



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Cambios funcionales después de cirugías multinivel en niños con parálisis cerebral

Javier Rubio Delgado Martínez

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Departamento de Medicina Física y Rehabilitación
Bogotá, Colombia
2020

Cambios funcionales después de cirugías multinivel en niños con parálisis cerebral

Javier Rubio Delgado Martínez

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Especialista en Medicina Física y Rehabilitación

Director (a):

Doctor Fernando Ortiz Corredor

Línea de Investigación:

Línea de investigación en parálisis cerebral

Grupo de Investigación:

Fisiatría, electrodiagnóstico y enfermedades neuromusculares

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Departamento de Medicina Física y Rehabilitación

Bogotá D.C., Colombia

2020

Dedicatoria

*A mis padres, a mi familia y a la Universidad
Nacional de Colombia.*

Agradecimientos

A Diana Soto Peña, coordinadora de terapia física y a toda la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Roosevelt, donde se realiza la atención integral incluyendo la valoración funcional de pacientes con parálisis cerebral, requeridos para la realización del presente trabajo.

Resumen

Objetivo: Analizar los cambios funcionales postoperatorios en niños con parálisis cerebral (PC) tras cirugía multinivel, medidos con la escala GMFM-66 en cada nivel funcional.

Diseño: Estudio retrospectivo, para comparar las puntuaciones del GMFM-66 antes y después de la cirugía multinivel en pacientes menores de 18 años con PC evaluados en un hospital de tercer nivel entre 2004 y 2018. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

Resultados: Se obtuvo una muestra de 103 pacientes, de 5 a 17 años (media 8.03); 58 varones. Nivel funcional: 4 pacientes en GMFCS I (3,8%), 11 en nivel II (10,5%), 18 en nivel III (17,1%), 39 en nivel IV (37,1%) y 33 en nivel V (31,4%). Tipo de PC: 77,1% espástica, 19,1% discinética y 3,8% mixta. 56 de 103 pacientes mostraron una puntuación postoperatoria más alta de GMFM-66, 42 una puntuación más baja y 7 empates (prueba de rango con signo de Wilcoxon, $p = 0,41$). Con el análisis por grupos de nivel funcional, se encontró que no hubo cambios significativos para los niveles I-II ($p = 0.33$), Nivel III ($p = 0.24$) o niveles IV-V ($p = 0.92$).

Conclusión: Es controvertido que la cirugía multinivel resulte en un cambio hacia la mejora de la funcionalidad de los pacientes con PC. Cabe destacar que los pacientes con niveles funcionales III, IV y V no presentaron deterioro de su nivel funcional medido con la escala GMFM-66 tras cirugía multinivel.

Palabras clave: Parálisis cerebral, cirugía multinivel, resultados funcionales.

Abstract

Objective: To analyze postoperative functional changes in children with cerebral palsy (CP) after multilevel surgery, measured with the GMFM-66 scale on each functional level. **Design:** Retrospective study, to compare GMFM-66 scores before and after multilevel surgery in patients under 18 years old with CP evaluated at one third level Hospital from 2004 until 2018. The Wilcoxon signed-rank test was used for statistical analysis. **Results:** A sample of 103 patients was obtained, from 5 to 17 years old (mean 8.03); 58 boys. **Functional level:** 4 patients in GMFCS I (3.8%), 11 in Level II (10.5%), 18 in Level III (17.1%), 39 in level IV (37.1%) and 33 in level V (31.4%). **Type of CP:** 77.1% spastic, 19.1% dyskinetic and 3.8% mixed. 56 of 103 patients showed a higher postoperative score of GMFM-66, 42 a lower score and 7 draws (Wilcoxon signed-rank test, $p=0.41$). With the analysis by functional level groups, it was found that there were no significant changes for levels I-II ($p=0.33$), Level III ($p=0.24$) or levels IV-V ($p=0.92$). **Conclusion:** It is controversial that the multilevel surgery results in a shift towards improvement in the functionality of patients with CP. It should be noted that patients with functional levels III, IV and V did not show a deterioration of their functional level measured with the GMFM-66 scale after multilevel surgery.

Keywords: Cerebral palsy, multilevel surgery, functional outcomes.

Contenido

	Pág.
Marco teórico	4
Objetivos	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
Métodos	8
Diseño de la investigación	8
Hipótesis	9
Población y Muestra	9
Población Diana	9
Criterios de Selección de la Muestra	9
Muestreo	10
Tamaño de la Muestra	10
Instrumentos, Recolección de la información	10
Variables	10
Calidad del dato, Control de sesgos y Error	11
Consideraciones éticas	12
Resultados	14
Discusión	15
Conclusiones y recomendaciones	17
Conclusiones	17
Recomendaciones	17

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
CHQ	Child Health Questionnaire
FMS	Functional Mobility Scale
GGI	Gillette Gait Index
GMFCS	Gross Motor Function Classification System
GMFM-66	Gross Motor Function Measure 66
GPS	Gait Profile Score
PC	Parálisis Cerebral

Introducción

La Parálisis Cerebral (PC) es una patología común en la consulta del médico fisiatra y del equipo interdisciplinario de rehabilitación. Entre las múltiples manifestaciones clínicas con que cursa esta entidad, una de las principales preocupaciones y objetivos para los cuidadores y para los profesionales de atención en salud respectivamente, es la función de deambular. Existen diferentes intervenciones encaminadas a favorecer la consecución, mantenimiento y/o mejoría de la marcha en los pacientes pediátricos con PC, entre las que se encuentran las intervenciones quirúrgicas. Se busca estudiar los cambios funcionales que se han obtenido con las cirugías multinivel en niños con PC.

Dadas las múltiples alteraciones en las estructuras y funciones corporales de los pacientes con PC, se requieren diversas intervenciones interdisciplinarias con el fin de corregir una alteración mayor o evitar la progresión. En el caso de la espasticidad, cuando esta es moderada o severa, en lugar de intervenciones menos invasivas como inyección de material miorrelajante o baclofeno oral, es útil la cirugía ortopédica, igualmente combinada al adecuado manejo de base (posicionamiento, ejercicio y uso de ortesis). El objetivo de la cirugía ortopédica es mejorar la funcionalidad en la deambulación en aquellos pacientes con potencial de realizar esta actividad o corregir y prevenir deformidades. Para un buen patrón de marcha, los pies deben estar plantígrados y ser estables, así como también las caderas y rodillas deben tener una buena extensión ¹. En nuestro país no se conocen estudios que evalúen los cambios funcionales en niños a quienes se les realizan dichas intervenciones. La descripción de los mismos contribuirá a desarrollar mejores conceptos con respecto a la recomendación o no de realizar cirugías multinivel en los pacientes candidatos a tales procedimientos.

Las cirugías multinivel son procedimientos complejos que requieren de un periodo de intervención de rehabilitación postoperatoria con el fin de optimizar los resultados,

buscando una mejoría en el desempeño funcional de los pacientes intervenidos. Existen algunos estudios que han evaluado este aspecto, sin embargo, en el país no se conocen estudios similares.

Un ensayo clínico aleatorizado realizado en Australia ² incluyó 19 pacientes con PC tipo diplejía espástica y mostró que los pacientes intervenidos con cirugía multinivel presentaron mejoría en la marcha medida con Gait Profile Score (GPS) y Gillette Gait Index (GGI). A pesar de ello, no hubo mejoría en la función motora gruesa (medida con GMFM-66 y FMS) ni en la calidad de vida (Child Health Questionnaire, CHQ).

En una muestra de 121 pacientes con PC de un hospital de tercer nivel en Australia ³ se estudió los cambios de cirugías múltiples en comparación a los niveles funcionales (pacientes incluidos en el estudio de niveles II y III) y el Gait Profile Score (GPS), encontrando que los pacientes con mejor puntuación en este último en el periodo preoperatorio y GMFCS nivel II, obtuvieron alguna mejoría en el patrón de marcha mientras que los resultados no fueron significativos en los de nivel III.

En España ⁴, el análisis retrospectivo de los cambios mediante el análisis computarizado de la marcha en 26 pacientes entre los 8 y 17 años, con diagnóstico de PC, se encontró mejoría significativa en la extensión máxima de la rodilla en el apoyo y en el rango dinámico de esta articulación, con satisfacción referida por el 80% de los padres.

Por otra parte, un estudio prospectivo en Taiwán ⁵ con 25 niños con PC de niveles GMFCS II a IV e intervenidos con cirugía multinivel, y que fueron seguidos a 6 semanas, 3 y 6 meses, se reportó mejoría en la puntuación de GMFM-66 a las 6 semanas, pero con resultados cambiantes a lo largo del seguimiento y cambios favorables en el control motor selectivo, reducción de las contracturas y de la espasticidad.

Con base en lo anterior, planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿Existen cambios funcionales relevantes medidos con la escala GMFM-66 en los niños con

parálisis cerebral con niveles I a V intervenidos por Cirugías Ortopédica Multinivel en una institución de la ciudad de Bogotá, valorados durante el periodo 2004 - 2018.

1. Marco teórico

La parálisis cerebral (PC) abarca un grupo de trastornos permanentes del desarrollo del movimiento y la postura que causan limitación en las actividades y que son atribuidos a daños no progresivos que ocurren en el desarrollo fetal o el cerebro infantil. Los trastornos motores de la PC se acompañan, con frecuencia, de alteraciones de la sensibilidad, percepción, cognición, comunicación y comportamiento, epilepsia o problemas musculoesqueléticos secundarios ⁶. Los signos característicos de esta enfermedad son espasticidad, trastornos del movimiento, debilidad muscular, ataxia y rigidez ⁷.

La PC es la causa de discapacidad física más común en la infancia, con una prevalencia reportada de 2.4 por cada 1.000 niños, con una estimación de 17 millones de personas en todo el mundo ⁸. En latinoamérica son escasos los estudios que se han realizado con el fin de medir la presentación de la enfermedad y han mostrado resultados cercanos a los mencionados previamente. En particular en nuestro país, un estudio realizado en Sabaneta (Antioquia) describió una prevalencia de PC de 1,19 por 1.000 niños ^{8,9} y otro realizado en Popayán (Cauca) mostró que en el total de consultas de neuropediatría, la prevalencia de pacientes con PC fue de 16,2% ¹⁰.

Existen diferentes tipos de PC, de acuerdo a variables como: las anormalidades motoras (espástica, distónica, hiperquinética, atáxica), la distribución topográfica (hemiplejía, diplejía, cuadri/tetraplejía) o la lateralidad (uni o bilateral)¹¹. Hasta el momento no existe un estándar de denominación de la enfermedad dado que existen incongruencias en la valoración interobservador y diferentes grados de afectación en las extremidades en cada paciente, por lo que incluso se recomienda hacer una descripción del estado clínico de cada extremidad ¹².

Por otra parte, existen sistemas de clasificación de la funcionalidad de los pacientes con PC; entre las principales y de uso más extendido se encuentran: *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS), para la función motora gruesa; la *Functional Mobility Scale*, como medida de rendimiento en deambulación en niños con PC y *Manual Ability Classification System*, para las habilidades de la extremidad superior en las actividades de la vida diaria; entre otras ¹¹. La GMFCS, descrita por primera vez a finales del siglo pasado ¹³ aborda la capacidad de deambular, incluyendo el uso de ayudas para la marcha y la habilidad de sentarse, ponerse de pie o caminar en los niños con PC. Clasifica la función motora gruesa en una escala ordinal de 5 niveles, descritos por grupos de edad (menores de 2 años, 2 a 4 años, 4 a 6 años, 6 a 12 años y 12 a 18 años), que en general se describen de la siguiente manera:

Nivel I: Camina sin limitaciones

Nivel II: Camina con limitaciones

Nivel III: Camina con ayudas técnicas para la marcha sostenidas por las manos o silla de ruedas autopropulsada

Nivel IV: Movilización autopropulsada con limitaciones; puede requerir propulsión asistida

Nivel V: Confinado a una silla de ruedas

La escala *Gross Motor Function Measure* GMFM-66 ¹⁴, creada a partir de un análisis rasch de los 88 ítems de la versión original, GMFM-88 ¹⁵, se utiliza para la valoración de la función motora gruesa en los niños con PC, evaluando actividades en 5 dominios: a) Decúbitos y volteo, b) Sedestación, c) Gateo y posición de rodillas, d) Bipedestación, y e) Caminar, correr y saltar. Se diseñó para cuantificar los cambios posteriores a una intervención y ha mostrado una buena eficacia y sensibilidad en la medición de los mismos ¹⁶⁻¹⁸. Además se encuentra validada en nuestro país ¹⁹.

Dadas las múltiples alteraciones en las estructuras y funciones corporales de los pacientes con PC, se requieren diversas intervenciones interdisciplinarias con el fin de corregir una alteración mayor o evitar la progresión. En el caso de la espasticidad, cuando esta es moderada o severa, en lugar de intervenciones menos invasivas como

inyección de material miorrelajante o baclofeno oral, es útil la cirugía ortopédica, igualmente combinada al adecuado manejo de base (posicionamiento, ejercicio y uso de ortesis). El objetivo de la cirugía ortopédica es mejorar la funcionalidad en la deambulaci3n en aquellos pacientes con potencial de realizar esta actividad o corregir y prevenir deformidades. Para un buen patr3n de marcha, los pies deben estar plant3grados y ser estables, as3 como tambi3n las caderas y rodillas deben tener una buena extensi3n ¹.

En relaci3n a las intervenciones quir3rgicas, algunos tipos de estos procedimientos realizados en pacientes con PC son: liberaciones musculares, tenotom3as, transferencias tendinosas, osteotom3as y artrodesis ²⁰. Se han realizado estudios previos abordando los cambios postoperatorios de estas cirug3as multinivel en la funcionalidad y calidad de vida de los pacientes. En M3xico ²¹, un estudio incluy3 81 pacientes con PC intervenidos quir3rgicamente con cirug3a multinivel y fueron seguidos de manera prospectiva, encontrando que hubo una mejor3a significativa en la deambulaci3n, la calidad de marcha y el uso de ortesis. En India ²², al analizar los datos de un grupo de 18 pacientes con PC y marcha agazapada de manera retrospectiva, se encontr3 que hubo mejor3a posterior a la cirug3a multinivel en la velocidad de la marcha y el 3ndice de costo fisiol3gico.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Comparar los cambios funcionales utilizando la escala GMFM-66 en niños con parálisis cerebral en niveles I a V, intervenidos con cirugías multinivel y valorados en el Instituto Roosevelt durante los años 2004 - 2018.

2.2 Objetivos específicos

Encontrar los cambios en la escala GMFM-66 de los niños con parálisis cerebral intervenidos con cirugías multinivel y valorados en el Instituto Roosevelt durante los años 2004 - 2018.

Comparar las diferencias halladas en la escala GMFM-66 de los niños con parálisis cerebral intervenidos con cirugías multinivel y valorados en el Instituto Roosevelt durante los años 2004 - 2018, diferenciándolos por niveles GMFCS I-II, III y IV-V.

3. Métodos

El abordaje metodológico se realiza tomando como fuente principal de datos la base FileMaker del Instituto Roosevelt. Se realiza un filtro de los casos que cumplan los criterios de inclusión y no cuenten con los criterios de exclusión. Se utilizará como principal factor de evaluación las variables de escala GMFM-66 y los datos demográficos básicos de acuerdo al formato de la base de datos.

Posteriormente se realiza un análisis descriptivo de los pacientes menores de 18 años, tomados para la muestra de estudio, con diagnóstico de parálisis cerebral, intervenidos quirúrgicamente con cirugía multinivel entre la evaluación funcional inicial y de seguimiento y se describe los cambios funcionales evaluados con la escala GMFM-66, que se encuentran en la muestra de estudio antes y después de la cirugía.

3.1 Diseño de la investigación

Estudio descriptivo retrospectivo, en una muestra de pacientes valorados en el Instituto Roosevelt durante los años 2004 a 2018, menores de 18 años, con diagnóstico de PC, con valoración con la escala funcional GMFM-66 antes y después de las intervenciones quirúrgicas. Se excluyen casos de PC unilateral, sin intervenciones quirúrgicas, a aquellos intervenidos antes de la primera valoración funcional con la escala GMFM-66 o con intervenciones diferentes a la cirugía ortopédica. Se utiliza la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para el análisis estadístico.

3.2 Hipótesis

La hipótesis nula es que no existen cambios funcionales relevantes medidos con la escala GMFM-66 en los niños con parálisis cerebral con GMFCS I a V intervenidos con cirugías ortopédicas multinivel.

3.3 Población y Muestra

Población: Pacientes menores de 18 años con diagnóstico de PC, valorados en el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Roosevelt durante los años 2004 a 2018.

3.4 Población Diana

Pacientes con diagnóstico de PC intervenidos con cirugías multinivel durante los años 2004 a 2018.

3.4.1 Criterios de Selección de la Muestra

- Criterios de inclusión

Paciente menor de 18 años.

Paciente con diagnóstico de parálisis cerebral.

Pacientes con valoración con escala funcional GMFM-66 antes y después de las intervenciones quirúrgicas

Paciente valorado en Instituto Roosevelt entre los años 2004 a 2018.

- Criterios de exclusión

Pacientes sin intervenciones quirúrgicas.

Paciente intervenidos quirúrgicamente antes de la primera valoración funcional con la escala GMFM-66 en el Instituto Roosevelt.

Pacientes con intervenciones quirúrgicas diferentes a la cirugía ortopédica.

Parálisis cerebral unilateral

3.5 Muestreo

Se encontraron 1660 valoraciones funcionales con la escala GMFM-66 de niños con PC realizadas entre agosto de 2004 y junio de 2018, correspondientes a 624 pacientes, de los cuales 103 cumplen con los criterios de inclusión y exclusión.

3.6 Tamaño de la Muestra

103 pacientes con diagnóstico de parálisis cerebral valorados con la escala GMFM-66 en el Servicio de Rehabilitación del Instituto Roosevelt entre agosto de 2004 y junio de 2018.

3.7 Instrumentos, Recolección de la información

Base de datos en FileMaker de niños con PC en el Instituto Roosevelt.

3.8 Variables

Se valoran las siguientes variables: Edad, Género, Tipo de Parálisis Cerebral, Distribución de PC, fechas de evaluación inicial y final, fechas de intervención(es) quirúrgica(s), tipo de cirugía, Epilepsia, Déficit Cognitivo, Luxación de cadera, Escala GMFM-66.

3.9 Calidad del dato, Control de sesgos y Error

El estudio presenta limitaciones propias del diseño retrospectivo. El control de sesgos se realiza principalmente evaluando la óptima calidad de los datos presentes en la base de datos.

4. Consideraciones éticas

El presente proyecto de Investigación acata los principios del reporte Belmont, la declaración de Helsinki y las leyes y regulaciones del país en especial la Resolución 8430 de 1993 para estudios que trabajan con seres humanos.

La Resolución 8430 establece que la investigación sin riesgo corresponde a estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental que no realizan ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio. Esta investigación se ajusta a estas características por cuanto la metodología se centra en la recolección de información de las fuentes de base de datos e historia clínica con base en el Instrumento de Recolección de Datos, sin que haya intervención o modificaciones de ninguna de las variables.

El uso de la información recolectada será utilizada con fines científicos y recogida a través de un instrumento de recolección de información. En la recolección, análisis y presentación de la información se tendrá en cuenta la confidencialidad y la veracidad en la publicación de los resultados.

Frente al derecho a la privacidad con respecto a la información específica de la historia clínica, se garantizará el manejo reservado de la información teniendo en cuenta las consideraciones éticas de las bases de datos en salud y del manejo responsable y veraz de las mismas.

5. Resultados

Se obtuvo una muestra de 103 pacientes, de 5 a 17 años (media 8.03); 58 varones. Nivel funcional: 4 pacientes en GMFCS I (3,8%), 11 en nivel II (10,5%), 18 en nivel III (17,1%), 39 en nivel IV (37,1%) y 33 en nivel V (31,4%). Tipo de PC: 77,1% espástica, 19,1% discinética y 3,8% mixta. 56 de 103 pacientes mostraron una puntuación postoperatoria más alta de GMFM-66, 42 una puntuación más baja y 7 no mostraron cambios (prueba de rango con signo de Wilcoxon, $p = 0,41$). Con el análisis por grupos de nivel funcional, se encontró que no hubo cambios significativos para los niveles I-II ($p = 0.33$), Nivel III ($p = 0.24$) o niveles IV-V ($p = 0.92$).

6. Discusión

Un ensayo clínico aleatorizado realizado en Australia ² incluyó 19 pacientes con PC tipo diplejía espástica y mostró que los pacientes intervenidos con cirugía multinivel presentaron mejoría en la marcha medida con Gait Profile Score (GPS) y Gillette Gait Index (GGI). A pesar de ello, no hubo mejoría en la función motora gruesa (medida con GMFM-66 y FMS) ni en la calidad de vida (Child Health Questionnaire, CHQ).

En una muestra de 121 pacientes con PC de un hospital de tercer nivel en Australia ³ se estudió los cambios de cirugías múltiples en comparación a los niveles funcionales (pacientes incluidos en el estudio de niveles II y III) y el Gait Profile Score (GPS), encontrando que los pacientes con mejor puntuación en este último en el periodo preoperatorio y GMFCS nivel II, obtuvieron alguna mejoría en el patrón de marcha mientras que los resultados no fueron significativos en los de nivel III.

En España ⁴, un análisis retrospectivo de los cambios mediante el análisis computarizado de marcha de 26 pacientes entre los 8 y 17 años, con diagnóstico de PC, encontró una mejoría significativa en la extensión máxima de la rodilla en el apoyo y en el rango dinámico de esta articulación, con satisfacción referida por el 80% de los padres.

Por otra parte, un estudio prospectivo en Taiwán ⁵ con 25 niños con PC de niveles GMFCS II - IV e intervenidos con cirugía multinivel, que fueron seguidos a 6 semanas, 3 y 6 meses, reportó mejoría en la puntuación de GMFM-66 a las 6 semanas, pero con resultados cambiantes a lo largo del seguimiento y cambios favorables en el control motor selectivo, reducción de las contracturas y de la espasticidad.

Un metaanálisis publicado recientemente ²³ concluye que la cirugía multinivel no tiene un efecto a largo plazo en la función motora gruesa en los niños con PC espástica, así como tampoco en la velocidad de la marcha. No obstante, produce cambios benéficos en algunas características de la marcha (Gait Profile Score a un año).

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

Diferentes estudios muestran resultados que no encuentran cambios significativos en la escala GMFM-66 en el postoperatorio de niños con PC de cualquier nivel funcional en los diferentes tipos de presentación de dicha entidad (principalmente la forma espástica). A la luz de la evidencia actual, es controvertido que esta intervención resulte en un cambio hacia la mejoría en la funcionalidad de los pacientes con PC. Se requieren estudios de mejor diseño metodológico que permitan esclarecer estas conclusiones, sin embargo, cabe resaltar que los pacientes con niveles funcionales III, IV y V no han mostrado un deterioro de su nivel funcional medido con la escala GMFM-66 después de haber sido intervenidos con cirugías multinivel.

7.2 Recomendaciones

Se presentan como una serie de aspectos que se podrían realizar en un futuro para emprender investigaciones similares o fortalecer la investigación realizada.

Bibliografía

1. Berker AN, Yalçın MS. Cerebral palsy: orthopedic aspects and rehabilitation. *Pediatr Clin North Am* [Internet]. 2008 Oct;55(5):1209–25, ix. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pcl.2008.07.011>
2. Thomason P, Baker R, Dodd K, Taylor N, Selber P, Wolfe R, et al. Single-event multilevel surgery in children with spastic diplegia: a pilot randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 2011 Mar 2;93(5):451–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.J.00410>
3. Rutz E, Donath S, Tirosh O, Graham HK, Baker R. Explaining the variability improvements in gait quality as a result of single event multi-level surgery in cerebral palsy. *Gait Posture* [Internet]. 2013 Jul;38(3):455–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.01.014>
4. Martínez Caballero I, Lerma Lara S, Ferullo M, Ramírez Barragán A, Castillo Sanz A. Cirugía multinivel para las alteraciones de la deambulación en parálisis cerebral infantil: evaluación cuantitativa, funcional y de satisfacción de los resultados obtenidos. *Traumatology* [Internet]. 2013 [cited 2019 Apr 24];24(4):224–9. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4572865&info=resumen&idoma=ENG>
5. Chang C-H, Chen Y-Y, Yeh K-K, Chen C-L. Gross motor function change after multilevel soft tissue release in children with cerebral palsy. *Biomed J* [Internet]. 2017 Jun;40(3):163–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bj.2016.12.003>
6. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl* [Internet]. 2007 Feb;109:8–14. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17370477>
7. Koman LA, Andrew Koman L, Smith BP, Shilt JS. Cerebral palsy [Internet]. Vol. 363, *The Lancet*. 2004. p. 1619–31. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(04\)16207-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(04)16207-7)
8. Kerr Graham H, Rosenbaum P, Paneth N, Dan B, Lin J-P, Damiano DL, et al.

- Cerebral palsy. *Nature Reviews Disease Primers* [Internet]. 2016 Jan 7 [cited 2019 Apr 23];2:15082. Available from: <https://www.nature.com/articles/nrdp201582>
9. Angel D, González J, Guzmán M, Mejía E. Prevalencia de parálisis cerebral infantil en los menores de diez años en el municipio de Sabaneta, Antioquia. *Iatreia* [Internet]. 2001 Apr 21 [cited 2019 Apr 23];14(4-S):264. Available from: <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/iatreia/article/view/3859>
 10. Martínez KA, Tobar ÁP, Niño ME, Delgado-Noguera M. Prevalencia de factores de riesgo para parálisis cerebral infantil en dos centros de atención de Popayán Karol Andrea Martínez, Carolina Muñoz, Ángela Patricia Tobar, María Eugenia Niño y Mario Delgado-Noguera *PEDIATRÍA* 2013;46(2):56-62. *Pediatrics* [Internet]. 2013 Mar 11 [cited 2019 Apr 23];46(2):56–52. Available from: <http://dx.doi.org/>
 11. Rethlefsen SA, Ryan DD, Kay RM. Classification Systems in Cerebral Palsy [Internet]. Vol. 41, *Orthopedic Clinics of North America*. 2010. p. 457–67. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocl.2010.06.005>
 12. Cans C. The Definition and Classification of Cerebral Palsy. *Dev Med Child Neurol* [Internet]. 2007 Feb;49(s109):1–44. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00001.x>
 13. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* [Internet]. 1997 Apr;39(4):214–23. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9183258>
 14. Avery LM, Russell DJ, Raina PS, Walter SD, Rosenbaum PL. Rasch analysis of the Gross Motor Function Measure: validating the assumptions of the Rasch model to create an interval-level measure. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2003 May;84(5):697–705. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12736885>
 15. Russell DJ, Rosenbaum PL, Cadman DT, Gowland C, Hardy S, Jarvis S. THE GROSS MOTOR FUNCTION MEASURE: A MEANS TO EVALUATE THE EFFECTS OF PHYSICAL THERAPY [Internet]. Vol. 31, *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2008. p. 341–52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.1989.tb04003.x>
 16. Russell DJ, Avery LM, Rosenbaum PL, Raina PS, Walter SD, Palisano RJ.

- Improved scaling of the gross motor function measure for children with cerebral palsy: evidence of reliability and validity. *Phys Ther* [Internet]. 2000 Sep;80(9):873–85. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10960935>
17. Wei S, Su-Juan W, Yuan-Gui L, Hong Y, Xiu-Juan X, Xiao-Mei S. Reliability and Validity of the GMFM-66 in 0- to 3-Year-Old Children with Cerebral Palsy [Internet]. Vol. 85, *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2006. p. 141–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/01.phm.0000197585.68302.25>
 18. Wang H-Y, Yang YH. Evaluating the responsiveness of 2 versions of the gross motor function measure for children with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2006 Jan;87(1):51–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2005.08.117>
 19. Mejía Valencia N, Rivera Rujana DM. Validación de la escala: Gross Motor Function Measure (GMFM 66) en niños con parálisis cerebral para Colombia. 2011 Aug [cited 2019 May 27]; Available from: <http://hdl.handle.net/10946/2437>
 20. Berker AN, Nadire Berker A, Selim Yalçın M. Cerebral Palsy: Orthopedic Aspects and Rehabilitation [Internet]. Vol. 55, *Pediatric Clinics of North America*. 2008. p. 1209–25. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pcl.2008.07.011>
 21. Díaz-Vázquez J, Peralta-Cruz S, Olín-Núñez JA, Redón-Tavera A. Evaluación de resultados funcionales en el tratamiento de miembros pélvicos con cirugía multinivel en pacientes espásticos con parálisis cerebral infantil. *Acta Ortop Mex* [Internet]. 2010 [cited 2019 Apr 24];24(6):376–84. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2010/or106c.pdf>
 22. Ganjwala D. Multilevel orthopedic surgery for crouch gait in cerebral palsy: An evaluation using functional mobility and energy cost. *Indian J Orthop* [Internet]. 2011 [cited 2019 Apr 24];45(4):314. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3134015/>
 23. Amirmudin NA, Lavelle G, Theologis T, Thompson N, Ryan JM. Multilevel Surgery for Children With Cerebral Palsy: A Meta-analysis. *Pediatrics* [Internet]. 2019 Apr;143(4). Available from: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2018-3390>