia muscular de Duchenne (DMD) es la enfermedad neuromuscular más frecuente en varones durante la infancia, con un patrón de herencia ligada al X recesivo, se calcula que hasta 62% de los casos se deben a mutaciones *de novo*.^{1,2} Tiene una incidencia de 1/3,500-6,000 recién nacidos vivos varones y una prevalencia de 3-4/100,000 en la población masculina. Se caracteriza por debilidad progresiva que comienza en la niñez, seguida de pérdida de la marcha en la segunda década de la vida, con una esperanza de vida entre los 20 y 30 años.^{3,4} La edad promedio del diagnóstico de la enfermedad es entre los cuatro y cinco años, a pesar de que los primeros síntomas pueden manifestarse antes de los dos años.^{5,6} La sospecha diagnóstica se realiza en los niños cuando ya manifiestan evidentes signos de debilidad muscular proximal, como dificultad para correr o levantarse del suelo, subir y bajar escaleras, caídas frecuentes y alteraciones en el patrón de marcha, por lo que existe una brecha entre el inicio de la sintomatología y la realización del diagnóstico definitivo.⁷ Se ha reportado en la literatura la existencia de un antecedente de retraso durante el neurodesarrollo de los pacientes que han sido diagnosticados con DMD;^{8,9} sin embargo, pocos estudios valoran de forma específica los diversos componentes del desarrollo motor grueso (sostén cefálico, rodamientos, sedestación, arrastre, gateo) siendo la ausencia de marcha independiente a los 18 meses el indicador temprano más estudiado para sospechar un diagnóstico de DMD.^{6,10}

El gateo puede definirse mediante un concepto biomecánico: un movimiento para lograr un cambio de posición o de lugar, efectuado por un cuerpo o por una de sus partes al desplazar estructuras óseas y articulares mediante contracción muscular con características cinéticas (fuerza) y cinemáticas (velocidad, aceleración, dirección, amplitud);¹¹ no obstante, otros autores han ampliado esta definición considerándolo además como un movimiento adaptativo y exploratorio del niño a través de diversas acciones motrices para conocer y aprender del medio.¹² La Organización Mundial de la Salud (OMS) utiliza el concepto biomecánico definiendo al gateo como el movimiento del infante de forma alternada hacia delante y atrás, sin que el estómago toque la superficie de apoyo y que se presente en al menos tres movimientos continuos y consecutivos, refiriéndose a éste como un hito del desarrollo motor grueso que se adquiere entre los 5.3 y 13.9 meses.¹³ Existe controversia de opiniones sobre si el gateo es o no una parte importante para el

adecuado desarrollo motor del niño; sin embargo, no existe un fundamento científico que avale estas aseveraciones.¹⁴ A pesar de este hecho, el gateo implica el uso de músculos proximales,¹⁵ por lo que su ausencia o retraso podría ser un signo precoz de debilidad muscular proximal.

La importancia de realizar un diagnóstico temprano en los pacientes ha sido una necesidad desde hace varios años, ya que permite un manejo precoz del paciente y su familia, así como recibir un asesoramiento genético de certeza.¹⁶

Objetivo: en el presente estudio se analizó la relación entre el gateo y el diagnóstico de DMD en pacientes de un Centro de Rehabilitación Infantil con la finalidad de conocer si éste podría ser otro potencial indicador que ayude al clínico a sospechar y realizar un diagnóstico temprano de la enfermedad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo-analítico, no experimental, retrospectivo, transversal, retrolectivo. Previa revisión y aprobación de los Comités de Ética e Investigación del Centro de Rehabilitación e Inclusión Infantil Teletón (CRIT) Estado de México, en junio de 2018. Se solicitó la lista de los pacientes atendidos durante el periodo comprendido entre enero de 1999 y marzo de 2018 en la clínica de enfermedades neuromusculares del CRIT Estado de México que contaran con el diagnóstico de DMD.

Criterios de inclusión: expedientes de pacientes con diagnóstico de DMD confirmado mediante estudio molecular, biopsia muscular, niveles de CPK, estudio de electromiografía o mediante una combinación de estos estudios, que tuvieran documentada información sobre el gateo en la historia clínica realizada por los servicios de rehabilitación, pediatría, neuropediatría o genética y el documento de confidencialidad de datos firmado a su ingreso. Criterios de exclusión: pacientes que contaran con diagnóstico de otra enfermedad neuromuscular o no tuvieran el documento de confidencialidad de datos.

Se obtuvieron las siguientes variables con respecto al gateo: presencia o ausencia de gateo durante el desarrollo motor grueso, edad de inicio de gateo en caso de haberse presentado, edad de inicio de marcha, edad de inicio de la sintomatología, primeros síntomas reportados por los padres, edad de diagnóstico definitivo de DMD, técnicas utilizadas para realizar el diagnóstico y si se contaba con antecedentes familiares con diagnóstico de DMD, con el fin de establecer las características sociodemográficas de la

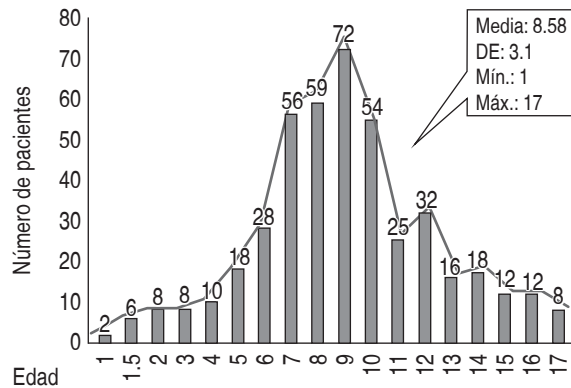


Figura 1: Edad promedio de los pacientes incluidos en el estudio. La edad media de los pacientes que fueron incluidos en el estudio fue de nueve años, con un rango de edad entre uno y 17 años.

población estudiada y analizar la relación entre el gateo y el diagnóstico de DMD.

Para el análisis de datos obtenidos se utilizó el paquete estadístico para ciencias sociales STATA Versión 14. Para las variables continuas se estimó la media, desviación estándar, percentiles y valores mínimos y máximos; para las variables categóricas se estimaron frecuencias y distribuciones porcentuales. Se realizó un análisis bivariado entre el gateo (sí/no) con las variables de interés: edad de inicio de gateo (meses), retraso en adquisición del gateo (temprano o tardío) y antecedente familiar de DMD. La variable dicotómica de antecedente familiar se comparó mediante χ^2 . El valor p de significancia estadística para las pruebas de hipótesis fue de 0.05.

RESULTADOS

Se obtuvo un total de 395 expedientes de pacientes con diagnóstico de DMD. En 33% (n = 131) de las historias clínicas no se encontró información acerca del gateo y en 10% (n = 41) el familiar del niño no recordaba dicha información. No se especificó la forma en la que se había realizado el gateo, o si en lugar de éste, el niño había utilizado algún otro tipo de movimiento para desplazarse previo a iniciar la marcha. La población final estuvo conformada por 223 pacientes masculinos de entre uno y 17 años, con un promedio de edad de nueve (DE 3.1) (Figura 1) con diagnóstico de DMD confirmado por estudio molecular, niveles de CPK, biopsia muscular, estudio de electromiografía o una combinación de éstos. Sólo 24% de los pacientes (n = 54) contaban con el antecedente de un familiar afectado, el resto (n = 168) se consideraron mutaciones *de novo*. Los primeros síntomas detectados por

los padres fue en promedio a los 3.2 años (DE 1.6) (Figura 2). El síntoma inicial que se reportó con mayor frecuencia fueron las caídas, seguido de las alteraciones en el patrón de marcha (marcha anadina, claudicante o en puntas) y en tercer lugar, la dificultad para subir o bajar escaleras (Tabla 1). El 9.4% de los familiares de los pacientes reportaron como parte de la sintomatología un retraso en la adquisición de los hitos del desarrollo motor grueso (gateo o marcha). Sólo cinco niños presentaron hipertrofia de gemelos como signo inicial de la enfermedad. El diagnóstico definitivo de DMD se realizó en promedio a los 6 años (DE 1.9) (Figura 3).

Sesenta y tres por ciento de la población total (n = 140) no realizó gateo durante su neurodesarrollo. Del total de los menores (n = 83) que lograron el gateo, 22.7% (n = 18) lo realizaron de forma retardada, en promedio a los 18.2 meses. Se encontró que 43% de los niños (n = 95) presentaron marcha de forma

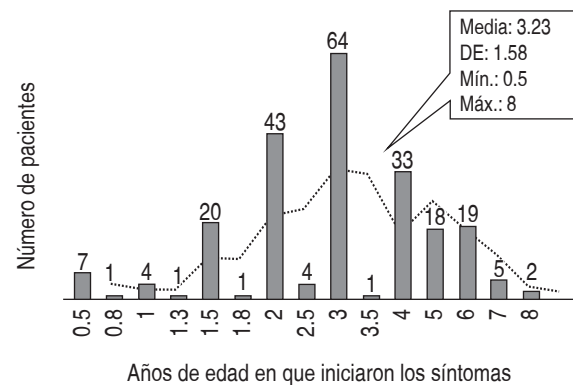


Figura 2: Edad de detección de los primeros síntomas.

Tabla 1: Porcentaje de pacientes de acuerdo con los síntomas más frecuentes reportados.

Síntoma	Porcentaje de pacientes que manifestaron los síntomas
Caidas frecuentes	54.7
Marcha anadina, claudicante, en puntas, en equino	29.6
Dificultad para subir y bajar escaleras	18.9
Dificultad para correr	16.1
Dificultad para brincar	11.2
Dificultad para incorporarse del suelo	10.3
Cansancio o fatiga al caminar	7.2
Retraso en la adquisición de la marcha	6.7
Dolor en miembros inferiores	6.2
Retraso en la adquisición del gateo	2.7
Hipertrofia de gemelos	2.2

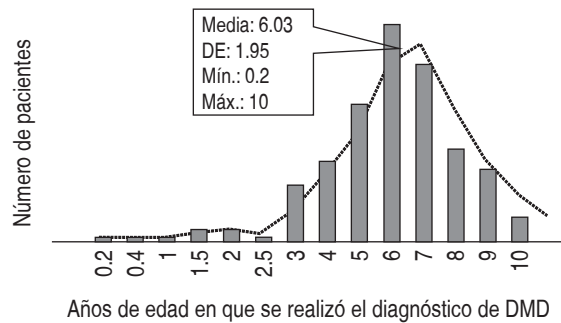


Figura 3: Edad del diagnóstico definitivo de distrofia muscular de Duchenne. DMD = Distrofia muscular de Duchenne.

retrasada, la cual adquirieron en promedio a los 25.5 meses, aunque el límite máximo de la OMS para la adquisición de este hito es a los 18 meses.

Estadísticamente la ausencia o retraso del gateo no tuvo una relación significativa con la edad en la que se realizó el diagnóstico definitivo de DMD ($p > 0.05$). Al analizar la relación entre la marcha y el gateo se encontró que los pacientes que no gatearon adquirieron la marcha tres meses después de los que sí lo hicieron (20.8 versus 17.8 meses, respectivamente) ($p < 0.000$) y los que mostraron un retraso en el inicio del gateo, también mostraron retraso en el inicio de la marcha, adquiriéndola en promedio 6.4 meses después de los que comenzaron el gateo dentro de un rango de tiempo normal (16.4 versus 22.8 meses) ($p = 0.000$).

DISCUSIÓN

Diversos estudios concluyen que el diagnóstico de DMD debe excluirse en todo niño que presente un retraso en el desarrollo que no tenga una causa aparente, especialmente si presenta retraso en la adquisición de la marcha y del lenguaje,^{10,16,17} ya que la mayoría de los casos no cuenta con un antecedente familiar, tal como se reportó en el presente estudio (76% de los pacientes sin historia familiar de DMD).

El antecedente de un retraso en el desarrollo motor en niños con diagnóstico de DMD se ha reportado en diversos estudios: Van Ruiten, en Reino Unido, reportó retraso para la adquisición de la marcha en tres de sus niños de una muestra de 20 pacientes;¹⁸ Pruffer y su equipo, en Brasil, mencionan la presencia de un retraso en la adquisición de la marcha en la población estudiada como uno de los primeros síntomas presentados por los pacientes ($n = 78$);¹⁹ Ciafaloni y colaboradores reportaron que 58.1% de sus pacientes tuvieron un retraso en el área motora gruesa ($n =$

156);²⁰ D'Amico y su grupo reportaron retraso en el desarrollo motor grueso en 15% de sus pacientes ($n = 384$) y recomendaron la realización de niveles de CPK en todo paciente que no presentara marcha después de los 18 meses o tuviera un retraso global del desarrollo.⁷ Sólo un estudio realizado por Avaria, en Chile, reportó que, de una muestra de 61 pacientes, 50% de los niños adquirieron la marcha después de los 18 meses, y es el único estudio que menciona la ausencia de gateo en 85% de su población²¹ (Tabla 2).

Hay poca información científica que haya evaluado específicamente la relación del gateo con el diagnóstico de DMD. A pesar de que el porcentaje de niños que no realizó gateo en el presente trabajo resultó elevado, tanto en casos familiares como en los casos de mutaciones *de novo*, no fue una variable que contribuyera a realizar un diagnóstico más temprano de DMD ($p > 0.05$). Una posible explicación es que existe poco fundamento científico que apoye al gateo como un paso indispensable para lograr un adecuado desarrollo, como ya fue mencionado previamente,¹⁴ por lo que su ausencia podría no ser tomada en cuenta como un dato de alarma a vigilar durante el neurodesarrollo. Gesell, desde 1941, publicó que «una pequeña parte de la población nunca gatea o no se desplaza sobre palmas y plantas y acceden directamente a la postura erecta» y el concepto de gatear con manos y rodillas fue incluido en la prueba de desarrollo de Denver hasta 1992.^{22,23} Hay estudios que reportan que determinado número de niños caminaron sin gatear previamente: hasta 20% de los niños españoles y 17% de los niños británicos omiten la etapa del gateo durante su desarrollo sin que se haya reportado la presencia de alguna patología.^{24,25} Un estudio realizado en población de Jamaica demuestra que 29% de los niños no gatearon y los que sí lo hi-

Tabla 2: Antecedente de retraso en el desarrollo motor en niños con diagnóstico de distrofia muscular de Duchenne en diversos estudios a nivel mundial.

País	Retraso de desarrollo motor grueso (%)	Población total (n)
México (CRIT)	63.0 Ausencia de gateo	223
	43.0 Marcha tardía	
	22.0 Gateo tardío	
Brasil	100.0 Marcha tardía	78
Chile	50.8 Marcha tardía	61
	85.0 Ausencia de gateo	
Estados Unidos	58.1 No específica	156
Reino Unido	15.0 Marcha tardía	20
Italia	15.0 No específica	384

CRIT = Centro de Rehabilitación Infantil Teletón.

cieron, lo lograron en promedio a los diez meses.²⁶ El estudio multicéntrico sobre el patrón de crecimiento realizado por la OMS,¹³ en donde se define la edad en la que los niños deberían alcanzar seis hitos principales del desarrollo motor y que fue utilizado en este estudio como referencia para definir si existía un retraso en la adquisición del gateo y la marcha, incluyó a 816 niños sanos de cinco diferentes países del mundo, de éstos, 4.3% no realizaron gateo, y fue considerado como una variante de la normalidad al presentar los demás hitos del desarrollo en adecuado tiempo y forma.

A pesar de que en la literatura se ha reportado cierto porcentaje de pacientes que no gatearon durante su desarrollo sin representar alguna anomalía, el porcentaje de este estudio es superior a lo descrito en las diferentes bibliografías, pero no existe un estudio en la población mexicana sana que determine el porcentaje de niños que no gatean durante su desarrollo como una variante de la normalidad, con el que se puedan comparar los resultados obtenidos.

Otro factor que se debe tomar en cuenta es que la forma de gatear más esperada y conocida es la definida por la OMS: utilizar las manos y rodillas de forma rítmica y alternante (mano derecha y rodilla izquierda se mueven junto con la mano izquierda y rodilla derecha).¹³ Sin embargo, en la literatura se menciona que existen otras formas en las que un infante puede estar realizando gateo, sin ser necesariamente patológico, lo cual incluye al gateo homólogo con manos y pies, el arrastre con el abdomen y el arrastre de glúteos,^{27,28} los cuales buscan el mismo objetivo que su variante más conocida: aumentar la fuerza y coordinación del niño. Al tratarse de un estudio retrospectivo, con información obtenida de las historias clínicas de los expedientes, no se especifica la manera en la que el niño realizó el gateo o si los pacientes que se clasificaron con ausencia de gateo habían realizado alguna variante de éste.

No obstante, el presente estudio encontró una relación entre el gateo y la marcha estadísticamente significativa: los niños que no presentaron gateo adquirieron la marcha tres meses después que los pacientes que sí gatearon (20.8 versus 17.8 meses) y los pacientes que sí gatearon, pero lo hicieron de forma retrasada, tuvieron un retraso en la adquisición de la marcha (22.8 meses).

Los síntomas iniciales reportados por los familiares son constantes en estudios a nivel mundial: caídas frecuentes, alteraciones en el patrón de marcha, dificultad para subir y bajar escaleras, dificultades para correr y antecedente de retraso en el desarro-

Tabla 3: Tiempo entre inicio de síntomas y diagnóstico definitivo de distrofia muscular de Duchenne.

País	Diagnóstico final (años)	Tiempo entre inicio de síntomas y diagnóstico final (años)
México (CRIT)	6.0	3.0
Brasil	7.5	5.0
Chile	5.7	2.7
Estados Unidos	4.9	2.5
Reino Unido	4.3	1.6
Italia	3.5	1.5

- Existe un lapso considerable entre el inicio o detección de la sintomatología por parte de la familia hasta que se obtiene el diagnóstico definitivo de la enfermedad.^{7,18-21}
CRIT = Centro de Rehabilitación Infantil Teletón.

llo motor grueso.^{7,18-21} El diagnóstico definitivo de DMD en los pacientes de este estudio se realizó en promedio a los seis años, tres años después de que se manifestaran los primeros síntomas coincidiendo con estadísticas latinoamericanas,^{19,21} a diferencia de Norteamérica y Europa,^{7,18,20} donde el diagnóstico más precoz se realizaba en Italia debido a que en sus servicios de salud realizan de forma indirecta un tamizaje en la población pediátrica que ingresa a las áreas de urgencias, al solicitar a todos los niños una prueba de CPK como parte de los estudios de laboratorio de rutina⁷ (Tabla 3).

En México, el diagnóstico de DMD se realiza tardíamente cuando los signos característicos de la enfermedad han aparecido, ya que el estudio de CPK no se solicita de forma inicial en niños que acuden a consulta con sintomatología inespecífica; esto produce una brecha de tiempo importante entre el inicio de la sintomatología y el diagnóstico definitivo.^{29,30} La ausencia de gateo o presentarlo de forma tardía, asociado a un retraso en la adquisición de la marcha, es una combinación que se presentó de forma frecuente y significativa en los pacientes con diagnóstico de DMD de este estudio, por lo que tener en cuenta este antecedente podría aumentar la sospecha del clínico de una DMD.

CONCLUSIÓN

No existe una relación directa significativa entre el gateo y el diagnóstico de DMD. Sin embargo, sí de forma indirecta, si un paciente cuenta con el antecedente de no haber presentado gateo o si lo realizó de forma atrasada y, además, adquirió la marcha después del tiempo considerado como normal (de acuerdo a la OMS), uno de los diagnósticos que se debería descartar es la DMD. Si el motivo de consulta es la

presencia de síntomas como caídas frecuentes, dificultad para subir y bajar escaleras o alteraciones en el patrón de la marcha, la sospecha debería aumentar orientando al clínico a solicitar un estudio de CPK, el cual tiene una adecuada relación costo-beneficio, es altamente específico y sensible y con gran impacto para el diagnóstico de la DMD.

En México no se cuenta con un programa de tamizaje para descartar DMD en recién nacidos,³⁰⁻³² la prueba de CPK no se realiza de manera frecuente como parte de la batería de estudios de primera línea en un Servicio de Urgencias Pediátrico,⁷ ni tampoco dentro del protocolo de estudio para niños que acuden a consulta con síntomas inespecíficos relacionados con la marcha.

Tener presente que una enfermedad neuromuscular puede ser causa de retraso en el desarrollo motor grueso, y que un elevado porcentaje de pacientes con diagnóstico de DMD presentaron una relación entre el retraso o ausencia del gateo y el retraso en la adquisición de la marcha, puede ayudar al clínico a realizar un diagnóstico más temprano de esta patología, con los beneficios a la familia y al paciente que esto conlleva.^{1,3}

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Rehabilitación e Inclusión Infantil Telefón del Estado de México, por permitirme y otorgarme las facilidades para realizar el estudio. A las doctoras adscritas al servicio de medicina de rehabilitación por la enseñanza otorgada durante mi formación académica, a la Dra. Marivi Cervera y al Dr. Demetrio Villanueva por la asesoría, guía, ayuda y apoyo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara M, Villarreal M, Del Castillo V, Gutiérrez G, Saldaña Y, Maulen I et al. High frequency of de novo deletions in Mexican Duchenne and Becker muscular dystrophy patients. Implications for genetic counseling. *Clinical Genetics*. 1999; 55 (5): 377-381.
- Walter M, Reilich P. Recent developments in Duchenne muscular dystrophy: facts and numbers. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2017; 8 (5): 681-685.
- Birnkrant D, Bushby K, Bann C, Apkon S, 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*. 2018; 17 (3): 251-267.
- Mendell JR, Shilling C, Leslie ND, Flanigan KM, al-Dahhak R, Gastier-Foster J et al. Evidence-based path to newborn screening for Duchenne muscular dystrophy. *Ann Neurol*. 2012; 71 (3): 304-313.
- Mendell JR, Lloyd-Puryear M. Report of MDA muscle disease symposium on newborn screening for Duchenne muscular dystrophy. *Muscle Nerve*. 2013; 48 (1): 21-26.
- Smith RA, Sibert JR, Wallace SJ, Harper PS. Early diagnosis and secondary prevention of Duchenne muscular dystrophy. *Arch Dis Child*. 1989; 64 (6): 787-790.
- D'Amico A, Catteruccia M, Baranello G, Politano L, Govoni A, Previtali S et al. Diagnosis of Duchenne Muscular Dystrophy in Italy in the last decade: critical issues and areas for improvements. *Neuromuscul Disord*. 2017; 27 (5): 447-451.
- Sarrazin E, Hagen M, Schara U, von Au K, Kaindl A. Growth and psychomotor development of patients with Duchenne muscular dystrophy. *Eur J Paediatr Neurol*. 2014; 18 (1): 38-44.
- Gardner-Medwin D, Bunday S, Green S. Early diagnosis of Duchenne muscular dystrophy. *Lancet*. 1978; 1 (8073): 1102.
- Parsons EP, Clarke AJ, Hood K, Lycett E, Bradley DM. Newborn screening for Duchenne muscular dystrophy: a psychosocial study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2002; 86 (2): F91-F95.
- Sugrañes E, Àngel MA, Neus AM, Colomé J, Martí MT et al. La educación psicomotriz (3-8 años): cuerpo, movimiento, percepción, afectividad: una propuesta teórico-práctica. Barcelona, España: Graó; 2007.
- Rigal RA. Educación motriz y educación psicomotriz en pre escolar y primaria. Barcelona, España: INDE Publicaciones; 2006.
- Onis M. WHO Motor Development Study: Windows of achievement for six gross motor development milestones. *Acta Paediatrica*. 2006; Suppl 450: 86-95.
- Oldak-Kovalsky B, Oldak-Skivirsky D. Gateo. Revisión de la literatura médica. *Rev Mex Pediatr*. 2015; 82 (4): 144-148.
- Wallden M. Phylontogenic progressions or infant development-Sit to crawl. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2012; 16 (4): 530-532.
- Parsons E, Clarke A, Bradley D. Developmental progress in Duchenne muscular dystrophy: lessons for earlier detection. *Eur J Paediatr Neurol*. 2004; 8 (3): 145-153.
- Essex C, Roper H. Lesson of the week: late diagnosis of Duchenne's muscular dystrophy presenting as global developmental delay. *BMJ*. 2001; 323 (7303): 37-38.
- Van Ruiten HJ, Straub V, Bushby K, Guglieri M. Improving recognition of Duchenne muscular dystrophy: a retrospective case note review. *Arch Dis Child*. 2014; 99 (12): 1074-1077.
- Prufer A, Castro M, de Sa B, Rangel M, Veiga F, Chaves A. Diagnostic delay of Duchenne muscular dystrophy. *Rev Bras Saude Mater Infant*. 2004; 4 (2): 179-183.
- Ciafaloni E, Fox DJ, Pandya S, Westfield CE, Puzhankara S, Romitti PA, et al. Delayed diagnosis in Duchenne muscular dystrophy: data from the muscular dystrophy surveillance, tracking, and research network (MD STARnet). *J Pediatr*. 2009; 155 (3): 380-385.
- De los Angeles Avaria M, Kleinstaub K, Herrera L, Carvallo P. Tardanza en el diagnóstico de la Distrofia muscular de Duchenne en Chile. *Rev Med Chil*. 1999; 127 (1): 65-70.
- Gesell A, Armatruda CS. *Developmental diagnosis: normal and abnormal child development*. New York: Harper and Row; 1941.
- Frankenburg WK, Dodds JB. The Denver developmental screening test. *J Pediatr*. 1967; 71 (2): 181-191.
- Gomez AA, Pulido VI, Fiz PL. Desarrollo neurológico normal del niño. *Pediatr Integral*. 2015; 19 (9): 640e1-640e7.
- Pollit E. Estabilidad y variabilidad en la adquisición de seis hitos motores durante la infancia temprana. *Revista de Psicología*. 2012; 30 (2): 497-429.
- Rabain-Jamin J, Wornham WL. Practice and representations of child care and motor development among West Africans in Paris. *Early Development and Parenting*. 1993; 2: 107-119.

27. Adolf KE, Vereijken B, Denny MA. Learning to crawl. *Child Dev.* 1998; 69 (5): 1299-1312.
28. Patrick SK, Noah JA, Yang JF. Developmental constraints of quadrupedal coordination across crawling styles in human infants. *J Neurophysiol.* 2012; 107 (11): 3050-3061.
29. Fokkema J, Lopez Hernández S, López Hernández L. Impacto de las organizaciones de padres en la investigación de la distrofia muscular de Duchenne: el activismo materno como motor de cambio. *Investigación en Discapacidad.* 2013; 2 (3): 135-140.
30. La gaceta UdeG | El caso de las distrofias musculares en Mexico [Internet]. *Gaceta.udg.mx.* 2019 [Cited 30 July 2019]. Available from: http://www.gaceta.udg.mx/G_notas1.php?id=6819.
31. Al-Zaidy S, Lloyd-Puryear M, Kennedy A, Lopez V, Mendell J. A roadmap to newborn screening for Duchenne muscular dystrophy. *Int J Neonatal Screen.* 2017; 3 (2): 8.
32. Ke Q, Zhao Z, Mendell J, Baker M, Wiley V, Kwon J et al. Progress in treatment and newborn screening for Duchenne muscular dystrophy and spinal muscular atrophy. *World J Pediatr.* 2019; 15 (3): 219-225.