



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
“LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA”

ESPECIALIDAD MÉDICA:
MEDICINA DE REHABILITACIÓN

INFLUENCIA DE LA CIRUGÍA MULTINIVEL Y LA
REHABILITACIÓN POSTQUIRÚRGICA EN LA CAPACIDAD
MOTORA GRUESA Y EL CONTROL MOTOR SELECTIVO DE
NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL.

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:

MEDICINA DE REHABILITACIÓN

P R E S E N T A:

DRA. MARÍA GUADALUPE VALADEZ VARELA

PROFESOR TITULAR:

DR. DANIEL DAVID CHÁVEZ ARIAS

TUTOR DE TESIS:

DR. CARLOS PUBLIO VIÑALS LABAÑINO

ASESORES:

M. EN C. SAÚL RENÁN LEÓN HERNÁNDEZ

DR. SERGIO PERALTA CRUZ



CIUDAD DE MÉXICO

FEBRERO 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD

DRA. XOCHIQETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE EDUCACIÓN MÉDICA

DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL
JEFE DE SERVICIO DE ENSEÑANZA MÉDICA

DR. DANIEL DAVID CHÁVEZ ARIAS
PROFESOR TITULAR

DR. CARLOS PUBLIO VIÑALS LABAÑINO

TUTOR DE TESIS

M. EN C. SAÚL RENÁN LEÓN HERNÁNDEZ

ASESOR METODOLÓGICO

DR. SERGIO PERALTA CRUZ

COLABORADOR

ÍNDICE

1.- RESUMEN.....	1
II.- MARCO TEÓRICO.....	2
III.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	7
3.1.- Pregunta de Investigación.....	7
IV.- ANTECEDENTES.....	7
V.- JUSTIFICACIÓN.....	11
VI.- HIPÓTESIS.....	13
VII.- OBJETIVO GENERAL.....	13
VIII.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
IX.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	14
9.1 Tipo de estudio.....	14
9.2.- Descripción del Universo de Trabajo.....	14
9.3.- Criterios de Inclusión.....	14
9.4 Criterios de Eliminación.....	14
9.5.- Criterios de Exclusión.....	15
9.6.- Tamaño de la Muestra.....	15
9.7.- Análisis Estadístico Propuesto.....	17
X.- DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS.....	17
10.1.- Selección de Fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de información.....	17
10.2.- Definición de las Unidades de Observación.....	18
XI.- ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18

11.1.- Recursos Humanos.....	18
11.2.- Recursos materiales.....	18
XII.- RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	18
12.1.- Análisis Estadístico.....	18
12.2.- Resultados.....	19
XIII.- DISCUSIÓN.....	23
XIV.- CONCLUSIONES.....	24
XV.- LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES.....	24
XVI.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
XVII.- ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD.....	27
XVIII.- CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	28
XIX.- ANEXOS.....	31
19.1.- Clasificación de la Función Motora Gruesa Extendida y Revisada.....	31
19.4.- Medición de la Función Motora Gruesa-66 Abreviada (B&T).....	34
19.5.- Prueba del Control Motor Selectivo Modificado de Trost.....	37

ÍNDICE DE GRÁFICAS Y TABLAS

Tabla 1 Características de los pacientes en el estado basal según la clasificación en el GMFCS.....	19
Gráfica 1 Cambios en la clasificación GMFCS desde el estado basal a la segunda y tercera medición.....	20
Tabla 2 Cambios en los test GMFM-66 B&C y Trost según niveles de GMFCS.....	21
Tabla 3 Cambios en la clasificación GMFCS según estratos de CI y de lado de la espasticidad.....	22

A Dios.

Ni antes ni después, su reloj es tan perfecto y su tiempo tan maravilloso.

A mi familia.

Abuelitos, papás y hermanos; por ustedes soy lo que soy.

A mi esposo.

M.I.A.U.

La medicina es la ciencia de la incertidumbre y el arte de la probabilidad (William Osler).

I.- RESUMEN

Título: Influencia de la cirugía multinivel y la rehabilitación postquirúrgica en la capacidad motora gruesa y el control motor selectivo de niños con parálisis cerebral.

Antecedentes: La parálisis cerebral es la causa más frecuente de discapacidad motora en la edad pediátrica, no es una enfermedad degenerativa, pero nos dará una falsa imagen de progresividad debido a las repercusiones que tendrá a nivel del aparato locomotor dependiendo del GMFCS y la edad. El GMFM-66 puede medir cambios en la habilidad motora a través del tiempo o en respuesta a una intervención. Las limitaciones clínicas de la capacidad motora gruesa pueden estar asociadas con alteraciones subyacentes a la función neuromusculoesquelética como el control motor selectivo. Diversos estudios reportan mejoría en la función motora gruesa posterior a SEMLS.

Objetivo: Identificar la asociación entre el control motor selectivo y la capacidad motora gruesa en la evolución y pronóstico motor de niños con parálisis cerebral ambulatorios, posterior a cirugía multinivel en un solo evento y rehabilitación postquirúrgica.

Hipótesis: La capacidad de movimiento alcanzado con el control motor selectivo se relacionará de manera significativa con los valores obtenidos en la capacidad motora gruesa en pacientes con parálisis cerebral ambulatorios, lo que permitirá establecer una concordancia proporcional con la mejoría clínica obtenida en los pacientes posterior a cirugía multinivel y rehabilitación postquirúrgica.

Metodología: Se incluyeron a todos los pacientes con parálisis cerebral postoperados de cirugía multinivel en un solo evento, en el período de un año, que cumplían los criterios de inclusión, fueron evaluados en 3 ocasiones: previo a evento quirúrgico, al finalizar su 2da semana de rehabilitación y postquirúrgica tardía (al mes del alta hospitalaria). Se aplicaron los siguientes instrumentos de evaluación: Sistema de Clasificación para la Función Motora Gruesa extendida y revisada (GMFCS- E y R), Medición de la Función Motora Gruesa de 66 ítems en modo basal y techo (GMFM-66-B&C) y la Prueba del Control Motor Selectivo Modificado de Trost (PCMSMT).

Análisis estadístico: Se aplicó estadística descriptiva para caracterizar a la muestra en el estado basal, los cambios de GMFCS se contrastaron con el estadístico de chi cuadrada por estratos y la comparación de medias se efectuó con el modelo univariante del análisis de varianza con dos y tres factores, las correlaciones se realizaron r de Pearson. En todos los contrastes se tomó p igual o menor a 0.05 como valor de significancia.

Resultados: El nivel de automovilidad del GMFCS de los pacientes se agrava de manera temporal por efecto de la cirugía, pero hacia la última medición la mayoría de los casos regresan al estado basal prequirúrgico por efecto de la rehabilitación, sin embargo, la capacidad motora y el control motor selectivo no alcanzaron valores estadísticamente significativos.

Conclusiones: La cirugía multinivel constituye el procedimiento quirúrgico recomendado para garantizar los avances motores en niños con parálisis cerebral, combinada con rehabilitación intensiva postquirúrgica, permiten mejorar la capacidad motora en pacientes con parálisis cerebral ambulatorios de la muestra estudiada. No hubo asociación entre la capacidad de movimiento alcanzado en el control motor selectivo con los valores obtenidos en la capacidad motora gruesa en pacientes de la muestra, quizás atribuible al número de participantes y al tiempo de evolución post quirúrgico.

II.- MARCO TEORICO:

La parálisis cerebral (PC) es la causa más frecuente de discapacidad motora en la edad pediátrica y persistirá en la edad adulta. Se define como un trastorno del desarrollo del tono postural y del movimiento de carácter persistente, aunque no invariable, que condiciona una limitación en la actividad, secundario a una agresión no progresiva, a un cerebro inmaduro **(1)**.

Se reporta una prevalencia de 3/1000 recién nacidos vivos en Estados Unidos **(2)**. En Europa la prevalencia reportada por revisiones sistemáticas y metaanálisis es de 2/1000 recién nacidos vivos desde el año 1985 **(3)**. La Vigilancia de la Parálisis Cerebral en Europa (SCPE, por sus siglas en inglés) estima una prevalencia de 2-3/1000 recién nacidos vivos, y esta se incrementa a 40-100/1000 en bebés prematuros o con muy bajo peso para la edad gestacional **(4)**. El centro de investigación de la Universidad McMaster en Canadá (CanChild) reporta que 1 de cada 400 individuos tiene el diagnóstico de parálisis cerebral y es la principal causa de discapacidad física **(5)**. En Reino Unido se estima una tasa de 1/400 recién nacidos vivos, las estadísticas indican que el exceso de nacimientos (más de 700,000 al año) llegan a presentar hasta 1800 casos nuevos de PC cada año **(6)**. En México los reportes de la Secretaría de Salud publicados entre 1998 y 2000, muestran una incidencia de tres casos por cada 10,000 nacidos vivos **(7)**. El diagnóstico se basa en la descripción clínica y está sujeta a cierta variabilidad del observador.

En el año 2000 la Vigilancia de la Parálisis Cerebral en Europa (SCPE, por sus siglas en inglés) reportó una colaboración de 14 centros de investigación en 8 países, donde se concluyeron los subtipos clínicos de la parálisis cerebral en las siguientes categorías: espástica (bilateral y unilateral), discinética (distónica, coreoatetósica), atáxica y mixta **(8)**. La no progresión de la neuropatología es una definición característica de la enfermedad, aunque esto no aplica a las manifestaciones clínicas, las cuales cambian a través de la vida **(9)**.

La Evaluación de la Función Motora Gruesa (GMFM, por sus siglas en inglés), es una medición observacional con criterio de referencia, fue creada y validada en 1989 por Russell y cols., para valorar niños con PC. La versión original constaba de 85 ítems consistentes en la medición de habilidades motoras, a la cual se le añadieron 3 ítems debido a la retroalimentación que recibieron los clínicos involucrados en el estudio. Para restablecer la confiabilidad de la GMFM se le añadieron guías para su medición, la cual se realiza a través de la observación en una escala ordinal de 4 puntos: 0=no lo realiza, 1=menos del 10% de la actividad, 2=parcial, menos del 100% de la actividad y 3=completa la actividad. El espectro de actividades que evalúa son: (1) tumbarse y rodar (17 ítems), (2) sentarse (20 ítems), (3) gatear (14 ítems), (4) de pie (13 ítems) y (5) marcha y escalar (24 ítems); los cuales se consideran actividades en su mayoría realizables por niños de 5 años de edad sin discapacidad motora. Las puntuaciones para cada dimensión se expresan como porcentaje del puntaje máximo a obtener para cada dimensión. El puntaje total se obtiene de un promedio de los porcentajes a través de las 5 dimensiones **(10)**.

Después de un uso extensivo del GMFM-88 ítems, tanto en la clínica como en la investigación, Rosenbaum y cols., aplicaron un análisis Rasch, el cual es una técnica estadística basada en un modelo probabilístico para estimar y concretar la dificultad, en orden creciente de los ítems a evaluar, se eliminó así 22 ítems porque fueron considerados no necesarios para evaluar los avances motores o por otra parte no se modificaban en las diferentes valoraciones por la complejidad de su ejecución.

De esta manera se creó el GMFM-66, el actual "estándar de oro" para la Medición de la Función Motora Gruesa en los niños con parálisis cerebral, el cual puede medir cambios en la habilidad motora a través del tiempo o en respuesta a una intervención. El puntaje total va de 0 (la capacidad motora más baja) a 100 (capacidad motora normal). Avery y cols. en el año 2003, demostraron que sólo 13 ítems pueden ser necesarios para proveer una estimación acertada de las habilidades motoras gruesas, siendo estos clínicamente relevantes y medidos orden jerárquico de dificultad, nuevamente obtenidos mediante análisis Rasch; entonces se crearon 2 versiones abreviadas, una que involucra un conjunto de elementos (GMFM-66-IS, Item Set, por sus siglas en inglés) y la otra que involucra un acercamiento basal y techo (GMFM-66-B&C, Basal & Ceiling, por sus siglas en inglés), ambas han demostrado tener gran validez y confiabilidad en la medición de la Función Motora Gruesa, y pueden usarse tanto en la práctica clínica como en la investigación. Sin embargo se prefiere el uso del GMFM-66-B&C **(11)**.

Se creó un programa para computarizar los puntajes de la Medición de la Función Motora Gruesa por medio del software Gross Motor Ability Estimator 2 (GMAE-2), actualmente en su versión 2, el cual permite la aplicación de la escala con la posterior visualización del cálculo en un puntaje, así como el percentil en el que el niño se desempeña en cuento a la habilidad motora, según el grupo asignado mediante el GMFCS (Escala de Clasificación de la Función Motora Gruesa, por sus siglas en inglés). El GMAE-2 permite elegir la modalidad de aplicación basal & techo (Basal & Ceiling), con la cual los ítems se evalúan por grado de dificultad creciente, una vez que el niño no logra realizar 3 ítems consecutivos, automáticamente se concluye la prueba. Lo anterior permite aplicar los ítems necesarios para la evaluación, descartando los que el paciente, dado el grado de dificultad, no logrará. Al concluir, los cálculos son organizados en formato electrónico para su análisis **(12)**.

En promedio 50% de los niños con parálisis cerebral pueden caminar, 20% utilizan algún auxiliar para la marcha y un 30% no son ambulatorios **(13)**. Aunque la variabilidad es muy amplia según el tipo de PC y el tipo de marcha alcanzada (si logran caminar de forma funcional o no, si sólo lo hacen dentro del domicilio, si precisan ayudas técnicas etc).

El Sistema de la Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS) para la parálisis cerebral, desarrollado en 1997 por Robert Palisano, está basado en el movimiento auto iniciado por el paciente con énfasis en la sedestación (control del tronco), las transferencias y la movilidad. Para definir el sistema de clasificación de cinco niveles, el principal criterio es que la diferencia entre cada uno de estos niveles sea significativa para la vida diaria. Estas diferencias se basan en las limitaciones funcionales, la necesidad de uso de dispositivos auxiliares de la marcha (muletas,

bastones, andadores) o de movilidad sobre ruedas (sillas de ruedas manuales o eléctricas, autopropulsadas o no) más que en la calidad del movimiento. Las diferencias entre los niveles I y II no son tan marcadas entre los otros niveles, particularmente para los niños menores de 2 años. El objetivo de la GMFCS es determinar cuál nivel representa mejor las habilidades y limitaciones del niño/joven sobre su funcionamiento motor grueso **(14)**.

GMFMCS (generalidades de cada nivel)

- Nivel I: Marcha sin restricciones. Limitaciones en habilidades motoras más avanzadas.
- Nivel II: Marcha sin soporte ni ortesis. Limitaciones para andar fuera de casa o en la comunidad.
- Nivel III: Marcha con soporte u ortesis. Limitaciones para andar fuera de casa y en la comunidad.
- Nivel IV: Auto movilidad limitada, es posible que utilice movilidad motorizada.
- Nivel V: Totalmente dependientes. Transportado en silla de ruedas **(14)**.

Un estudio realizado en Amsterdam por Vos y colaboradores, reporta que los individuos capaces de caminar sin dispositivos de movilidad (GMFCS I y II) muestran un rápido desarrollo durante la infancia y pueden llegar a una meseta de capacidad motora a la edad de 5 años. Las personas que necesitan asistencia de dispositivos (GMFCS III-V), presentan niveles más bajos de capacidad motora gruesa que puede deteriorarse después de un pico que se ha reportado a la edad de 3 años. A pesar de que el nivel de GMFCS está fuertemente asociado con la capacidad motora gruesa (83 y 87% de la varianza explicada), ésta explica sólo el 9% de la varianza de los cambios en la capacidad motora gruesa durante un periodo de 1 año en niños con PC **(15)**.

Los niños con trastornos motores tienen en su mayoría una combinación de múltiples signos y síntomas clínicos que contribuyen a su discapacidad. Una clasificación general de signos motores distingue 2 categorías básicas: signos positivos y negativos. Los signos positivos pueden definirse como aquellos que conducen de manera involuntaria a una mayor frecuencia o magnitud de la actividad muscular, movimientos, o patrones de movimiento. Los ejemplos incluyen hipertonía, corea, tics y temblores. Los signos negativos describen actividad muscular insuficiente o control insuficiente de la actividad muscular, son a menudo más difíciles de identificar y cuantificar, y su tratamiento será menos eficaz. Se ha comprobado que los signos negativos contribuyen más importantemente a la discapacidad que los signos positivos. Los ejemplos incluyen debilidad, alteración del control motor selectivo, ataxia y apraxia **(16)**.

Las limitaciones clínicas de la capacidad motora gruesa pueden estar asociadas con alteraciones subyacentes a la función neuromusculoesquelética, como la disminución del rango de movilidad de las articulaciones, la espasticidad en grandes

grupos musculares, la disminución de la fuerza; así como un factor al cual se le ha dado muy poca atención que es el control motor selectivo **(15)**.

La Fuerza Operativa de los Institutos Nacionales de Salud en Estados Unidos definió el control motor selectivo (SMC, por sus siglas en inglés) como la "capacidad de aislar la activación de los músculos en un patrón selectivo en respuesta a demandas del movimiento voluntario o la postura". Esto puede incluir la movilidad de un segmento corporal de manera aislada **(17)**. Otros autores describen el SMC como la habilidad de aislar la activación de los músculos selectivamente en respuesta a demandas de movimiento voluntario o la postura **(18)**. También se ha referido como la habilidad de mover una articulación voluntaria e independiente de la postura y de otras articulaciones de la misma extremidad y se explica neurofisiopatológicamente por lesiones en el tracto corticoespinal **(19)**. Una definición más estrecha sobre la alteración del SMC se basa en el reclutamiento de patrones musculares en la electromiografía en niños con parálisis cerebral, como una coactivación obligatoria de músculos sinergistas **(20)**.

Cahill-Rowley señalan que el daño a los tractos motores en la sustancia blanca periventricular es la etiología primaria en la parálisis cerebral espástica. Estos tractos, incluyendo el corticoespinal, son los responsables de la producción del SMC, a través de señales motoras eferentes las cuales modulan el reclutamiento de las unidades motoras, por lo tanto, interfieren directamente con la fuerza, la velocidad, la sincronización y el control volitivo. La pérdida de control descendente lleva a una entrada anormal de motoneuronas en la médula espinal, que resulta en una falla en el desarrollo o el mantenimiento de las complejas redes de la médula espinal que están involucradas en la activación de patrones agonistas, sinergistas y antagonistas. Se ha especulado que la reducción del SMC debido a lesiones del tracto corticoespinal lleva a una dependencia creciente de los movimientos primitivos. Una posibilidad muy fuerte involucra la activación compensatoria del tracto reticuloespinal, un tracto extrapiramidal originado en el núcleo rojo del mesencéfalo que desciende paralelo al tracto corticoespinal **(20)**.

Históricamente los movimientos observados en paciente con lesión de neurona motora superior eran descritos como movimientos con patrones sinergistas (tendencia a mover 2 o más articulaciones) en flexión o extensión, actualmente se sabe que es algo más complejo. En el examen clínico los pacientes con SMC deteriorado o ausente pueden exhibir una velocidad reducida de movimientos, movimientos en espejo o activación muscular recíproca anormal. Adicionalmente, los pacientes son incapaces de mover independientemente las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo en diversos grados de flexión o extensión. Esto debido a la dificultad de disociar movimientos sinergistas entre diferentes articulaciones provocando que extiendan simultáneamente la cadera y la rodilla durante fase de balanceo **(21)**.

Se estudiaron 2 instrumentos para la evaluación del SMC: el Test de Boyd y Graham (que evalúa la flexión dorsal del tobillo para así observar la capacidad de activar los

músculos involucrados en la dorsiflexión), y la Prueba del Control Motor Selectivo Modificado de Trost (PCMSMT) que evalúa movimientos de la cadera, rodilla y tobillo para observar la habilidad del paciente de mover individualmente una articulación independientemente de otras; la evaluación que se realiza incluye los movimientos más importantes para la marcha: la dorsiflexión de tobillo, la extensión de rodilla, la flexión y abducción de la cadera. La PCMSMT para SMC se evalúa en una escala de 3 puntos: 0 sin habilidad para aislar el movimiento, 1 movimiento parcialmente aislado y 2 completa el movimiento aisladamente, dependiendo de la puntuación se califica en 3 categorías (0-2) pobre control motor selectivo, (3-5) moderado y (6-8) bueno, este resultado corresponde a una extremidad, así que el puntaje máximo a obtener será 16. Toma un tiempo de aplicación entre 5 y 15 minutos, el paciente debe estar sin pantalones, calcetines y zapatos; los materiales para su aplicación consisten en una mesa de exploración, una almohada (para estabilizar la cabeza), un cojín (para estabilizar la espalda), una cuña para la rodilla (en caso de rodilla con contractura) y un juguete (utilizado como punto de objetivo). Cabe mencionar que ambos son válidos, confiables y factibles de realizar en edades tempranas **(19)**.

En la PC la rodilla tiende a la flexión que determina un aumento del gasto energético en la marcha y una alteración de los parámetros que miden los análisis tridimensionales de ésta. Los estudios de Rodda sobre la marcha en PC espástica con afectación unilateral y bilateral son muy gráficos y nos muestran las alteraciones en todo el miembro inferior **(22)**. La contractura de los isquiotibiales evidenciada por aumento del ángulo poplíteo es frecuente en pacientes con PC, la imagen clínica (dependiente del grado de contractura), puede mostrar pacientes con marcha agazapada, disminución del arco de movimiento de la rodilla y longitud de paso más corto. Para esos casos, la cirugía de alargamiento de isquiotibiales ha sido el pilar del tratamiento junto al manejo de otras contracturas concomitantes en otros niveles simultáneos, a través de la cirugía multinivel en un solo evento (SEMLS, por sus siglas en inglés); que consiste en realizar dos o más procedimientos quirúrgicos de tejido blando u óseo en dos o más niveles anatómicos en un solo tiempo quirúrgico, que requiere una sola hospitalización y rehabilitación en el periodo postquirúrgico. Los procedimientos operativos consisten en la corrección de las contracturas fijas mediante miotomías, alargamiento de tendones, transferencias de tendones y la corrección de las deformidades óseas por osteotomías rotacionales o estabilización de articulaciones **(23)**.

A pesar de la cirugía no todos los pacientes mejoran la longitud del paso o la velocidad de la marcha postoperatoriamente. Un grupo de investigadores trataron de identificar las características preoperatorias de los pacientes con probabilidades de mejorar posterior a la cirugía, sin embargo no encontraron mayor relación entre parámetros pre y postoperatorios entre velocidad, cadencia y longitud de paso **(24)**.

Si un paciente previo a una cirugía de alargamiento de isquiotibiales camina con un patrón de marcha agachada, la longitud del paso no mejorará a pesar de la

extensión final de la rodilla. Por lo tanto el alargamiento de isquiotibiales podrá mejorar la extensión de la rodilla durante la fase terminal del balanceo, así como el largo del paso; sólo si el individuo tiene la habilidad subyacente de aislar el movimiento de la cadera y rodilla. Estudios de Fowler & Goldberg indican que los resultados clínicos posteriores a cirugía de alargamiento de isquiotibiales, en niños con parálisis cerebral, dependerán de las variaciones individuales del SMC. Esto ilustra la importancia del SMC en la predicción de los resultados del tratamiento y la implementación de metas adecuadas para la rehabilitación.

III.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

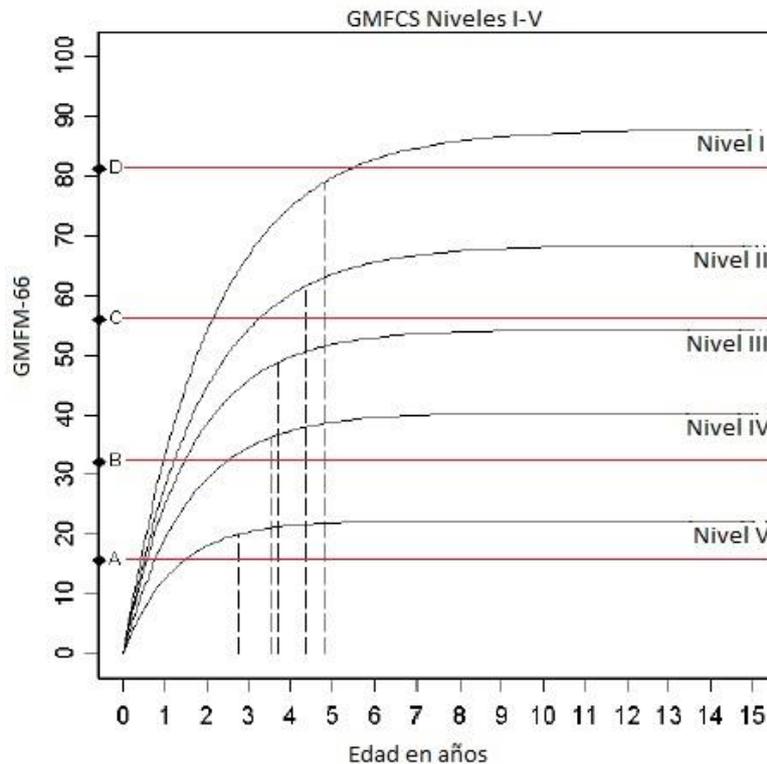
En México existen pocos estudios publicados que demuestren, con evidencia científica e instrumentos validados, el impacto del control motor selectivo en la capacidad motora gruesa posterior a tratamiento quirúrgico ortopédico y de rehabilitación en niños con parálisis cerebral.

3.1.- Pregunta de investigación: La habilidad para mover aisladamente y de forma voluntaria las articulaciones de miembros pélvicos pueden asociarse con la capacidad motora global del niño con parálisis cerebral. ¿Existe asociación significativa entre el control motor selectivo y la capacidad motora gruesa de niños con parálisis cerebral ambulatorios, posterior a cirugía multinivel y rehabilitación postquirúrgica?

IV. -ANTECEDENTES:

Aunque la PC no es una enfermedad degenerativa, nos dará una falsa imagen de progresividad, sobre todo por las repercusiones graves que tendrá a nivel del aparato locomotor a determinadas edades.

Rosenbaum y cols., publicaron las curvas de referencia que describen los cambios en las puntuaciones de la función motora en términos de la tasa de desarrollo y un presunto límite de la capacidad funcional. Actualmente citadas en la literatura, como parámetros científicos objetivos y con valor predictivo de los cambios en la función motora gruesa en niños con PC. Una vez que un paciente es asignado a un nivel de GMFSC, la curva correspondiente muestra el patrón de cambio promedio de la función motora acorde a la GMFM-66 en pacientes de hasta 12 años **(25)**.



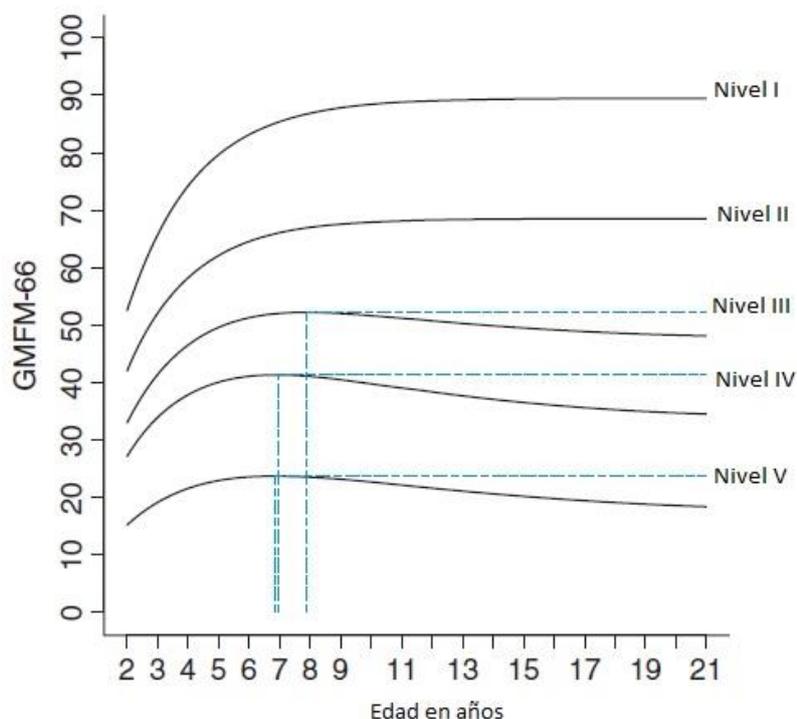
Curvas de Referencia de la Función Motora Gruesa (26).

Se muestran los puntajes del GMFM-66 predichos para niños con niveles del I al V del GMFCS. Las líneas curvas indican el desempeño promedio en la prueba. Los diamantes en el eje vertical identifican 4 ítems del GMFM-66 que predicen la posibilidad en un 50% de completar la actividad adecuadamente.

- Diamante A (ítem 21) evalúa si un niño puede levantar y mantener su cabeza en una posición vertical con soportes de tronco por un terapeuta mientras está sentado.
- Diamante B (ítem 24) evalúa si puede sentarse sin apoyo durante 3 segundos.
- Diamante C (ítem 69) la capacidad de un niño a caminar hacia adelante 10 pasos sin apoyo.
- Diamante D (ítem 87) caminar 4 pasos alternando los pies con los brazos libres.

La línea vertical punteada indica la edad en años en que se espera que los niños con PC alcancen el 90% de su potencial del desarrollo motor. Las edades según el GMFSC son las siguientes: I, 4.8 años, II: 4.4 años, III: 3.7 años, IV: 3.5 años, V: 2.7 años.

Sin embargo, durante el periodo de crecimiento, los niños con parálisis cerebral pueden declinar su función motora gruesa a medida que avanzan hacia la adolescencia y adultez, consecuentemente un gran número de pacientes llegan a perder la habilidad para deambular experimentando una pérdida de independiencia mucho más temprana que otros individuos de la misma edad (27).



Curvas de predicción del declive de la Función Motora Gruesa (28).

Se observa el declive de la Función Motora Gruesa que llegan a presentar los niños con PC conforme crecen hacia la adolescencia y juventud. Esta pérdida se determinó posterior a un estudio de cohorte longitudinal que se realizó durante 4 años en niños con parálisis cerebral en Canadá, donde se midió en 10 ocasiones el GMFM-66, posteriormente relacionando las puntuaciones con las curvas de referencia del GMFCS. Se concluyó que no hay evidencia de pérdida de la función motora en niveles I y II del GMFCS. Sin embargo, la gráfica muestra los niveles III, IV y V, donde las líneas verticales punteadas representan el pico de edad para declive motor, que son 7.11, 6.11 y 6.11 años respectivamente, antes de disminuir un 4.7, 7.8 y 6.4 puntos del GMFM-66. Los descensos del nivel motor son clínicamente significativos.

Remarcando la importancia del SMC en el declive de la función motora gruesa, en Holanda en 2010, se examinó la confiabilidad inter-evaluador de dos pruebas de medición del control motor selectivo de las extremidades inferiores en niños con parálisis cerebral. Utilizando la prueba Boyd y Graham (con un protocolo existente) y La Prueba del Control Motor Selectivo Modificado de Trost (un protocolo recientemente desarrollado). La confiabilidad interevaluador se analizó utilizando la Kappa de Cohen. Ambas pruebas de SMC demostraron confiabilidad inter-evaluador moderada a buena **(19)**.

Se publicó una revisión sistemática de las intervenciones, con evidencia científica, más efectivas en el manejo del niño con PC: la aplicación de toxina botulínica, el uso del diazepam y la rizotomía dorsal selectiva para reducción de la espasticidad; el uso

de yeso en extremidades inferiores para mejorar y mantener rango de movilidad, así como evitar deformidades, la vigilancia de la articulación de cadera para la detección y tratamiento precoz del desplazamiento femoral. Por otro lado, una alta proporción (70%) de intervenciones tienen un nivel bajo de evidencia en cuanto a su efectividad y esto debido primariamente a falta de estudios que los respalden, es aquí donde entra la SEMLS para manejo de contracturas y el mejoramiento de actividades motoras **(29)**. Hacen falta estudios que avalen la realización de este tipo de procedimientos para el beneficio de los pacientes.

Comprender y guiar terapéuticamente el desarrollo y el control motor es un tema complejo y desafiante para profesionales y cuidadores en el campo de la neurorrehabilitación pediátrica

Los avances tecnológicos ahora permiten la evaluación directa de la materia blanca cerebral, brindando una oportunidad emocionante para comprender mejor la relación entre los trastornos del movimiento y daños neuroanatómicos específicos. Al medir el control motor, la siguiente pregunta debe considerarse: ¿cómo se seleccionan las unidades motoras al activarse y desactivarse? En niños con síndrome de neurona motora superior (PC) el daño a la vía corticoespinal y a los tractos sensoriales ascendentes, se correlacionan con deterioro de la función sensoriomotora; sin embargo, la relación específica entre la gravedad del deterioro del CMS y el daño al tracto de materia blanca no ha sido validado aún.

Este daño provoca la activación compleja de músculos agonistas, sinergistas y antagonistas; causa principal del movimiento en patrones. El término 'selectivo' dentro del CMS enfatiza la actuación deliberada de la activación muscular seleccionada durante tareas funcionales. Por lo tanto, a largo plazo, la falta de CMS puede resultar en un círculo vicioso de rendimiento motor limitado, deformidades secundarias y dolor. Diferentes estudios han investigado el impacto de distintas deficiencias motoras en niños con PC y se ha mostrado que la alteración del CMS puede ser incluso mayor que la presencia de espasticidad y/o contracturas.

A pesar de conocer la fisiopatología del CMS alterado, la evidencia sobre su capacidad de entrenamiento en niños con PC es relativamente limitada, esto debido al número pequeño de estudios de intervención que hay sobre el tema, cabe mencionar que esta problemática está relacionada con los desafíos para medir el control motor, el cual se enfoca en el 'cómo' se controla y ejecuta el movimiento. Para este trabajo utilizamos la escala de Trost modificada en pacientes con PC espástica, su puntuación se basa en un sistema ordinal (incapacidad para aislar el movimiento, aísla parcialmente el movimiento, aísla completamente el movimiento), depende de la impresión del evaluador; es una medida subjetiva que puede carecer de sensibilidad para detectar ciertos cambios inducidos por la terapia en el CMS.

El manejo ortopédico de niños con PC es una tarea desafiante. La presentación clínica es muy variable, y maneja un amplio espectro de manifestaciones clínicas que van de leves a severas. La parte crítica en la evaluación inicial es la identificación de factores de riesgo para el desarrollo de deformidades, una vez presentándose estas, el manejo se enfoca en aminorarlas, disminuir dolor y mejorar

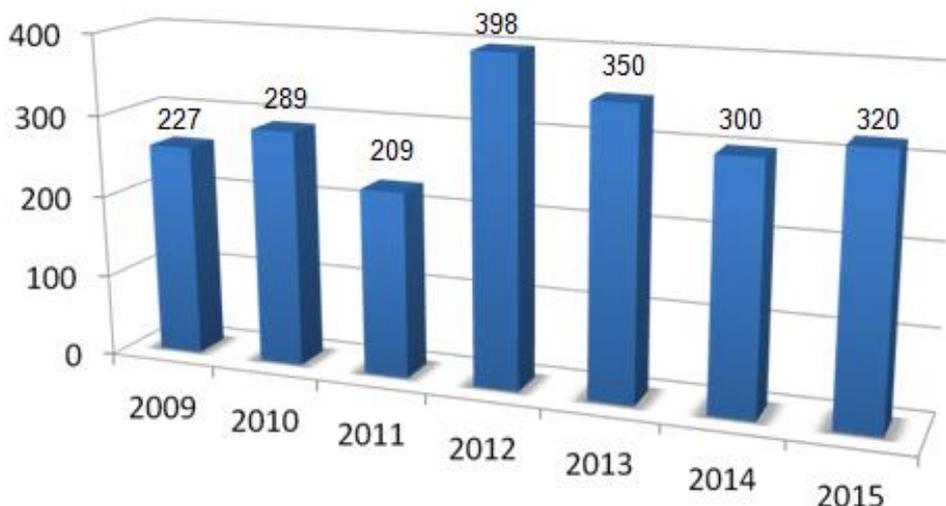
o mantener la función. Durante las últimas dos décadas, el estándar de atención de la corrección de las deformidades musculoesqueléticas fijas ha sido la cirugía multinivel en un solo evento (SEMLS). La SEMLS mejora la probabilidad de lograr el balance en plano sagital y reduce la necesidad de anestésicos repetidos, los episodios de hospitalización y requiere solo un período principal de rehabilitación. También es más rentable que realizar intervención quirúrgica por etapas y conduce a una menor interrupción escolar. Se ha descrito en algunos artículos que este tipo de intervenciones no puede abordar directamente los problemas de equilibrio, control motor selectivo y debilidad.

En México, son escasos los estudios descriptivos de la función motora y la independencia a corto y mediano plazo de los pacientes con PC posterior a tratamiento quirúrgico ortopédico y de rehabilitación, mediante instrumentos confiables de reconocimiento internacional que permitan identificar los cambios a través del tiempo y el impacto en la participación de las actividades dentro de situaciones vitales. La evaluación del SMC puede ser un indicador pronóstico del curso de la parálisis cerebral, por lo tanto, usarse para la planificación del tratamiento y así guiar la selección de las intervenciones médicas, quirúrgicas (SEMLS) y de rehabilitación.

V.- JUSTIFICACIÓN:

La parálisis cerebral es una de las más severas discapacidades en la infancia y hace grandes exigencias en materia de salud, educación y servicios sociales; así como en las familias y los propios niños. Es sabido que los recién nacidos pretérmino o con muy bajo peso para la edad gestacional están en alto riesgo para presentar PC. Desde el año 1994 Huttun y cols., hablaban de cómo ha aumentado la tasa de supervivencia en niños con grandes discapacidades. Con el desarrollo y uso de las unidades de cuidados intensivos neonatales la mortalidad durante los años 80s, 90s y 00s ha disminuido, cada vez más estos bebés vulnerables están sobreviviendo. Esto conlleva a que en la actualidad sean necesarios servicios apropiados de salud para los niños con parálisis cerebral que atraviesan la adolescencia hacia la adultez **(30)**.

Pacientes de primera vez Parálisis cerebral



Principal causa de atención en la consulta externa de Rehabilitación Pediátrica INRLGII.

En total los pacientes atendidos por primera vez en la consulta externa en 2009 fueron 227, 2010 un total de 289, 2011 fueron 209, 2012 corresponden a 398, 2013 fueron 350, 2014 fueron 300 y en el año 2015 se reportan 320; con una media de 299 pacientes con parálisis cerebral por año. La parálisis cerebral diparesia espástica es la de mayor prevalencia con una potencialidad de marcha independiente o con dispositivo auxiliar del 65-80%.

En el período comprendido del 9 de enero al 29 de diciembre del año 2015, en el servicio de Ortopedia Pediátrica del Instituto Nacional de Rehabilitación, se operaron de cirugía multinivel un total de 90 pacientes con parálisis cerebral; los cuales se encontraron entre 3 y 18 años, 35 mujeres y 55 hombres, categorizados con el Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa de la siguiente manera: I (11 pacientes), II (23 pacientes), III (22 pacientes), IV (24 pacientes) y V (10 pacientes). En total 56 pacientes ambulatorios que representa el 62% de los pacientes operados.

El Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra" es un centro de concentración de pacientes con esta patología, además de contar con los recursos humanos y la infraestructura para dar continuidad a la investigación en aras de mejorar el manejo integral del paciente con PC, para favorecer sus condiciones funcionales e integración a su entorno.

Se requieren estudios de la capacidad motora gruesa posterior a tratamiento quirúrgico ortopédico y de rehabilitación, mediante instrumentos sensibles, que permitan esclarecer el impacto en la estructura, función y participación de su

actividad en términos de la Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (CIF); y así establecer estándares que mejoren el diseño, la calidad y la presentación de la información a través de futuros estudios clínicos aleatorizados, que generen evidencia para la práctica clínica de calidad con fundamento científico e impacto en los tres niveles de atención de salud en México.

VI.- HIPÓTESIS:

La capacidad de movimiento alcanzado con el control motor selectivo se relacionará de manera significativa con los valores obtenidos en la capacidad motora gruesa en pacientes con parálisis cerebral ambulatorios, lo que permitirá establecer una concordancia proporcional con la mejoría clínica obtenida en los pacientes posterior a cirugía multinivel y rehabilitación postquirúrgica.

VII.- OBJETIVO GENERAL:

Identificar la asociación entre el control motor selectivo y la capacidad motora gruesa en la evolución y pronóstico motor de niños con parálisis cerebral ambulatorios, posterior a cirugía multinivel en un solo evento y rehabilitación postquirúrgica.

VIII. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar las variables sociodemográficas de los pacientes de la muestra.
- Identificar las variaciones en los niveles de automovilidad del Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa en pacientes ambulatorios (niveles I-III) en los diferentes momentos evaluativos.
- Determinar la capacidad motora de los niños mediante la aplicación de la escala GMFM-66-B&C en los pacientes de la muestra en los diferentes momentos evaluativos.
- Determinar los valores de percentiles obtenidos en la medición del GMFM-66-B&C de acuerdo con niveles de automovilidad.
- Determinar las variaciones del control motor selectivo mediante aplicación de la Prueba del Control Motor Selectivo Modificado de Trost (PCMSMT) en los pacientes de la muestra.
- Establecer la probable asociación entre las diferentes variables incorporadas al estudio.
- Someter a escrutinio el tratamiento quirúrgico y de rehabilitación en estos pacientes.

IX.- MATERIAL Y MÉTODOS:

9.1.- Tipo de estudio

Ensayo clínico de práctica clínica habitual, prospectivo, longitudinal, autocontrolado y de intervención deliberada.

9.2.- Descripción del universo de trabajo

Total de pacientes con PC ambulatorios postoperados de cirugía multinivel en un solo evento en el período enero de 2017 a enero de 2018 en el área de Ortopedia Pediátrica que posterior se internen en el área de Rehabilitación Pediátrica del Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra”.

9.3.- Criterios de inclusión

Pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra” con diagnóstico de parálisis cerebral.

- Mayores de 4 años
- Menores de 15 años 11 meses (al momento de la cirugía).
- Ambos sexos.
- Pacientes con parálisis cerebral clasificados según la GMFCS nivel I al III.
- Que hayan sido presentados en clínica conjunta de parálisis cerebral realizada todos los lunes de 8:30 a 11:00 horas en el área de Rehabilitación Pediátrica con propuesta de intervención quirúrgica.
- Postoperados de cirugía multinivel en un solo evento de enero 2017 a enero del 2018 en el área de Ortopedia Pediátrica del Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra”.
- Posterior a cirugía sean internados en la unidad de hospitalización de la división de Rehabilitación Pediátrica del INR.
- Pacientes que cumplan con consultas subsecuentes posteriores a la cirugía, por los servicios de Rehabilitación pediátrica y Ortopedia pediátrica.
- Incorporados a programa de terapia física y ocupacional en el período postquirúrgico tardío.
- Firma del consentimiento informado por el padre o tutor y el asentimiento del paciente.

9.4.- Criterios de eliminación

- Pacientes que no acudan a la valoración funcional al momento del estudio.
- Pacientes que requieran intervención quirúrgica ortopédica ajena al propósito del estudio.

- Pacientes que presenten otra patología que comprometa la función motora gruesa o ponga en riesgo la vida del paciente al momento del estudio.

9.5.-Criterios de exclusión

- Pacientes con discapacidad intelectual moderada a severa, determinada en evaluaciones previas por el servicio de psicología del INR.
- Pacientes con presencia de complicaciones postquirúrgicas como lesiones nerviosas y fracturas en el periodo postquirúrgico.
- Pacientes procedentes de otras instituciones enviados por tratamiento quirúrgico.

9.6.- Tamaño de muestra

Bajo la hipótesis de que esperamos demostrar al menos un coeficiente de correlación de 0.70 entre las escalas GMFM-66 y PCMSMT dentro de cada nivel de GMFCS, para un error alfa bilateral de 0.10 y potencia estadística de 80% se requerirán al menos 11 pacientes del nivel I, 11 del nivel II y 11 del nivel III de GMFCS.

Descripción de las variables de estudio, unidades de medida y escalas de medición

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Unidad/Valores
<i>Variables independientes</i>				
Sexo	División de género humano		Cualitativa dicotómica nominal	0= Masculino 1=Femenino
Edad del paciente al momento de la cirugía	Años en el momento de la cirugía	Edad en años cumplida en el momento de la cirugía	Cuantitativa discreta	Años
Edad de la evaluación funcional	Años en el momento de la evaluación funcional	Edad cumplida en el momento de la evaluación funcional	Cuantitativa discreta	Años
Tipo de cirugía	Tejidos intervenidos durante la cirugía		Cualitativa nominal	0=Tejidos blandos 1=Tejidos blandos y óseo
Coficiente Intelectual (CI)	Cociente intelectual	Número que resulta de la	Cualitativa	Normal= 0 Limítrofe= 1

		evaluación estandarizada de las habilidades cognitivas de una persona en relación con su grupo de edad.		Deficiencia mental leve= 2
<i>Variables Dependientes</i>				
Nivel de Automovilidad. Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS E y R)	Evalúa el nivel de desempeño de la función motora gruesa de cada uno de los pacientes.		Escala nominal	Nivel Ambulatorio: Niveles I, II, III del GMFCS.
GMFM-66 Basal & Ceiling	Medición de la función motora gruesa	El GMFM-66-B&C, es un instrumento de evaluación para niños con parálisis cerebral en el cual se mide la capacidad del niño en un ambiente estandarizado. Ésta basada en lo que un niño de 5 años sin patología lograría realizar.	Escala nominal continua	El resultado final va de 0 a 100.
Prueba del Control Motor Selectivo Modificado de Trost	Evalúa la habilidad del paciente para mover individualmente	La evaluación que se realiza incluye los	Escala nominal continua	Escala de 3 puntos: 0 sin habilidad para aislar el movimiento, 1

(PCMSMT)	una articulación independiente mente de otras.	movimientos más importantes para la marcha: dorsiflexión de tobillo, extensión de rodilla, flexión y abducción de cadera.		movimiento parcialmente aislado y 2 completa el movimiento aisladamente, dependiendo de la puntuación se califica en 3 categorías (0-2) pobre, (3-5) moderado y (6-8) bueno, este resultado corresponde a una extremidad, así que el puntaje máximo a obtener será 16. Se expresará en porcentaje.
----------	--	---	--	--

9.7.- Análisis estadístico propuesto

Se compararán las medias de las escalas GMFM-66 y PCMSMT según los tres niveles del GMFCS aplicando análisis de varianza de un factor o en su caso H de Kruskal-Wallis. Previa comprobación de normalidad o no normalidad de las distribuciones de las escalas GMFM-66 y PCMSMT a través del estadístico de Shapiro-Wilk. Las correlaciones entre GMFM-66 y PCMSMT dentro de cada nivel de GMFCS se calcularán con r de Pearson o rho de Spearman. El análisis multivariado y longitudinal se realizará con el modelo general lineal de mediciones repetidas temporales con el estadístico T de Hotelling.

X. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS

10.1.- Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información

Se incluyeron a todos los pacientes con parálisis cerebral postoperados de cirugía multinivel en un solo evento, en el período de un año, que cumplieran los criterios de inclusión, fueron evaluados en 3 ocasiones: previo a evento quirúrgico, al finalizar su 2da semana de rehabilitación y postquirúrgica tardía (al mes del alta hospitalaria).

Se aplicaron los siguientes instrumentos de evaluación:

- 1.- Sistema de Clasificación para la Función Motora Gruesa extendida y revisada (GMFCS- E y R).
- 2.- Aplicación de la escala de Medición de la Función Motora Gruesa de 66 ítems en modo basal y techo (GMFM-66-B&C).
- 3.- Evaluación de control motor selectivo con la Prueba del Control Motor Selectivo Modificado de Trost.

10.2.- Definición de las unidades de observación

Serán considerados pacientes con PC los que cumplan los criterios diagnósticos de Levine (al menos 4 de los siguientes): patrones anormales en la postura y el movimiento, alteraciones orolinguales, estrabismo, alteraciones en el tono muscular, alteración en el inicio y evolución de reacciones posturales y alteración en los reflejos. Se consideran pacientes con parálisis cerebral ambulatorios aquellos con GMFCS niveles I-III. Se entenderá por cirugía multinivel de un solo evento: dos o más procedimientos quirúrgicos de tejido blando u óseo en dos o más niveles anatómicos en un solo tiempo quirúrgico, que requiere una sola hospitalización y rehabilitación en el periodo postquirúrgico. Los procedimientos operativos consisten en la corrección de las contracturas fijas mediante miotomías, alargamiento de tendones, transferencias de tendones y la corrección de las deformidades óseas por osteotomías rotacionales o estabilización de articulaciones.

XI.- ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

11.1.- Recursos humanos:

Dr. Carlos Viñals Labañino, médico adscrito al servicio de Parálisis Cerebral y asesor clínico; Dr. Saúl Renán León Hernández, asesor metodológico; Dr. Sergio Peralta Cruz, Jefe del Servicio de Ortopedia Pediátrica y colaborador, y María Guadalupe Valadez Varela, médico residente de Medicina de Rehabilitación del INR.

11.2.- Recursos materiales:

Expediente clínico, hoja de recolección de datos, GMFSC- E y R, software GMAE-2 para aplicación de GMFM-66 ítems en su modalidad Basal & Ceiling (Basal y techo), software SPSS v17 y Prueba de Control Motor Selectivo Modificado de Trost (PCMSMT).

XII.- RESULTADOS Y ANÁLISIS

12.1.- Análisis estadístico:

Se aplicó estadística descriptiva para caracterizar a la muestra en el estado basal, los cambios de GMFCS se contrastaron con el estadístico de chi cuadrada por estratos y la comparación de medias se efectuó con el modelo univariante del análisis de varianza con dos y tres factores, las correlaciones se realizaron r de Pearson. En todos los contrastes se tomó p igual o menor a 0.05 como valor de significación estadística.

12.2.- Resultados:

Tabla 1 Características de los pacientes en el estado basal según la clasificación en el GMFCS.

Características	GMFCS			p
	I (n = 11)	II (n = 11)	III (n = 13)	
Edad	9.2 +/- 4.0	7.8 +/- 2.5	8.7 +/- 3.3	0.59
Sexo Masc.	6 (54.5%)	9 (81.8%)	8 (61.5%)	0.37
CI				0.02
<69	1 (9.1%)	4 (36.4%)	9 (69.2%)	
70-79	4 (36.4%)	2 (18.2%)	0	
80>	6 (54.5%)	5 (45.5%)	4 (30.8%)	
Topografía de espasticidad (bilateral)	4 (36.4%)	10 (90.9%)	12 (92.3%)	0.002
Cirugía P. blandas	7 (63.6%)	9 (81.8%)	9 (69.2%)	0.62
GMFM-66 B&C	80.9 +/- 5.3	71.7 +/- 6.9	50.8 +/- 4.0	0.0001
Trost %	72.1 +/- 15.9	43.1 +/- 15.4	20.1 +/- 8.5	0.0001

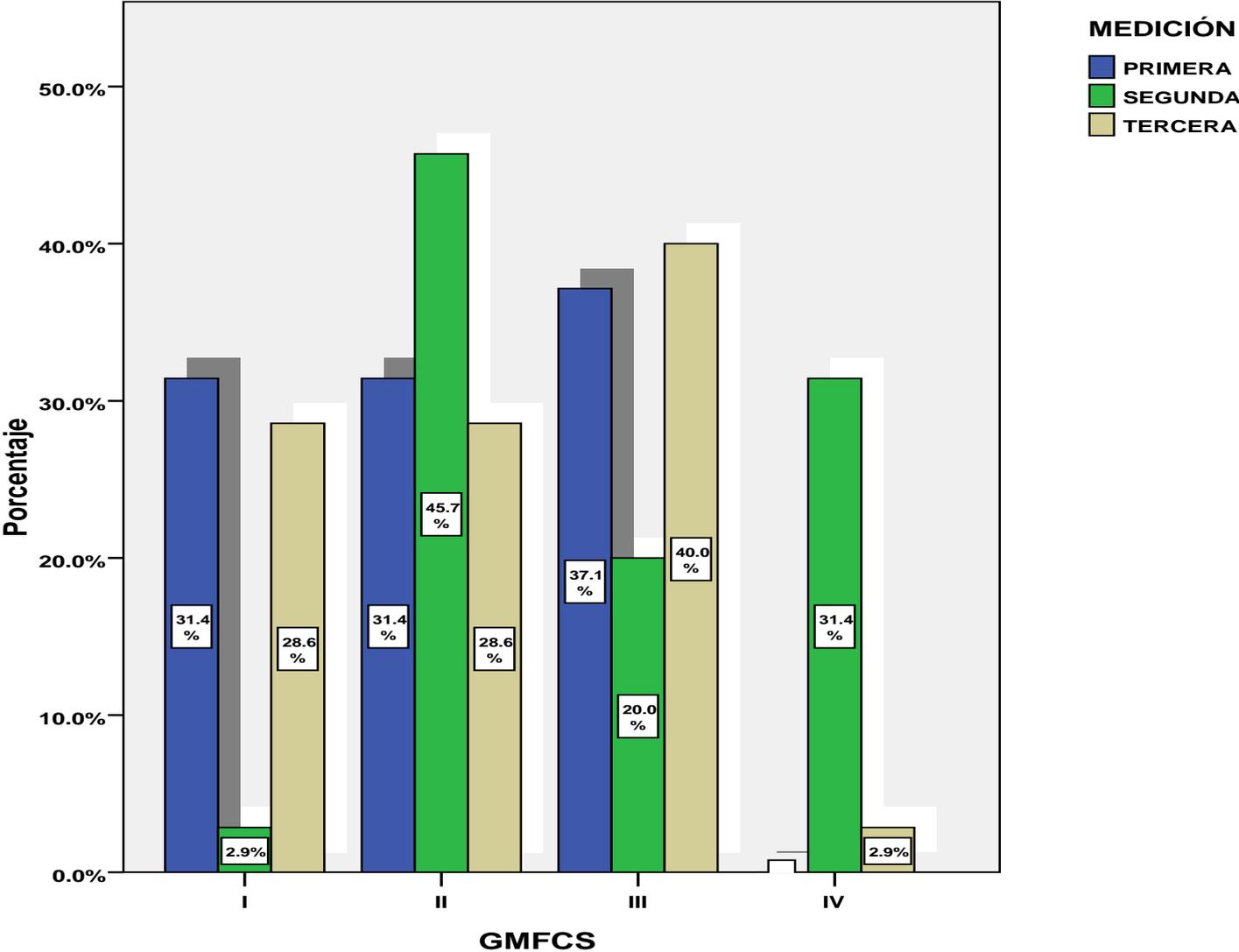
La muestra incluyó 35 niños de 8.6 +/- 3.3 años (rango 4-14) de los cuales 12 (34.3%) eran del género femenino y 23 (65.7%) masculino. En 40% (14 pacientes) el coeficiente intelectual (CI) era igual o menor a 69 puntos (Deficiencia mental leve), en 17.1% (6 pacientes) entre 70-79 (Función intelectual limítrofe) y en 42.9% (15 pacientes) igual o mayor a 80 puntos (Normal).

La tabla 1 que relaciona la evaluación prequirúrgica, 11 pacientes (31.5%) estaban en nivel I del GMFCS, otros 11 (31.4%) en el nivel II y 13 estaban en el nivel III. La puntuación media de la escala GMFM-66 B&C fue de 66.6 +/- 13.8 puntos (rango 44-88) y la escala Trost oscilaba de 6.3 la mínima a 87.5 la máxima con una media de 43.7 +/- 25.3 puntos porcentuales. En 9 casos (25.7%) la clasificación topográfica se relacionó con la forma unilateral y en 26 (74.3%) de forma bilateral y las intervenciones quirúrgicas se clasificaron en abordaje a partes blandas en 25 casos (71.4%) y blandas y óseas en 10 casos (28.6%).

Como puede observarse en la tabla 1, en la evaluación inicial, al relacionar los niveles de GMFCS con la topografía de la lesión se comprobó que las formas bilaterales se relacionan en mayor medida con los niveles II (90.0%) y III (92.3%) los cuales presentan mayor compromiso de la función motora que el nivel I en el cual la mayoría corresponden a la forma unilateral (63.6%) con diferencias significativamente estadísticas. (p = 0.002). Las puntuaciones medias basales tanto de la escala GMFM-66 B&C como las de la prueba de Trost diferían significativamente con medias más elevadas para los grados I y II y más bajas para los de grado III (p = 0.0001). Cabe subrayar que en el estado basal GMFM-66 B&C y Trost correlacionaban intensamente con un coeficiente r de Pearson de 0.839 (p = 0.0001) y ninguna de estas puntuaciones correlacionaban con la edad. Existen

diferencias significativas en los diferentes niveles GMFCS en relación con las categorías de funcionamiento intelectual ($p=0.02$).

Gráfica 1 Cambios en la clasificación GMFCS desde el estado basal a la segunda y tercera medición.



La gráfica 1 representa la distribución de los pacientes estudiados en diferentes etapas de la intervención, en los diferentes niveles del GMFCS, se cuenta con los datos de la primera evaluación donde hay una distribución equitativa en los diferentes niveles de automovilidad incorporados al estudio, sin embargo hacia la segunda medición de los 11 pacientes (31.4% del total) que en el estado basal estaban en el nivel GMFCS I solamente un paciente (9.1%) permaneció en este nivel; de los 11 (31.4%) que estaban en el nivel II el porcentaje subió a 45.7% (16 pacientes) y de los 13 pacientes del nivel III basal (37.1%) permanecieron 7 (20.0%) en ese nivel y 11 (31.4%) pasaron a nivel IV (entre la basal y la segunda medición:

p = 0.0001) que corresponde a un nivel inferior de capacidad motora, donde los niños no realizan marcha; a la tercera medición, las distribuciones por nivel fueron 10 (28.6%) en el nivel I, 10 (28.6%) en el nivel II, 14 (40.0%) en el nivel III y uno solo (2.9%) permaneció en el nivel IV (entre la segunda y la tercera medición: p = 0.0001). Obsérvese que entre la medición basal y la tercera prácticamente ya no hubo diferencias (p = 0.76), es decir que en la tercera medición la distribución de casos fue casi igual a la que existía en la evaluación prequirúrgica, lo cual expresa que posterior a la intervención quirúrgica y al proceso de rehabilitación los pacientes regresaron al nivel de automovilidad que presidian a la cirugía.

Tabla 2 Cambios en GMFM-66 B&C y Trost según niveles de GMFCS

Test	GMFCS	Medición			p
		Primera	Segunda	Tercera	
GMFM-66	I	80.0 (5.3)	84.0 (0.0)	79.9 (4.9)	0.95
	II	71.7 (6.9)	72.6 (5.9)	71.8 (7.2)	
	III	50.8 (4.0)	54.2 (6.4)	53.2 (5.2)	
	IV		44.3 (4.9)	42.4 (0.0)	
Trost	I	72.1 (15.9)	81.5 (0.0)	70.6 (17.4)	0.97
	II	43.1 (15.4)	56.6 (17.8)	48.7 (17.3)	
	III	20.1 (8.5)	32.1 (22.5)	20.5 (8.2)	
	IV		17.6 (6.7)	12.5 (0.0)	

La tabla 2 muestra las variaciones de la escala GMFM-66 B&C y la prueba Trost donde se observa que las medias de GMFM-66 B&C y Trost mantuvieron cifras muy similares sin cambios significativos de la primera a la tercera medición con un ligero incremento a la segunda medición para regresar a los valores basales en la tercera medición; obviamente, los cambios en las pruebas GMFM-66 B&C y prueba de Trost corresponden a los cambios de la clasificación GMFCS ya que los pacientes mejoran a la segunda medición pero regresan a la basal en la tercera. Sin embargo de manera general no hubo cambios significativos en el desempeño motor de los pacientes incorporados al estudio en la evaluación final con respecto a evaluaciones anteriores. De igual forma la prueba de trost refleja que los cambios en el control motor selectivo al final del estudio no fueron significativos con respecto a evaluación inicial y final.

Tabla 3 Cambios en la clasificación GMFCS según estratos de CI y topografía de la espasticidad.

	GMFCS	Medición			p
		Primera	Segunda	Tercera	
CI <69	I	1 (7.1%)	0	1 (7.1%)	0.64
	II	4 (28.6%)	4 (28.6%)	3 (21.4%)	
	III	9 (64.3)	2 (14.3%)	9 (64.3%)	
	IV	0	8 (57.1%)	1 (7.1%)	
CI 70-79	I	4 (66.7)	0	3 (50.0%)	0.72
	II	2 (33.3)	4 (66.7%)	3 (50.0%)	
	III	0	1 (16.7%)	0	
	IV	0	1 (16.7%)	0	
CI 80>	I	6 (40.0%)	1 (6.7%)	6 (40.0%)	0.83
	II	5 (33.3%)	8 (53.3%)	4 (26.7%)	
	III	4 (26.7%)	4 (26.7%)	5 (33.3%)	
	IV	0	2 (13.3%)	0	
Unilateral	I	7 (77.8%)	1 (11.1%)	6 (66.7%)	0.75
	II	1 (11.1%)	6 (66.7%)	2 (22.2%)	
	III	1 (11.1%)	2 (22.2%)	1 (11.1%)	
	IV	0	0	0	
Bilateral	I	4 (15.4%)	0	4 (15.4%)	0.63
	II	10 (38.5%)	10 (38.5%)	8 (30.8%)	
	III	12 (46.2%)	5 (19.2%)	13 (50.0%)	
	IV	0	11 (42.3%)	1 (3.8%)	

En la tabla 3 se hace una distribución por categoría de funcionamiento intelectual expresados por CI (discapacidad intelectual leve, limítrofe y normal) en los diferentes niveles de automovilidad en los 3 momentos evaluativos, se observa cambios no significativos en la distribución de los pacientes por lo que se establece que la función intelectual no establece implicaciones en el funcionamiento motor, en la muestra estudiada. De igual manera respecto a la topografía de la lesión, las formas bilaterales están mayormente representadas en la muestra sin embargo las modificaciones en los diferentes momentos evaluativos, en cada uno de los niveles de automovilidad no arrojaron cambios estadísticamente significativos en la última evaluación con relación a las evaluaciones anteriores.

Dentro de los resultados que obtuvimos se muestran pacientes con diagnóstico de parálisis cerebral de tipo espástico, en general hay un patrón constante en los datos: en la segunda medición los casos se agravan por efecto de la cirugía (es decir los casos de nivel I disminuyen y los de nivel II, III y IV se incrementan), pero hacia la tercera medición la mayoría de los casos regresan al estado basal por efecto de la rehabilitación, es decir regresan a como estaba antes de la cirugía. La escala GMFM-66 B&C y la prueba Trost miden dichos cambios ya que sus puntuaciones no hacen más que reflejar los niveles de gravedad de los pacientes según la clasificación GMFCS. Sin embargo, estos cambios no corresponden a valores estadísticamente significativos.

XIII.- DISCUSIÓN

Este estudio constituye una colaboración con el servicio de Ortopedia Pediátrica del INR LGII, en el cual se evaluó la influencia de la cirugía multinivel y la rehabilitación post quirúrgica en la capacidad motora gruesa y en el control motor selectivo en niños con parálisis cerebral; el estudio incluyó una muestra de 35 pacientes distribuidos por el sistema de automovilidad GMFCS niveles I, II y III (ambulatorios), siendo evaluados en 3 momentos (previo a cirugía, al finalizar su 2da semana de rehabilitación y postquirúrgica tardía, al mes del alta hospitalaria), se utilizaron 2 pruebas para evaluar la capacidad motora mediante GMFM-66 B&C y la prueba de evaluación de control motor selectivo de Trost.

De manera general se pudo comprobar que en la segunda evaluación los resultados de las pruebas utilizadas presentaron un empeoramiento de la capacidad motora y el control motor selectivo por efecto de la cirugía (los casos de nivel I disminuyen y los de nivel II, III y IV se incrementan significativamente) pero hacia la tercera medición la mayoría de los pacientes regresaron a su estado basal de la etapa prequirúrgica. En el estudio hay una representación homogénea de cada uno de los 3 niveles de función motora gruesa que constituyen niveles ambulatorios previos a la cirugía multinivel en un solo evento y existen diferencias significativas en la distribución de la muestra al inicio del estudio tanto de la capacidad intelectual como de la topografía de la lesión. Desafortunadamente en los resultados de la aplicación de la prueba de control motor selectivo y GMFM-66 B&C a pesar de haber cambios hacia la mejoría en las puntuaciones de ambas pruebas no son estadísticamente significativos.

Una revisión sistemática sobre SEMLS en niños con PC informó cambios bastante pequeños en la función motora gruesa. Resultados que son similares a los obtenidos en nuestro estudio. Los cambios en la función medidos por el GMFM-66 mostraron una mejora del 3,3% a los 5 años en comparación con la preoperatoria **(31)**. Cuando se considera que la historia natural de la función motora gruesa en este grupo de edad es de deterioro, este hallazgo se vuelve aún más importante y clínicamente significativo.

La corrección de la deformidad suele ser inmediata después de SEMLS. Sin embargo, se encontraron mejoras clínica y estadísticamente significativas en la marcha sólo 12 meses después de la SEMLS y las mejoras funcionales (GMFM-66) no se encontraron hasta 2 años después de SEMLS. Los estudios sobre niños ambulatorios en GMFCS Nivel II y III han demostrado que el GMFCS permanece sin cambios o "Estable" en el 95% de los niños después de SEMLS y mejora en 1 nivel en 5% **(32)**.

Los cambios en la función motora han sido variables entre niños con PC con diferentes niveles de función, distintos trastornos musculoesqueléticos y procedimientos quirúrgicos. *Sin embargo, los factores que afectan el curso postoperatorio permanecen aún desconocidos.* Mejorar la función motora es un objetivo fundamental de la rehabilitación para niños con PC. Los cambios postoperatorios en el puntaje de GMFM-66, caracterizados por mejoría o deterioro de la función motora gruesa y los factores asociados con tales cambios son importantes para la planificación de la terapia.

Al realizar este estudio, partimos de que la mayoría de los niños con parálisis cerebral cursará con repercusiones graves a nivel del aparato locomotor a determinadas edades, se estudió el resultado postoperatorio a corto plazo de la cirugía multinivel y la rehabilitación, sobre el control motor selectivo y la función motora gruesa. Como se ha mostrado en párrafos anteriores la literatura consultada internacional coincide en que posterior a la intervención quirúrgica hay un curso de deterioro funcional, para después mejorar el puntaje del GMFM-66, ocurriendo en un lapso muy variable (desde 6 meses hasta 5 años después).

Este conocimiento es valioso para padres y profesionales médicos para tener una expectativa realista y una preparación adecuada para manejo ortopédico en niños con PC. Aún así se requieren más estudios con adecuada metodología para abordar esta cuestión.

Al demostrar la importante correlación que existe entre las diferentes alteraciones con las que cursan los pacientes con PC, se podrán instaurar tratamientos de manera más temprana y así realizar las intervenciones pertinentes para mejorar la función y calidad de vida de estos pacientes.

XIV.- CONCLUSIONES

- La cirugía multinivel constituye el procedimiento quirúrgico recomendado para garantizar los avances motores en los niños con parálisis cerebral, combinada con rehabilitación intensiva postquirúrgica permiten mejorar la capacidad motora en pacientes con parálisis cerebral ambulatorios.
- Los pacientes incorporados al estudio se encontraban en una edad promedio superior a los 8 años, etapa en la cual los cambios motores obedecen más a los efectos de la cirugía y al programa de rehabilitación que a la evolución natural del avance motor de la parálisis cerebral.
- Se encontró deterioro de auto movilidad de manera temporal en la mayoría de los pacientes de la muestra estudiada, situación que se recupera en la última evaluación con valores similares a la evaluación prequirúrgica.
- No hubo asociación entre la capacidad de movimiento alcanzado en el control motor selectivo con los valores obtenidos en la capacidad motora gruesa en pacientes de la muestra, quizás atribuible al número de participantes y al tiempo de evolución post quirúrgico.

XV.- LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

Las limitaciones de este estudio incluyen variaciones en las características del trastorno y las edades de los pacientes (que pudieron influenciar en la maduración de la función del sistema nervioso central, la comprensión y motivación para la prueba de Trost). Además de la ausencia de la homogenización del programa de

rehabilitación en cuanto a duración y frecuencia, situaciones que pueden interferir en los resultados.

Se recomienda análisis automatizado de la marcha en estudios ulteriores a fin de evaluar el efecto que produce el control motor selectivo en el resultado final de la capacidad motora gruesa de los pacientes que se incluyan en la muestra de pacientes con parálisis cerebral postoperados de cirugía multinivel en un solo evento.

XVI.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (de acuerdo a las Normas de Vancouver)

Referencias

1. Lorente Hurtado I. La parálisis cerebral. Actualización del concepto, diagnóstico y tratamiento. *Pediatr Integral*. 2007; XI(8): p. 687-698.
2. Thornhill Pakula A, Van Naarden Braun k, Yeargin-Allsopp M. Cerebral Palsy: Classification and Epidemiology. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2009; 20(3): p. 425-452.
3. Gainsborough M, Surman G, Maestri G, Colver A, Cans C. Validity and reliability of the guidelines of the Suveillance of Cerebral Palsy in Europe for the classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2008; 50: p. 828-831.
4. Programme EUH. SCPE. [Online].; 2016 [cited 2016 noviembre. Available from: HYPERLINK "http://www.scpenetwork.eu/en/cerebral-palsy/" <http://www.scpenetwork.eu/en/cerebral-palsy/>
5. Institute for Applied Health Sciences MU. CanChild. [Online].; 2016 [cited 2016 Septiembre [canchild@mcmaster.ca]. Available from: HYPERLINK "https://www.canchild.ca/en/diagnoses/cerebral-palsy" <https://www.canchild.ca/en/diagnoses/cerebral-palsy>
6. cerebralpalsy.org.uk. [Online].; 2016 [cited 2016 septiembre. Available from: HYPERLINK "http://www.cerebralpalsy.org.uk/" <http://www.cerebralpalsy.org.uk/>
7. Calzada Vázquez Vela C, Vidal Ruiz CA. Parálisis cerebral infantil: definición y clasificación a través de la historia. *Revista Mexicana de Ortopedia Pediátrica*. 2014 enero-diciembre; 16(1): p. 6-10.
8. Cans C, Dolk H, Platt M, Colver A, Prasauskiene A, Krageloh-Mann I. Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy. In *Definition and Classification of CP*; 2003. p. 35-38.
9. Bernard D. Change in ambulatory ability of adolescents and young adults with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2007; 49(9): p. 644.
10. 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. *Physical Therapy*. 2000; 80: p. 873-885.
11. Brunton Lk, Bartlett DJ. Validity and Reliability of Two Abbreviated Versions of the Gross Motor Function Measure. *Journal of the American Physical Therapy*

- Association. 2011; 91(4): p. 577-588.
12. Institute for Applied Health Sciences MU. CanChild. [Online].; 2016 [cited 2016 noviembre. Available from: HYPERLINK "https://www.canchild.ca/en/resources/191-gross-motor-ability-estimator-gmae-2-scoring-software-for-the-gmfm" <https://www.canchild.ca/en/resources/191-gross-motor-ability-estimator-gmae-2-scoring-software-for-the-gmfm>
 13. Beckung E, Hagberg G, Uldall P, Cans C. Probability of Walking in Children With Cerebral Palsy in Europe. *Pediatrics*. 2008; 121(1): p. 187-192.
 14. Palisano R, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingstone. GMFCS – E & R Clasificación de la Función Motora Gruesa Extendida y Revisada. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2007;; p. 1-5.
 15. Vos RC, Becher JG, Voorman JM, Gorter JW, Van Eck , Van Meeterem J, et al. Longitudinal Association Between Gross Motor Capacity and Neuromusculoskeletal Function in Children and Youth With Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2016;; p. 2-9.
 16. Sanger TD, Chen D, Delgado MR, Gaebler-Spira D, Hallet , Mink JW. Definition and Classification of Negative Motor Signs in Childhood. *Pediatrics*. 2006; 118(5): p. 2159-2167.
 17. Gordon AM. What does selective motor control of the upper extremity in cerebral palsy tell us? *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2016; 58: p. 612-617.
 18. Fowler EG, Staudt LA, Greenberg MB, Oppenheim WL. Selective Control Assessment of the Lower Extremity (SCALE): development, validation, and interrater reliability of a clinical tool for patients with cerebral palsy. *Developmental Medicina & Child Neurology*. 2009; 51: p. 607-614.
 19. Smits DW, Van Groenestijn AC, Katelaar M, Scholtes VA, Becher JG, Gorter JW. Selective motor control of the lower extremities in children with cerebral palsy: Inter-rater reliability of two tests. *Developmental Neurorehabilitation*. 2010; 13(4): p. 258-265.
 20. Cahill-Rowley, Rose J. Etiology of impaired selective motor control: emerging evidence and its implications for research and treatment in cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2013; 56: p. 522-527.
 21. Fowler E, Goldberg EJ. The effect of lower extremity selective voluntary motor control on interjoint coordination during gait in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Gait & Posture*. 2009; 29: p. 102-107.
 22. Rodríguez M. Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Rehabilitación Infantil Almería: Seri; 2015.
 23. Rutz E, Tirosh , Thomason , Barg , Graham Hk. Stability of the gross motor function classification system after single-event multilevel surgery in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2012; 54: p. 1109-1113.
 24. Goldberg EJ, Fowler EG, Oppenheim WL. Case Reports: The Influence of Selective Voluntary Motor Control on Gait After Hamstring Lengthening Surgery. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2012; 470: p. 1320-1326.
 25. Hanna SE, Bartlett DJ, Rivard LM, Russell DJ. Reference Curves for the Gross

- Motor Function Measure: Percentiles for Clinical Description and Tracking Over Time Among Children With Cerebral Palsy. *Physical Therapy*. 2008; 88(5): p. 596-607.
26. Rosenbaum PL, Walter SD, Hanna SE. Prognosis for Gross Motor Function in Cerebral Palsy: Creation of Motor Development Curves. *JAMA*. 2002; 288(11): p. 1357-1363.
 27. Damiano DL. Activity, Activity, Activity: Rethinking Our Physical Therapy Approach to Cerebral Palsy. *Physical Therapy*. 2006; 86(11): p. 1534-1540.
 28. Hanna SE, Rosenbaum PL, Bartlett DJ, Palisano RJ, Walter SD, Avery L, et al. Stability and decline in gross motor function among children and youth with cerebral palsy aged 2 to 21 years. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2009; 51: p. 295-302.
 29. Novak I, McIntyre S, Morgan C, Campbell L, Dark L, Morton N, et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2013; 55: p. 885-910.
 30. (SCPE) SoCPiE. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2000; 42: p. 816-824.
 31. Sharan D. Orthopedic surgery in cerebral palsy: Instructional course lectura. *Indian Journal Orthopedics*. 2017; May-Jun; 51(3): p. 240–255.
 32. Chang C, Chen Y, Yen K, Chen C. Gross motor function change after multilevel soft tissue release in children with cerebral palsy. *Biomedical Journal*. 2017; 40: p. 163-168.

XVI. ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD

Esta investigación se considera de riesgo mínimo. Se contó con el consentimiento informado firmado por los padres o tutores de los niños evaluados, así como asentimiento de los participantes, previa explicación clara de las características del proyecto.

XVIII.- CONSENTIMIENTO INFORMADO

**INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
“LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA”
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA
DIVISIÓN DE REHABILITACIÓN PEDIÁTRICA**

Consentimiento Informado

Por este conducto queremos invitarlo a participar en la investigación médica titulada **Influencia de la cirugía multinivel y la rehabilitación postquirúrgica en la capacidad motora gruesa y el control motor selectivo de niños con parálisis cerebral**, que se lleva a cabo en la división de Rehabilitación Pediátrica del Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra”.

El objetivo del estudio es profundizar el conocimiento de la discapacidad en pacientes pediátricos. Se le invitó a este estudio debido a que fue presentado en clínica conjunta de parálisis cerebral que se realiza todos los lunes de 8:30 a 11:00 horas en el área de Rehabilitación Pediátrica, en la cual se determinó que es candidato a intervención quirúrgica. Su participación es completamente voluntaria. Por favor lea la siguiente información y haga todas las preguntas que desee antes de tomar su decisión.

Su participación requiere recibir tratamiento de rehabilitación postoperatoria intensiva en la unidad de hospitalización de Rehabilitación Pediátrica, la cual tendrá un costo que dependerá de su nivel socioeconómico determinado por el Instituto; así como completar las siguientes evaluaciones clínicas, que no tendrán costo extra, previo a evento quirúrgico, al finalizar su 2da semana de hospitalización en rehabilitación y postquirúrgica tardía (al mes del alta hospitalaria de rehabilitación); la duración de la investigación es a partir de la fecha de firma de la presente declaratoria, hasta la tercera evaluación, cuya fecha dependerá de la recuperación del procedimiento quirúrgico. El estudio consiste en la aplicación de las siguientes escalas clínicas: El Sistema de la Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS), Medición de la Función Motora Gruesa (GMFM-66-B&C) y Prueba del Control Motor Selectivo Modificado de Trost (PCMSMT); las cuales son seguras y bien toleradas. Este estudio no persigue ningún fin de lucro.

Posibles riesgos y molestias: Durante su hospitalización en rehabilitación se realizarán procedimientos de rutina del servicio (medición de peso, talla y signos vitales), los cuales no son invasivos, no ocasionan dolor, incomodidad o riesgo alguno. Así mismo iniciará manejo de rehabilitación temprano, el cual dependerá del estado neuromotor de cada paciente de manera individualizada, enfocado en mejorar arcos de movimiento, disminución de contracturas, fortalecimiento, mejorar patrón de marcha, entre otros; beneficios que superan significativamente a los riesgos a los que se exponen los participantes, debido a que se vigilan por personal calificado y en caso de presentar alguna lesión o daño se tomarán las medidas pertinentes para su adecuada atención, de acuerdo a las guías de manejo

dependiendo del mismo, y en caso de ser necesario, será canalizado con el servicio requerido. No existen procedimientos alternativos. A su vez continuarán bajo la vigilancia de médicos posterior a su egreso hospitalario a través de la consulta externa.

Los investigadores en atención a su participación se comprometen a brindar información actualizada, resolver cualquier duda o inquietud que en cualquier momento tenga respecto a los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación, aunque ésta pudiera afectar la voluntad para continuar participando. En caso de NO desear continuar participando en la investigación, no se demeritará de ninguna manera la calidad de atención que recibe en el Instituto Nacional de Rehabilitación. Se puede dar por terminada su participación en este estudio en cualquier momento si usted no desea continuar en él, si se presenta alguna enfermedad que no le permita continuar, si se cancela el estudio, o por razones administrativas.

Se recolectará la información necesaria acerca de usted, de manera confidencial, que será utilizada en la evaluación del estudio, y puede usarse en el futuro en otros estudios relacionados; podrá utilizarse en publicaciones futuras, pero su identidad, incluyendo su nombre, no se revelará en ningún momento en alguna compilación, reporte del estudio o publicación. El investigador principal es el Dr. Carlos Publio Viñals Labañino, y es quien se responsabiliza de las complicaciones que pudieran presentarse durante el desarrollo de la investigación; adicionalmente al final del presente Consentimiento se incluyen nombres, teléfonos y ubicación de los contactos (adicionales al investigador principal) a los que se les podrá solicitar información.

Este documento de Consentimiento Informado se realiza por duplicado y se le entregará un ejemplar, mismo que en el caso de menores de edad y/o incapaces legales requiere del asentimiento para surtir efecto.

Se especifica la disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendría derecho por parte del Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra", en el caso de sufrir daños que lo ameriten, directamente causados por la investigación, y que, de existir gastos adicionales, éstos serán absorbidos por el presupuesto de la investigación. No habrá remuneración económica, en especie o cualquiera otra por el uso y publicación de los mismos.

Instituto Nacional de Rehabilitación, Ciudad de México, a ____ de _____ de _____.

Si usted acepta de manera libre y voluntaria participar en este estudio, firme abajo por favor:

Nombre del paciente, edad, No. Expediente.
firma
Otorgo mi asentimiento para participar en el estudio

Representante Legal,
Parentesco, dirección

Testigo 1, firma, parentesco
parentesco
Dirección de Testigo 1

Testigo 2, firma,
Dirección de Testigo 2

Dr. Carlos Viñals Labañino CP 4273040
Investigador responsable

La información para contactar al Investigador responsable es:

Dr. Carlos Publio Viñals Labañino
Médico especialista
División de Rehabilitación Pediátrica. Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra".
Av. México Xochimilco No. 289 Col. Arenal de Guadalupe, Deleg. Tlalpan CP. 14398
Tel. 59-99-10-00 Ext. 13110 Correo electrónico: <mailto:cvinals@inr.gob.mx>

Dra. María Guadalupe Valadez Varela
Médico Residente de Medicina en Rehabilitación
División de Rehabilitación. Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra". Av. México Xochimilco No. 289 Col. Arenal de Guadalupe, Deleg. Tlalpan CP. 14398 Tel. 59-99-10-00 Cel. 492 893 06 83 Correo electrónico:
maria.vv88@gmail.com

XIX.- ANEXOS



CanChild Centre for Childhood Disability Research
Institute for Applied Health Sciences, McMaster University,
1400 Main Street West, Room 408, Hamilton, ON, Canada L8S 1C7
Tel: 905-525-9140 ext. 27850 Fax: 905-522-6095
E-mail: canchild@mcmaster.ca Website: www.canchild.ca

GMFCS – E & R **Clasificación de la Función Motora Gruesa** **Extendida y Revisada**

GMFCS - E & R © 2007 *CanChild* Centre for Childhood Disability Research, McMaster University
Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Doreen Bartlett, Michael Livingston

GMFCS © 1997 *CanChild* Centre for Childhood Disability Research, McMaster University
Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Stephen Walter, Dianne Russell, Ellen Wood, Barbara Galuppi
(Reference: *Dev Med Child Neurol* 1997; 39:214-223)

Traducción realizada por: I. Tamara Arellano Martínez (contacto: iarellano@inr.gob.mx), Carlos P. Viñals Labañino y M. Elena Arellano Saldaña; Servicio de Parálisis Cerebral y Estimulación Temprana del Instituto Nacional de Rehabilitación, Ciudad de México, México.

Agradecimientos: para Karina, Nora y Mónica A. M. por su ayuda en el proceso de traducción y corrección de este trabajo.

Clasificación de la Función Motora Gruesa – Extendida y Revisada **(GMFCS – E & R)**

ANTES DE LOS 2 AÑOS

NIVEL I: el niño se mueve desde y hacia la posición de sentado y se sienta en el suelo libremente, y puede manipular objetos con las dos manos. Se arrastra o gatea sobre manos y rodillas, empuja con los brazos para colocarse en bipedestación y realiza marcha sujetándose de los muebles. Habitualmente logran la marcha entre los 18 meses y los 2 años de edad sin necesitar un dispositivo manual auxiliar de la marcha.

NIVEL II: el niño se mantiene sentado en el suelo pero utiliza las manos para apoyarse y mantener el equilibrio. Se arrastra sobre el estómago o gatea con manos y rodillas, empuja con los brazos para colocarse en bipedestación y realiza marcha sujetándose de los muebles.

LEVEL III: el niño se mantiene sentado en el suelo con soporte en la región lumbar. Se rueda y logra arrastrarse boca abajo y hacia adelante.

NIVEL IV: el niño controla la cabeza pero requiere soporte en el tronco para mantenerse sentado. Rueda en decúbito supino y pueden rodar a decúbito prono.

NIVEL V: gran limitación del control voluntario. Son incapaces de sostener la cabeza y el tronco en posiciones anti-gravitatorias en prono y en posición de sentado. Requieren asistencia para rodar.

ENTRE LOS 2 Y LOS 4 AÑOS

NIVEL I: el niño se mantiene sentado en el suelo y es capaz de manipular objetos con las dos manos. No requieren asistencia de un adulto para pararse y sentarse. El niño camina, como método preferido de movilidad sin necesidad de un dispositivo manual auxiliar de la marcha.

NIVEL II: el niño se mantiene sentado en el suelo pero puede tener dificultad para mantener el equilibrio si utiliza las dos manos para manipular objetos, no requiere la asistencia de un adulto para sentarse y levantarse. Se empuja con las manos para colocarse de pie sobre una superficie estable. El niño gatea con movimiento recíproco de sus manos y rodillas, camina

sujetándose de los muebles o con un dispositivo manual auxiliar de la marcha como método preferido de movilidad.

NIVEL III: el niño se mantiene sentado frecuentemente en posición de "W" (flexión y rotación interna de caderas y rodillas), y puede que requiera de la asistencia de un adulto para sentarse. Se arrastra sobre su estómago o gatea sobre sus manos y rodillas (a menudo sin movimiento recíproco de las piernas como método primario de auto-movilidad). El niño empuja sobre una superficie estable para colocarse de pie, puede caminar distancias cortas con un dispositivo manual auxiliar de la marcha en espacios interiores, requieren asistencia de un adulto para cambiar de dirección y girar.

NIVEL IV: al niño se le tiene que sentar, es incapaz de mantener la alineación y el equilibrio sin utilizar las manos para apoyarse. Frecuentemente requiere equipo para adaptar y mantener la posición de sentado y de bipedestación. La auto-movilidad en distancias cortas (en el interior de una habitación) lo realiza rodando, arrastrándose sobre el estómago o gateando sobre sus manos y rodillas sin movimiento recíproco de las piernas.

NIVEL V: existe una limitación severa del movimiento voluntario y el niño es incapaz de sostener la cabeza y el tronco en posiciones anti-gravitatorias, toda función motora es limitada. Las limitaciones para sentarse y ponerse de pie no son compensadas con el uso de dispositivos tecnológicos y el niño no tiene una forma de movimiento independiente y tiene que ser transportado. Algunos niños pueden utilizar una silla de ruedas eléctrica con grandes adaptaciones.

ENTRE LOS 4 Y 6 AÑOS

NIVEL I: el niño es capaz de sentarse o levantarse de una silla o del suelo sin necesidad de utilizar las manos para apoyarse. El niño es capaz de caminar en interiores y exteriores, sube escaleras. Puede intentar saltar y correr.

NIVEL II: el niño se mantiene sentado en una silla con las manos libres para manipular objetos. Puede levantarse desde el suelo y de una silla para ponerse de pie pero frecuentemente necesita de una superficie estable para apoyarse con los brazos. El niño camina sin necesitar un dispositivo manual auxiliar de la marcha en interiores y en distancias cortas o espacios abiertos con superficie regular, utiliza escaleras apoyándose en los pasamanos. No corre, no salta.

NIVEL III: el niño se mantiene sentado en una silla pero requiere soporte pélvico o del tronco para maximizar la función manual. Puede sentarse o levantarse de una silla usando una superficie estable para empujar o jalar con sus brazos con apoyo de los brazos. Camina con un dispositivo manual auxiliar de la marcha en superficies regulares y sube escaleras con asistencia de un adulto; con frecuencia tienen que ser transportados en espacios abiertos o terreno irregular o en distancias largas.

NIVEL IV: el niño se mantiene sentado en una silla pero necesita adaptaciones para mejorar el control de tronco y maximizar el uso de las manos. El niño puede sentarse y levantarse de una silla con asistencia de un adulto o de una superficie estable para empujar o jalar con sus brazos. Es posible que camine distancias cortas con una andadera o la supervisión de un adulto pero se le dificulta girar y mantener el equilibrio en superficies irregulares. El niño tiene que ser transportado en la comunidad, pueden lograr auto-movilidad con dispositivos motorizados.

NIVEL V: las limitaciones físicas no permiten la actividad voluntaria y el control del movimiento para mantener la cabeza y el tronco en posiciones anti-gravitatorias. Todas las áreas de la función motora son limitadas y las limitaciones para mantenerse sentado o en bipedestación no se compensan completamente con equipo o ayudas tecnológicas. En el nivel V, el niño no tiene forma de moverse de manera independiente y tiene que ser transportado no realiza actividades propositivas y tiene que ser transportado. Algunos niños pueden utilizar auto-movilidad motorizada con grandes adaptaciones.

ENTRE LOS 6 Y LOS 12 AÑOS

NIVEL I: el niño camina en la casa, la escuela, exteriores y la comunidad. Son capaces de caminar cuesta arriba y cuesta abajo sin asistencia física y utiliza las escaleras sin sujetarse de los pasamanos, pueden correr y saltar pero la velocidad, equilibrio y coordinación en la actividad están limitados. Es posible que el niño pueda involucrarse en actividades deportivas dependiendo de sus intereses y el medio ambiente.

NIVEL II: el niño camina en la mayoría de las condiciones, puede manifestar dificultad o perder el equilibrio al caminar grandes distancias, en terrenos irregulares, inclinados, en lugares muy concurridos, espacios pequeños o mientras cargan objetos. Los niños ascienden y descienden escaleras tomados de los pasamanos o con asistencia de un adulto si no hay pasamanos. En espacios exteriores y la comunidad el niño puede caminar con dispositivos manuales auxiliares de la marcha o requerir la asistencia de un adulto o utilizar dispositivos de movilidad sobre ruedas para desplazarse grandes distancias. Tienen una habilidad mínima para correr o saltar, necesitan adaptaciones para participar en algunas actividades o para incorporarse a deportes.

NIVEL III: el niño camina utilizando un dispositivo manual auxiliar de la marcha para la mayoría de los espacios interiores. En sedestación, el niño puede requerir un cinturón para mejorar la alineación pélvica y el equilibrio. Los cambios de sentado-parado o parado-sentado pueden requerir la asistencia de una persona o el apoyo sobre una superficie para soporte. Para largas distancias el niño utiliza silla de ruedas. El niño puede usar escaleras sujetándose de los pasamanos con supervisión o asistencia de un adulto. Las limitaciones para caminar pueden necesitar de adaptaciones que permitan que el niño se integre a actividades físicas o deportivas en una silla de ruedas manual o dispositivos motorizados.

NIVEL IV: el niño usa métodos de movilidad que requieren de la asistencia física o dispositivos motorizados en la mayoría de las situaciones. Requieren adaptaciones en el tronco y la pelvis para mantenerse sentados y asistencia física para las transferencias. En casa el niño se desplaza en el piso (rodando, arrastrándose o gateando), camina distancias cortas con asistencia física o dispositivos motorizados. Si se le coloca dentro de un dispositivo, es posible que el niño camine en la casa o la escuela. En la escuela, espacios exteriores y la comunidad, el niño debe ser transportado en silla de ruedas o dispositivos motorizados. Las limitaciones en la movilidad requieren de grandes adaptaciones para permitir la participación en actividades físicas y deportivas que incluyan asistencia física y dispositivos motorizados.

NIVEL V: el niño es transportado en silla de ruedas en todo tipo de situación, tienen limitaciones para mantener cabeza y tronco en posiciones anti-gravitatorias y sobre el control del movimiento de las extremidades. La asistencia tecnológica se utiliza para mejorar la alineación de la cabeza, la posición de sentado y de bipedestación o la movilidad sin que se compensen por completo dichas limitaciones. Las transferencias requieren asistencia física total de un adulto. En casa, es posible que el niño se desplace distancias cortas sobre el piso o tenga que ser transportado por un adulto. El niño puede lograr la auto-movilidad en equipos motorizados con adaptaciones extensas que mantengan la posición de sentado y faciliten el control del desplazamiento. Las limitaciones en la movilidad requieren de adaptaciones que permitan la participación en actividades físicas y deportivas que incluyan la asistencia tecnológica y la asistencia física.

ENTRE LOS 12 Y 18 AÑOS

NIVEL I: el joven camina en la casa, la escuela, exteriores y la comunidad. Tiene la habilidad de caminar cuesta arriba y cuesta abajo sin asistencia física y usar escaleras sin utilizar los pasamanos. Puede correr y saltar pero la velocidad, el equilibrio y la coordinación pueden ser limitados. Participa en actividades físicas y deportivas dependiendo de la elección personal y el medio ambiente.

NIVEL II: el joven camina en la mayoría de las condiciones. Factores ambientales (terreno irregular, inclinado, distancias largas, demandas de tiempo, clima e integración social con sus pares) y personales pueden influenciar las opciones de movilidad. En la escuela o el trabajo, el joven puede caminar utilizando un dispositivo manual auxiliar de la marcha por seguridad. En los exteriores y la comunidad es posible que utilice una silla de ruedas para viajar largas distancias. Utiliza escaleras tomándose de los pasamanos o con asistencia física. Puede necesitar adaptaciones para incorporarse a actividades físicas o deportivas.

NIVEL III: el joven es capaz de caminar utilizando un dispositivo manual auxiliar de la marcha. Comparado con los individuos de otros niveles, el joven del nivel III puede elegir entre una variedad de métodos de movilidad dependiendo de sus habilidades físicas o de factores ambientales o personales. Cuando está sentado, puede requerir de un cinturón para mejorar su equilibrio y alineación pélvica. Los cambios de sentado-parado y parado-sentado requieren asistencia física o de una superficie para llevarse a cabo. En la escuela, puede propulsar una silla de ruedas o un dispositivo motorizado. En exteriores tienen que ser transportados en silla de ruedas o utilizar un dispositivo motorizado. Pueden utilizar escaleras sujetándose de los pasamanos con supervisión o requerir asistencia física. Las limitaciones para caminar pueden requerir de adaptaciones para integrarse a actividades físicas o deportivas ya sea con silla de ruedas autopropulsada o movilidad motorizada.

NIVEL IV: el joven utiliza silla de ruedas en la mayoría de las condiciones con adaptaciones para la alineación pélvica y el control de tronco. Requiere la asistencia de una o dos personas para ser transferido. Puede tolerar su peso sobre las piernas y mantenerse de pie para algunas transferencias estando de pie. En interiores el joven puede caminar distancias cortas con asistencia física, usar silla de ruedas o una grúa. Son capaces de manejar una silla de ruedas motorizada, si no cuentan con una tienen que ser transportados en una silla de ruedas propulsada por otra persona. Las limitaciones en la movilidad requieren adaptaciones para permitir la participación en actividades físicas o deportivas que incluyan dispositivos motorizados y/o asistencia física.

NIVEL V: el joven tiene que ser transportado en silla de ruedas propulsada por otra persona en todas las condiciones. Tienen limitaciones para mantener la cabeza y el tronco en posiciones anti-gravitatorias y en el control del movimiento de las extremidades. Requieren de asistencia tecnológica para mantener la alineación de la cabeza, la posición de sentado y de pie y las limitaciones del movimiento no son compensadas en su totalidad con dispositivos auxiliares. Requieren asistencia física de 1 o 2 personas o de una grúa para las transferencias. Pueden lograr la auto-movilidad con dispositivos modificados o con grandes adaptaciones para mantener al joven en posición de sentado. Las limitaciones de la movilidad requieren de asistencia física y dispositivos motorizados para permitir la participación en actividades físicas y deportivas.

MEDICIÓN DE LA FUNCIÓN MOTORA GRUESA-66 ABREVIADA (B y T)

Nombres y apellidos: _____.

Fecha de nacimiento: ___/___/___.

Fecha de evaluación: ___/___/___.

Edad cronológica: _____ años

Evaluador: _____.

Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa:



Escala de Función Motora Fina Bimanual:



A	B	C	D	E		0	1	2	3	NT	
	22				Sentado, sostenido, levanta la cabeza 10s.						I -1 II -1 III - 1 IV and V all ages
	21				Sentado, sostenido, levanta la cabeza 3s						
10					Levantar derecha la cabeza						
2					Manos a la línea media						
6					Mano D cruza línea media						
	18				Se incorpora a sentado y controla cabeza						
7					Mano I cruza línea media						
	23				Sentado con apoyo 3s						III -2
	24				Sentado sin apoyo 3s						
	25				Sentado se inclina hacia adelante						
	34				Sentado en banco sin ayuda 10s						
	27				Sentado, toca juguete 45° a la I						
	26				Sentado, toca juguete 45° a la D						
	30				Sentado a prono con control						III -3 II - 2
		39			Mantiene 4 puntos 10s						
		41			De prono a 4 puntos						
			53		Se mantiene de pie sin apoyo 3s						
				67	Marcha con apoyo bimanual 10 pasos						
		36			Desde el piso, se sienta en banco pequeño						
			52		Se incorpora a de Pie con apoyo						
		48			De sentado a hincado; sin apoyo 10s						
		40			De 4 puntos a sentado; manos libres						
		44			Gateo o salta 1.83 Mts						
		43			En 4 puntos adelanta brazo izquierdo						III -4 II - 3 I - 2
		42			En 4 puntos adelanta brazo derecho						
	31				Sentado a 4 puntos sobre el lado D						
	37				Se sienta en banco grande						
				65	Marcha lateral D con apoyo						II -4 III - 5 And older
	32				Sentado a 4 puntos sobre el lado I						
				66	Marcha lateral I con apoyo						
			54		Apoyado con una mano; levanta pie D 3s						
			59		De sentado a de pie sin utilizar brazos						
		45			Gateo alterno a 1.83mts						

A	B	C	D	E		0	1	2	3	NT
			55		Apoyado con una mano; levanta pie I 3s					
	35				De pie a sentado en banco pequeño					
		46			Gateo hacia arriba 4 escalones					
				68	Marcha con apoyo de una mano 10 pasos					
		51			Marcha de rodillas 10 pasos					
			62		De pie a sentado en piso sin apoyo					
			56		De pie independiente 20s					
			63		De pie a cuclillas sin apoyo					
			64		De pie recoge objeto en piso y regresa					
			61		De semigenuflexión I a de pie independiente					
			60		De semigenuflexión D a de pie independiente					
				69	Marcha independiente 10 pasos					
				70	Marcha 10 pasos Gira 180° y regresa					
				72	Marcha 10 pasos con objeto grande 10 pasos					
				84	Sube 4 escalones con apoyo y alternando					
				85	Baja 4 escalones con apoyo alternando					
				78	Patea balón pie D					
			57		Apoyo monopodálico independiente D 10s					
				79	Patea balón pie I					
				71	Marcha hacia atrás 10 pasos					
			58		Apoyo monopodálico independiente I 10s					
				73	Marcha entre dos líneas paralelas de 8''					
				77	Corre 4.5 mts. Se para y regresa					
				75	Atraviesa obstáculos con pie derecho					
				76	Atraviesa obstáculo con pie izquierdo					
				80	Salto hacia arriba 30cms					
				74	Marcha en línea recta 10 pasos					
				81	Salto hacia delante 30 cm.					
				88	Salta de un escalón de 15 cm.					
				86	Sube 4 escalones sin apoyo alternando					
				87	Baja 4 escalones sin apoyo alternando					
				82	Salto monopodálico D en círculo 10					

I - 3
II - 5

I - 4

II - 6
And older

I - 5
And older

					veces					
				83	Salto monopodálico I en círculo 10 veces					

Prueba del Control Motor Selectivo Modificado de Trost (movimientos: flexión de cadera, abducción de cadera, extensión de rodilla y dorsiflexión de tobillo)

Definición		Grado
Incapaz	Movimiento voluntario no es posible debido a la falta de fuerza o de entendimiento.	Incapaz
Sin habilidad de aislar el movimiento (sinergia total)	El movimiento es parte del patrón en masa de flexión o extensión	0
Aislamiento parcial del movimiento (sinergia parcial)	Movimiento selectivo solo es posible al inicio; al final del movimiento éste continúa en algún patrón.	1
Aislamiento completo del movimiento (sin sinergia)	Movimiento selectivo es posible en el rango disponible de movimiento.	2

Descripción	
Preparación: el niño realiza la prueba sin pantalones, calcetines o zapatos.	
Material requerido: una mesa de exploración, una almohada (para soporte de la cabeza), un cojín (para estabilización de la espalda), una cuña de la rodilla (en caso de rodilla contracturada) y un juguete (utilizado como punto de objetivo)	
Tiempo requerido: la prueba puede ser realizada en menos de 15 minutos.	
Instrucciones: la prueba es explicada de manera verbal, pasiva y/o activamente ejemplificada al niño. De ser necesario la prueba puede ser ejemplificada por los mismos evaluadores. Durante la prueba se estimula al niño, se le recuerdan las instrucciones y se le da retroalimentación de su actuación. Las cuatro pruebas a realizar (flexión de cadera, abducción de cadera, extensión de rodilla y dorsiflexión de tobillo) son descritas a continuación.	
Flexión de cadera	
Posición inicial del niño	Posición supina sobre la mesa de exploración con las caderas y las rodillas en posición anatómica o en extensión máxima en el caso de una contractura en flexión. Se permite una almohada debajo de la cabeza del niño y una cuña por debajo de la rodilla (en el caso de una contractura en flexión). Los brazos descansan sobre la mesa de exploración a lo largo del cuerpo.
Posición del evaluador	Al lado del niño, del lado que se está midiendo
Rango máximo de movimiento pasivo	El arco de movimiento pasivo máximo para la flexión de la cadera desde su posición inicial se determina por el evaluador. Relevancia: determinar el rango de movimiento donde se medirá el SMC. El arco puede ser limitado por acortamiento de isquiotibiales, que requieren flexión de la

	rodilla para aumentar el arco de movimiento en últimos grados.
Instrucciones al niño	'Levanta toda tu pierna hacia arriba de la mesa, como un palo rígido, de aquí para allá' (se indica el rango de movimiento que el niño debe de hacer)
Rendimiento y puntaje	Se le pide al niño flexionar la cadera de forma activa. No se permite a los brazos facilitar el control motor selectivo en los movimientos. Determinar, durante la flexión activa de la cadera, si ocurren movimientos sinergistas de flexión de rodilla en el arco permitido. Se permiten movimientos contralaterales durante la prueba. La mejor de tres actuaciones se puntúa. La prueba se evalúa por separado para las piernas derecha e izquierda.
Posición inicial sinergista del niño	Si el movimiento voluntario no es posible desde la posición inicial, el movimiento puede ser realizado en una posición facilitada; en este caso la posición de partida, pero con la rodilla flexionada. Relevancia: para permitir la diferenciación entre "incapaz" y "sinergia total (0)" a puntuar.
Abducción de cadera	
Posición inicial del niño	Decúbito lateral en la mesa de exploración. La pierna superior está en posición anatómica con respecto a la cadera y la rodilla o en extensión máximo en el caso de una contractura en flexión. La pierna inferior está en flexión de cadera y rodilla para estabilizar el cuerpo. Se permite una almohada debajo de la cabeza del niño. Un brazo descansa debajo de la cabeza del niño, y el otro brazo en la pierna, a lo largo del cuerpo.
Posición del evaluador	Enfrente del niño
Rango máximo de movimiento pasivo	El arco de movimiento pasivo máximo para la abducción de la cadera desde la posición de partida se determina por el evaluador. Relevancia: determinar el rango de movimiento donde se medirá el SMC. El arco puede estar limitado por el acortamiento del m. gracillis, requiriendo flexión de rodilla para aumentar el arco de movimiento en últimos grados.
Instrucciones al niño	'Levanta la pierna superior hacia arriba de la otra pierna, como un palo rígido de aquí para allá' (indicando el rango de movimientos que el niño debe hacer)
Rendimiento y puntaje	Se le pide al niño abducir la cadera de manera activa. No se permite a los brazos facilitar el control motor selectivo en los movimientos. Determinar, durante la abducción activa de la cadera, si ocurren movimientos sinergistas de flexión de rodilla en el arco permitido. Se permiten movimientos contralaterales durante la prueba. La mejor de tres actuaciones se puntúa. La prueba se evalúa por separado para la pierna derecha e izquierda.
Posición inicial sinergista del niño	Si el movimiento voluntario no es posible desde la posición inicial, el movimiento puede ser realizado en una posición

	facilitada; en este caso la posición de partida, pero con la rodilla flexionada de la pierna superior. Relevancia: para permitir la diferenciación entre “incapaz” y “sinergia total (0)” a puntuar.
Extensión de rodilla	
Posición inicial del niño	Sentado y en posición vertical, con las piernas colgando sobre el borde de la mesa de exploración. Los brazos deben descansar en el regazo o sobre las rodillas. Se permite que el evaluador proporcione apoyo leve en la espalda superior del niño para estabilizar el cuerpo.
Posición del evaluador	Al lado del niño, del lado que se está midiendo
Rango máximo de movimiento pasivo	El arco de movimiento pasivo máximo para la extensión de la rodilla desde la posición de partida se determina por el evaluador. Relevancia: determinar el rango de movimiento donde se medirá el SMC. El arco puede estar limitado por el acortamiento de isquiotibiales, requiriendo extensión de cadera para incrementar el arco de movimiento en últimos grados.
Instrucciones al niño	'Siéntate, endereza la pierna de aquí a allá (indicando el rango de movimiento que el niño tiene que hacer) y trata de mantener la espalda tan recta como sea posible'
Rendimiento y puntaje	Se le pide al niño extender la rodilla de forma activa. No se permite a los brazos facilitar el control motor selectivo en los movimientos. Determinar, durante la extensión activa de la rodilla, si ocurren movimientos sinérgicos de extensión de cadera en el arco permitido. Movimientos contralaterales son permitidos durante el ejercicio. La mejor de tres actuaciones se puntúa. La prueba se evalúa por separado para la pierna derecha e izquierda.
Posición inicial sinérgica del niño	Si el movimiento voluntario no es posible desde la posición inicial, el movimiento puede ser realizado en una posición facilitada; en este caso la posición de partida, pero con la cadera extendida (el evaluador puede proporcionar apoyo en la espalda del niño). Relevancia: para permitir la diferenciación entre “incapaz” y “sinergia total (0)” a puntuar.
Flexión dorsal de tobillo	
Posición inicial del niño	Sentado a lo largo de la mesa de exploración, con las caderas flexionadas a 60° (un cojín se puede colocar detrás de la columna para la estabilización) y rodillas extendidas, poder observar los pies. Una cuña detrás de la rodilla es permitido en el caso de rodilla contracturada en flexión. Los tobillos cuelgan sobre el borde la mesa de exploración (pies libres de soporte). Los brazos descansan en el regazo o en la mesa de exploración a lo largo del cuerpo.
Posición del evaluador	Al lado del niño, del lado que se está midiendo
Rango máximo de	El arco de movimiento pasivo máximo para la dorsiflexión

movimiento pasivo	del tobillo desde la posición de partida se determina por el evaluador. Relevancia: determinar el rango de movimiento donde se medirá el SMC. El arco puede estar limitado por el acortamiento de m. gastrocnemios, requiriendo flexión de rodillas para incrementar el arco de movimiento en últimos grados.
Instrucciones al niño	'Mueve el pie/dedos de los pies hacia el juguete/objetivo, de aquí para allá (indicando el rango de movimiento que el niño puede hacer) sin levantar la rodilla'
Rendimiento y puntaje	Se le pide al niño la flexión dorsal del tobillo de forma activa. No se permite a los brazos facilitar el control motor selectivo en los movimientos. Determinar, durante la dorsiflexión, si ocurren movimientos sinérgicos de flexión de rodilla en el arco permitido. Movimientos contralaterales son permitidos durante el ejercicio. La mejor de tres actuaciones se puntúa. La prueba se evalúa por separado para la pierna derecha e izquierda.
Posición inicial sinérgica del niño	Si el movimiento voluntario no es posible desde la posición inicial, el movimiento puede ser realizado en una posición facilitada; en este caso en posición supina, con las piernas colgando al borde de la mesa de exploración (rodillas flexionadas). Relevancia: para permitir la diferenciación entre "incapaz" y "sinergia total (0)" a puntuar.