

**REALIDAD VIRTUAL PARA REEDUCACION MOTORA DE NIÑOS  
CON DAÑO NEUROLOGICO**

**MARIA CLAUDIA SALCEDO MALDONADO  
CODIGO:598081**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA FISICA Y REHABILITACION**

**DIRIGIDO POR:**

**DOCTORA DORIS VALENCIA VALENCIA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION  
BOGOTA, 2011**

## **TABLA DE CONTENIDO**

1. TITULO
  2. RESUMEN
  3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
  4. JUSTIFICACION
  5. MARCO TEORICO
    - 5.1 Parálisis Cerebral
    - 5.2 Parálisis cerebral y deformidades de miembro superior
    - 5.3 Guías para fijar metas de tratamiento
    - 5.4 Realidad Virtual
  6. OBJETIVOS
    - 6.1 Objetivo General
    - 6.2 Objetivos Específicos
  7. METODOLOGIA
    - 7.1 Tipo de estudio y diseño general
    - 7.2 Consideraciones Eticas
  8. ANÁLISIS DE RESULTADOS
  9. CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFIA
- ANEXOS

# REALIDAD VIRTUAL PARA REEDUCACION MOTORA DE NIÑOS CON DAÑO NEUROLOGICO

## 1. TITULO

REALIDAD VIRTUAL PARA REEDUCACION MOTORA DE NIÑOS CON DAÑO NEUROLOGICO

THE USE OF VIRTUAL REALITY FOR MOTOR REHABILITATION IN CHILDREN WITH NEUROLOGICAL IMPAIRMENT

## 2. RESUMEN

*Objetivo:* Utilizar la realidad virtual en la rehabilitación de pacientes con hemiparesia con el propósito de mejorar los patrones motores y los arcos de movimiento del miembro superior comprometido.

*Métodos:* Serie de casos de 9 pacientes con evaluaciones de la función motora del miembro superior antes y después de la intervención, así como la percepción de los padres de mejoría del movimiento de la extremidad después de la intervención. El grupo a estudio se limitó a pacientes con parálisis cerebral que presentan hemiparesia. Como tecnología de realidad virtual, se utilizó la plataforma del Nintendo "Wii", específicamente, los juegos de video de deportes en los cuales el propósito es utilizar la extremidad superior comprometida en las diferentes actividades lúdicas. La escala utilizada fue el MACS (manual ability classification system). Se tuvieron también en cuenta como variables los rangos de movilidad articular y los patrones motores para miembro superior, previos y posterior a la intervención y la medida de espasticidad con la escala de Asworth.

*Resultados:* En la escala MACS los pacientes tienden a conservar el estado inicial al final de la intervención. Se encontró mejoría en los rango de movimiento de adducción de hombro ( $p$  0,022), extensión de codo ( $p$  0,01), supinación de antebrazo ( $p$  0,04). Tendencia a la disminución de la espasticidad principalmente en los movimientos de hombro cuando previo a la intervención se observaba un ashworth de 2.

*Implicaciones e impacto en la Medicina de Rehabilitación:* Continuar explorando el potencial de la realidad virtual como herramienta de asistencia tecnológica para desarrollar procesos de neurorrehabilitación niños.

*Palabras claves:* Realidad Virtual, parálisis cerebral, hemiparesia, extremidad superior

## ABSTRACT

*Objective:* To assess the utility of virtual reality in the rehabilitation of children with hemiparesis searching the improvement of motor patterns and range of movement of the upper limb as main outcomes.

*Methods:* Upper limb motor function before and after the intervention as well as the parental perception of improvement in the functionality of the limb was assessed in a series of 9 children with hemiparesis.

The sports software game of Nintendo Wii, where children had to use their upper limb, was used. The MACS scale, spasticity according to the modified Ashworth scale, joint mobility and upper limb motor patterns pre and post-intervention were used for the assessment.

*Results:* In the MACS scale, the patients tend to keep their initial status at the end of the intervention. However, a significant statistical improvement was found in the shoulder's adduction ( $p, 0,022$ ), elbow's extension ( $p, 0,01$ ) and forearm's supination ( $p, 0,04$ ). In the same way, a statistically improvement in spasticity of the shoulder's movement was found according to the modified Ashworth scale.

Also, their parents perceived an increase and improvement in the use of the limb in basic and daily activities.

*Implications and impact on the Medical Rehabilitation:* It is essential further research on the applicability of virtual reality as a therapeutic and as innovative technological assistance for the motor rehabilitation of children with neurological injury.

*Key words:* Virtual Reality, cerebral palsy, hemiparesis, upper extremity

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los niños con Parálisis cerebral (incapacidad Motora de origen central) que tienen trastornos motores sin un compromiso cognitivo significativo representan dentro del espectro de la enfermedad el 75% (1). Las formas espásticas hemipléjicas son las más frecuentes, junto con las dipléjicas y las que dentro de la detección temprana se benefician más de la intervención.

Siendo las discapacidades generadas severas y complejas sin tener una curación del evento el tratamiento consiste en conocer la extensión de las incapacidades físicas y mentales, y reducirlas al mínimo en cuanto sea posible realizando reeducación de los patrones motores para que el niño aprenda a controlar los músculos por medio de rehabilitación y de esta manera utilizarlos en actividades de la vida diaria. Para dicha actividad desde hace cinco décadas se han propuesto tratamientos que van desde métodos conductuales, físicos y neurofisiológicos.

El entendimiento de los elementos de realidad virtual que existen en el mundo para realizar control y entrenamiento de funciones neurobiológicas constituye un atractivo en los programas de rehabilitación física, los cuales son facilitadores en el proceso de reeducación de las funciones sensitivas y motoras. En nuestro país actualmente no existe ningún estudio en estos métodos de tratamiento y sería fundamental el conocimiento y la práctica interdisciplinaria del profesional en esta esfera de la investigación para ganar experiencia en el área.

### **4. JUSTIFICACION Y USO DE LOS RESULTADOS**

En la Fundación Hospital La Misericordia en Bogotá, durante la consulta y la hospitalización, se atienden diariamente pacientes con parálisis cerebral, por lo que se han convertido a través de los años en una población importante a tener en cuenta en los protocolos de tratamiento de la institución.

Los pacientes con parálisis cerebral hacen parte del grupo de pacientes frecuentemente atendidos por los especialistas en Medicina Física y Rehabilitación, con la aplicación

de la realidad virtual como parte de los protocolos de rehabilitación se busca obtener nuevas herramientas de tratamiento que permitan mejorar la funcionalidad de este grupo poblacional.

## **5. MARCO TEORICO**

### **5.1 PARALISIS CEREBRAL**

#### **DEFINICION**

La Parálisis Cerebral resulta de una lesión no progresiva en un sistema nervioso central en desarrollo lo que genera una alteración en el movimiento, el tono y la postura, con cambios variables a través del tiempo<sup>1</sup>.

Los niños con Parálisis cerebral (incapacidad Motora de origen central) que tienen trastornos motores sin un compromiso cognitivo significativo representan dentro del espectro de la Incapacidad Motora de origen central el 75%. Las formas espásticas hemipléjicas son las más frecuentes, junto con las diplégicas y las que dentro de la detección temprana se benefician más de la intervención.

La parálisis cerebral es la causa más común de discapacidad en niños, la incidencia se calcula entre 2-2.5/1000 nacidos vivos, la prevalencia varía entre 1-5/1000 bebés en los diferentes países. En centros donde los cuidados perinatales son óptimos y la asfixia perinatal es relativamente infrecuente la incidencia de parálisis cerebral en bebés a término se mantiene<sup>2</sup>.

Partiendo de lo heterogéneo de las condiciones clínicas que se agrupan bajo el término de Parálisis Cerebral y de la amplia gama de etiología, además de manifestaciones clínicas resulta con frecuencia difícil en la práctica médica llegar a una conclusión definitiva en cuanto al factor causal, pero en la gran mayoría de los casos el diagnóstico etiológico no modifica la conducta terapéutica, por lo que resulta importante tomar en cuenta antes de sugerir una amplia gama de investigaciones muchas veces costosas, que además implican largas peregrinaciones de niños y sus padres por diferentes centros asistenciales en busca de un diagnóstico etiológico lentificando la implementación del tratamiento oportuno que minimicen las incapacidades secundarias al trastorno motor y cognitivo.

Para lograr una evaluación integral es necesario el concurso del personal especializado de diversas disciplinas médicas y no médicas, dentro de las que se encuentran: Pediatría, Neurología Pediátrica, Medicina Física y Rehabilitación, Ortopedia, Medicina General Integral, Nutrición, Radiología, Neurofisiología, Genética Clínica, Otorrinolaringología, Oftalmología, Foniatría, Psicología, Psiquiatría Infantil, Educación Especial, Terapia Física, Terapia Ocupacional, Terapia del Lenguaje y Trabajo Social entre otras. Además de la atención multidisciplinaria e interdisciplinaria, para la atención del paciente con Parálisis cerebral es necesario el enfoque diagnóstico y terapéutico centrado en la individualidad de cada paciente y en su familia y corresponde a algún miembro del equipo servir de coordinador del resto. Esta función, por lo general, la lleva el Médico Fisiatra o un profesional idóneo que sea experto en incapacidad. La evaluación del niño

con Parálisis cerebral debe ser periódica, con el objetivo de diagnosticar precozmente alteraciones secundarias.

De 70 a 80 % de los pacientes con parálisis cerebral presentan signos clínicos de espasticidad. Existen dos formas principales, de acuerdo a la distribución topográfica, que son las formas *unilaterales* y las *bilaterales*.

Las formas *unilaterales* se corresponden con las denominadas hemiplejías, en las cuales existe compromiso motor de los miembros de un mismo lado del cuerpo, por lo general se encuentra más afectado el miembro superior. La hemiplejía se produce por una lesión de la corteza sensitivo-motora o de sus vías de proyección, cuyas manifestaciones se presentan en el lado contralateral del cuerpo. Sus causas pueden ser múltiples, aunque se ha asociado en muchos casos a infartos cerebrales prenatales y perinatales, en el caso de las parálisis cerebrales congénitas<sup>2</sup>. Clínicamente no existe asimetría en los reflejos durante los primeros meses de vida. La presencia del puño cerrado puede ser el primer indicador del compromiso, asimetría en el tono muscular, y persistencia de reflejos primitivos. La pinza digital, la extensión de la muñeca y la supinación del antebrazo también están comprometidas.

La prensión palmar puede persistir por años. La alteración del miembro inferior afectado se hace aparente después del primer año de vida, o incluso antes cuando el niño inicia el arrastre y la posición cuadrúpeda. Antes pueden presentarse patrones anormales de locomoción, sin segmentación corporal, con arrastre en prono sin patrón cruzado sin seguir el patrón alternante normal, y alteraciones en la marcha con arrastre de la extremidad comprometida, y alteración en el mecanismo talón punta.

La extensión real de la alteración motora no puede ser determinada de manera exacta hasta la edad de 2 años, cuando ya se evidencia la postura hemiparética, con aumento del tono flexor en el codo y la muñeca y la posición equina del pie.

Las causas son muy variadas siendo las más frecuentes:

- Las enfermedades cerebro-vasculares ECV isquemias (85%) o hemorrágicas (15%)
- Traumatismo cráneo-encefálico que provoca hematoma epi o subdural, hemorragia subaracnoidea, hematoma intracerebral
- Tumores cerebrales: benignos o malignos, primarios o metastáticos
- Malformaciones arteriovenosas
- Aneurismas arteriales
- Infecciones del sistema nervioso central: meningitis, encefalitis, otitis
- Parasitosis: cisticercosis, toxoplasmosis.

#### **Manifestaciones clínicas más importantes:**

- Trastornos de la motilidad y tono muscular
- Pérdida o disminución de la movilidad voluntaria.
- Trastornos de la regulación del tono
- Aumento de la actividad refleja. (reflejos patológicos)
- Déficit en la inhibición de los músculos antagonistas
- Movimientos de tipo espástico

- Parálisis de los músculos de la cara (parálisis facial central)
- Trastornos de las reacciones de sostén, posición y equilibrio.
- Disminución de la sensibilidad superficial (presión, tacto, dolor temperatura)
- Trastornos de la sensibilidad profunda (posición, sensación de movimiento)
- Trastornos del esquema corporal (Alteración de la percepción de la verticalidad)
- Hemianopsia homónima (pérdida de la mitad del campo visual.
- Afasia motora. Compromiso de la expresión.
- Afasia sensorial. Imposibilidad de entender palabras
- Afasia anómica. Dificultad para encontrar la palabra adecuada
- Afasia mixta compromiso de la comprensión y la expresión.

## ***5.2 PARALISIS CEREBRAL Y DEFORMIDADES DE MIEMBRO SUPERIOR***

### **DESARROLLO ANORMAL DE LA FUNCION DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES**

Las deformidades del miembro superior inician con el puño cerrado, el pulgar en la palma debajo de los dedos flejados. A medida que el niño crece los dedos se abren primero, y a través de la maduración el pulgar se relaja fuera de la mano. Frecuentemente en los niños con hemiplejía, los dedos se extienden a los 2-3 años, y en los siguientes años el dedo pulgar se libera. De los 6-9 años el pulgar debe presentar su máxima abducción y la flexión de la muñeca pasa a ser la posición predominante<sup>3</sup>.

También se encuentra una flexión del codo con el antebrazo pronado desde la infancia.

En la adolescencia la pronación y la flexión del codo disminuye lentamente, sin embargo no resuelve totalmente.

En la infancia tardía y la adolescencia temprana, la deformidad del miembro superior se establece con la posición que va a mantener durante toda la vida; algunas contracturas en los dedos y en los flexores de la muñeca se pueden volver severas. Las contracturas progresivas son frecuentes en la cuadriplejía.

A través de la niñez, la evaluación se debe enfocar en la función actual, en la deformidad física en el contexto de su edad y las habilidades cognitivas.

### **EVALUACION DE LOS PACIENTES**

Una de las tareas más difíciles es determinar con precisión las habilidades funcionales para realizar actividades de la vida diaria que son apropiadas para la edad del niño.

Se puede realizar con una historia clínica apropiada, basada en el cuestionario realizado a los padres y si es posible, preguntarle a la terapeuta ocupacional del niño, para determinar tarea que están trabajando y las funciones que recientemente adquirió.

En niños pequeños, se debe preguntar a los padres sobre si el niño es capaz de sostener una taza, levantar comida con los dedos, pasar un juguete de una mano a la otra y mantener un papel o un crayón. Otra pregunta que hay que realizar es si el niño ignora una de sus extremidades o voluntariamente usa la extremidad.

En niños mayores valorar la habilidad de vestirse, asearse, peinarse, abotonarse la ropa, amarrarse los zapatos se vuelve aun más importante<sup>4</sup>. Estos niños puede avergonzarse para admitir algunas limitaciones y estas preguntas también debe ser realizadas a los padres por separado. También preguntar a cerca de las habilidades cognitivas y el desempeño escolar.

## EXAMEN FISICO

Un examen cuidadoso, se realiza con movimientos activos y pasivos de todas las articulaciones desde el hombro hacia la mano<sup>4</sup>. La evaluación de las contracturas musculares fijas, las contracturas musculares dinámicas, así como el reconocimiento de las contracturas articulares o subluxaciones y luxaciones.

Aunque la escala de *Ashworth* es subjetiva, da una evaluación del tono en la extremidad que se está examinando<sup>1</sup>.

Particular atención se da a las habilidades del niño de abducir y flexionar el hombro, extender el codo, supinar el antebrazo y extender la muñeca.

La capacidad de los niños de hacer una extensión activa de los dedos con la muñeca en una extensión pasiva proporciona medios de separar la falta de fuerza del extensor de la muñeca por contracción de los flexores de los dedos.

Si el niño es capaz de extender activamente los dedos con extensión de la muñeca a 20-30 grados, la función motora es buena, si los dedos no pueden ser extendidos activamente pero si pasivamente, la deficiencia en el patrón extensor es el problema. Si los dedos no se pueden extender pasivamente, la alteración es la retracción de los flexores de los dedos.

El pulgar se examina en abducción y en extensión, particular atención se presta a si la deformidad es un resultado de un grupo muscular espástico con una contracción fija<sup>5</sup>.

Se debe evaluar si la deformidad es el resultado de un grupo muscular que es espástico con una contracción fija y/o un grupo muscular opositor muy débil. Similar al examen de los dedos, el pulgar debe examinarse con la muñeca de 20 – 30 grados de dorsiflexión. La inhabilidad de abducir pasivamente el pulgar se refiere a una contractura de los aductores, aducción pasiva que no puede ser realizada activamente demuestra una deficiencia en el patrón abductor del pulgar.

La típica deformidad del dedo en la palma resulta de un retracción de los aductores, o retracción de los flexores o debilidad de los músculos extensores y /o de los abductores, de forma frecuente se observa una combinación de estos imbalances musculares.

La sensibilidad también tiene que ser evaluada cuidadosamente. La discriminación entre dos puntos (mayor de 15mm -20mm) es ideal para evaluar, pero es difícil de realizar en niños menores de 10 años. En estos niños es más fácil evaluar sensibilidad táctil, grafestesia, esterognosis y propiocepcion.

### **5.3 GUIAS PARA FIJAR METAS DE TRATAMIENTO**

Los padres usualmente se fijan en la extremidad superior hasta después que el niño ha logrado caminar. La función de la extremidad superior se convierte en una herramienta cuando se consideran las funciones motoras finas entre los 3 y los 5 años de edad y se centran en la función cuando entran a la escuela.

Los objetivos del tratamiento y las expectativas de la función de la extremidad superior se consideran de acuerdo a la edad, a la función cognitiva, la función física y los aspectos cosméticos.





*Paciente adolescente con hemiplejía, se evidencia rotación interna del hombro, flexión de codo, flexión de la muñeca y flexión de los dedos.*

#### NIÑEZ TEMPRANA: 0-6 AÑOS

El niño puede tener una espasticidad considerable tempranamente en el desarrollo, usualmente aumenta entre los 9 meses y los dos años. La disminución de la espasticidad ocurre en la niñez temprana con la maduración neurológica. Posterior al desarrollo de la coordinación motora gruesa, el objetivo debe estar planteado hacia la terapia ocupacional para desarrollar las habilidades.

Impulsar al niño para el uso de juguetes manuales, en las dos manos para que se desarrolle movimiento de la mano comprometida, especialmente como una mano de asistencia.

El uso de las férulas debe ser reducido a la noche, si presenta contracturas. Algunas férulas funcionales para el día como ortésis suaves de tipo oponente pueden ser útiles para mantener el dedo fuera de la palma.

#### NIÑEZ MEDIA: EDAD ENTRE 6-12 AÑOS

Los niños en esta edad generalmente maximizan la función motora gruesa, pero continúan desarrollando habilidades motoras finas. Ayudar a este paciente en actividades de la vida diaria, así como vestirse, asearse y alimentarse es muy importante para esta edad.

Estos niños se encuentran en una curva rápida de crecimiento las contracturas se empiezan a presentar. Las contracturas dinámicas se pueden tratar con toxina botulínica en los músculos afectados. La cirugía debe ser considerada para contracturas fijas.

En la mitad de este periodo, inician las preocupaciones acerca la apariencia estética de la extremidad.

## ADOLESCENCIA: 12 AÑOS Y MAYOR

La funcionalidad individual se enfoca en actividades de la vida diaria con actividades recreacionales en adolescentes jóvenes, actividades vocacionales y educacionales en adolescentes mayores. Este desarrollo puede ayudar a los individuos a ser independientes en la escuela.

Para algunos niños con un compromiso mayor, el uso de una ayuda para asistir la escritura y además aprender a operar un computador es muy útil. Tratar de forzar al niño en un molde predeterminado para el uso de la extremidad comprometida puede afectar su autoestima. Las cirugías pueden ser realizadas en esta edad y es importante comunicar a los padres las ganancias reales que pueden ser esperadas con cualquier cirugía. De otro lado, no se deben subestimar los beneficios de una mejoría en la apariencia cosmética de la extremidad comprometida.

Los logros globales deben ser individualizados después de una historia clínica detallada un examen físico y la valoración por un equipo interdisciplinario para dar expectativas reales a los pacientes y a los familiares<sup>3</sup>.

## **5.4 REALIDAD VIRTUAL**

La realidad virtual es definida como una experiencia en el computador que es tridimensional, inmersiva e interactiva y ocurre en un tiempo real.

Es un fenómeno que percibimos a través de los sentidos que se desarrolla en un espacio ficticio, es lo que llamamos la realidad virtual. Es un sistema interactivo que permite sintetizar un mundo tridimensional, creando una ilusión de realidad. La realidad Virtual es una técnica fotográfica de 360 grados, la cuál le permite al individuo moverse en diferentes direcciones, realizar acercamientos o alejamientos, teniendo el control absoluto de los movimientos ofreciendo un realismo de estar en el lugar.

Virtual, en informática, significa 'algo simulado', creado por un software para llevar a cabo determinado fin. La Realidad Virtual es considerada en muchos aspectos como la interfase definitiva entre los seres humanos y el computador. Básicamente consiste en simular todas las posibles percepciones de una persona, como imágenes, sonido, tacto e incluso sensaciones de aceleración o movimiento. Todas estas percepciones son presentadas de forma que el individuo se siente inmerso en un universo creado por el computador, teniendo la apreciación del entorno virtual como si fuera la realidad.

## USO DE LA REALIDAD VIRTUAL EN MEDICINA

La realidad virtual tiene múltiples aplicaciones en el área de la salud.

La educación médica está cambiando sus paradigmas del modelo basado en la experiencia a programas que requieren documentar las habilidades del estudiante. El objetivo primordial es lograr la práctica de destrezas en un ambiente seguro, antes de refinarlas en el mundo real con los pacientes. En el presente, el entrenamiento basado en la simulación es un prerrequisito para otro tipo de prácticas no médicas (aviación, sistemas nucleares e industrias del petróleo).

En la actualidad alrededor del mundo se está difundiendo el uso de los sistemas de realidad virtual para realizar entrenamiento en cirugía endoscópica de diferentes especialidades (ej. Cirugía general, vascular, ortopédica), tratamiento de trastornos mentales y en la rehabilitación de lesiones neurológicas (neurorrehabilitación).

## USO DE LA REALIDAD VIRTUAL EN NEURORREHABILITACION

La inclusión de la realidad virtual en los protocolos de rehabilitación de niños con lesión neurológica central específicamente en los que presentan parálisis cerebral, ha generado diversas expectativas a cerca de esta intervención innovadora en el área, buscando mejorar las competencias individuales y el desempeño motor de los niños. Diferentes estudios han mostrado que la realidad virtual permite al niño con esta patología, acceder a experiencias que de otra forma no podría realizar. Estos ambientes interactivos disponibles, ofrecen a los niños con parálisis cerebral la oportunidad de practicar y experimentar movimientos sin el temor a la vergüenza o el riesgo de lesión<sup>6</sup>. Esto puede reflejarse en una mejoría en las aptitudes motoras y quizás en el sentido personal de autosuficiencia. En un ambiente virtual el paciente puede ser rehabilitado en un ambiente seguro y controlado que permite simular actividades de la vida diaria, lo que permite realizar aplicaciones que evalúen este tipo de actividades. El objetivo es transferir las experiencias que se logran por medio del uso de la extremidad comprometida durante la rehabilitación con realidad virtual, a actividades de la vida diaria en el manejo de elementos externos dentro de un ambiente real o natural. También tiene la capacidad de ser dirigido a patologías específicas y de adicionar opciones de videojuego que además generan motivación en el paciente.

El desempeño motor de pacientes con alteraciones funcionales puede ser mejorado realizando entrenamiento con objetivos funcionales. Variaciones en la repetición de los movimientos y los ambientes enriquecidos juegan un papel importante en la motivación del paciente y en la intensidad y eficacia del movimiento. Este tipo de ambientes se conoce que mejoran algunas de las consecuencias del daño cerebral por medio de la estimulación del aprendizaje motor y de la plasticidad cerebral. Basados en este contexto se ha postulado que el entrenamiento y tratamiento de las funciones motoras utilizando la realidad virtual puede ayudar a restaurar la estructura y función cerebral<sup>7</sup>.

El aprendizaje de funciones en un individuo que tiene una alteración cortico motora se ha sugerido que está mediada por el sistema de “neuronas en espejo”. Esta hipótesis postula que las neuronas en espejo no solo están activas cuando el paciente ejecuta una acción, también se evidencia su actividad por medio del aumento de su tasa de descarga cuando el individuo observa, imagina o escucha la misma acción. La activación de este sistema incluye áreas frontales, parietales y temporales del cerebro, lo que puede inducir la reorganización cortical. Se piensa que el desarrollo de este sistema en los niños sustenta el aprendizaje motor y la función social en la vida diaria<sup>8</sup>.

Evidencia reciente basada en la práctica sugiere que la mayor ganancia en la función resulta de la práctica intensa con actividades especializadas, lo que indica que se requieren muchas repeticiones para promover la plasticidad cerebral. Autores como Huberty *et al* reportan que la adherencia a largo plazo al ejercicio está asociado a la autoestima y a la motivación dada por la capacidad de recrearse mientras se realiza el movimiento y su asociación con las actividades de la vida diaria. Los juegos de realidad virtual que son utilizados durante los protocolos de rehabilitación pueden motivar a los pacientes a realizar las actividades durante periodos de tiempo prolongados mientras se mejora la función<sup>9</sup>.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL**

Emplear un método de realidad virtual en los niños con hemiparesia con el propósito de reeducar los patrones motores del hemicuerpo comprometido y facilitar su utilización disminuyendo la incapacidad motora.

### **6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- A. Verificar la efectividad de un método de realidad virtual en la rehabilitación de patrones motores.
- B. Profundizar el conocimiento de la utilización de la realidad virtual en la Rehabilitación física.
- C. Capacitar los profesionales del área de la Rehabilitación en esta esfera de la investigación aún muy novel.
- D. Ganar experiencia en la utilización de interfases para la reeducación motora.

## **7. METODOLOGIA**

### **7.1 TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO GENERAL**

Se realizó una serie de casos con una evaluación previa y posterior a la intervención (sesiones de juego de realidad virtual) en los pacientes que asisten a la Fundación Hospital La Misericordia (Hospital Pediátrico de cuarto nivel) de la ciudad de Bogotá. La población a estudio fueron los pacientes con parálisis cerebral que presentaban como incapacidad motora hemiparesia, captados de la consulta y del servicio de hospitalizados.

Se propusieron como criterios de inclusión la edad entre 4 y 17 años, de género masculino o femenino, con un coeficiente intelectual normal o con un retardo mental leve, los pacientes podían continuar sus tratamientos farmacológicos y terapéuticos de rehabilitación (terapia ocupacional y/o terapia física).

La intervención propuesta fueron 6 sesiones de rehabilitación motora para miembro superior con el uso de juegos de deportes de realidad virtual utilizando el software del Nintendo Wii. Durante la sesión de 30 minutos se realizaban los movimientos del juego solo con la extremidad comprometida.

El instrumento de recolección de datos fue una historia clínica estandarizada que se diseño con el grupo investigador; la recopilación de datos y la evaluación inicial y posterior a la intervención las realizó un evaluador independiente al grupo investigador. En la historia clínica se solicitaban datos de identificación del paciente y de los padres, antecedentes prenatales, perinatales y posnatales, antecedentes de desarrollo y farmacológicos. Se describían los tratamientos a los cuales estaba sometido el paciente, el diagnóstico y se determinaba el lado hemiparético. Posteriormente en el examen físico se consignaron variables que evaluaban la espasticidad mediante la escala de *Ashworth modificada*, la valoración reflejos músculo tendinosos, la medición de fuerza mediante la escala del *Medical Research Council*, la cuantificación de los rangos de movilidad articular del lado comprometido en las articulaciones de hombro, codo, muñeca y mano. También se evaluaron los patrones motores integrales que se definen

como los movimientos integrados que permiten la manipulación de herramientas y materiales que se calificaban de acuerdo a la presencia o ausencia de los mismos mientras que los patrones funcionales que son el conjunto de movimientos encaminados a realizar actividades de la vida diaria, se valoraban como funcionales cuando realizaban del 80 al 100% del movimiento, semifuncionales del 50-80% del movimiento y no funcionales cuando realizaban menos del 50% del movimiento.

Como medida de clasificación se utilizó la escala MACS<sup>10</sup> por sus siglas en inglés (Manual ability classification System) que es un **Sistema de Clasificación de la Habilidad Manual para niños con Parálisis Cerebral** donde se evaluó la habilidad del niño para manipular objetos previo al inicio de la intervención y posterior al finalizar las sesiones; La escala MACS está validada al español<sup>11</sup> y califica el uso de las extremidades en actividades funcionales de I a V en donde el I se considera cuando el niño manipula objetos fácil y exitosamente y V en el caso que no manipule objetos y tiene habilidad severamente limitada para ejecutar aun acciones sencillas<sup>12</sup>.

Posterior a la intervención se les preguntó a los padres a cerca de su percepción sobre la mejoría del movimiento después de la sesiones de realidad virtual, datos que fueron consignados en el mismo formato.

Se realizó un consentimiento informado teniendo en cuenta las consideraciones éticas del trabajo y se solicitó autorización a los padres por medio del mismo instrumento para realizar videos y fotografías para ser utilizadas como parte del proyecto de investigación.

## **7.2 CONSIDERACIONES ETICAS**

Teniendo en cuenta las leyes por la cual se rige nuestra constitución, se seguirán los siguientes parámetros para la realización de este trabajo, por medio de la RESOLUCIÓN N° 008430 DE 1993 (4 DE OCTUBRE DE 1993):

Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

## **TITULO II**

### **DE LA INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS**

#### **CAPITULO I**

#### **DE LOS ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN EN SERES HUMANOS**

A nuestro trabajo se relaciona el ARTICULO 11. Para efectos de este reglamento las investigaciones se clasifican en las siguientes categorías:

b) Investigación con riesgo mínimo: Son estudios prospectivos que emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes consistentes en: exámenes físicos o psicológicos de diagnóstico o tratamientos rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, electrocardiogramas, pruebas de agudeza auditiva, termografías, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, recolección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes decíales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimientos profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml en dos meses excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios



*Fotografía tomada por UNIMEDIOS, Universidad Nacional de Colombia, durante una sesión de realidad virtual.*

sanos, pruebas psicológicas a grupos o individuos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico y registrados en este Ministerio o su autoridad delegada, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos que se definen en el artículo 55 de esta resolución.

En cuanto al consentimiento informado el **ARTICULO 16** se refiere a las investigaciones clasificadas de riesgo mínimo en su **PARÁGRAFO PRIMERO**. En el caso de investigaciones con riesgo mínimo, el Comité de Ética en Investigación de la institución investigadora, por razones justificadas, podrá autorizar que el Consentimiento Informado se obtenga sin formularse por escrito y tratándose de investigaciones sin riesgo, podrá dispensar al investigador de la obtención del mismo.

Se tomara en cuenta el **ARTICULO 28**. Las investigaciones clasificadas como de riesgo y sin beneficio directo al menor o al discapacitado, serán admisibles de acuerdo con las siguientes consideraciones:

**PARÁGRAFO PRIMERO. CUANDO EL RIESGO SEA MÍNIMO**

- a. La intervención o procedimiento deberá representar para el menor o el discapacitado una experiencia razonable y comparable con aquellas inherentes a su actual situación médica, psicológica, social o educacional
- b. La intervención o procedimiento deberá tener alta probabilidad de obtener resultados positivos o conocimientos generalizables sobre la condición o enfermedad del menor o del discapacitado que sean de gran importancia para comprender el trastorno o para lograr su mejoría en otros sujetos.

Teniendo en cuenta las normas que se deben seguir para realizar trabajos de investigación en salud se debe considerar que el trabajo **REALIDAD VIRTUAL PARA**

**REEDUCACION MOTORA DE NIÑOS CON DAÑO NEUROLOGICO**, se clasifica dentro de las investigaciones de **RIESGO MINIMO**, con pacientes con alteración motora, sin déficit cognitivo.

## 8. ANALISIS DE RESULTADOS

Los resultados con la intervención y la evaluación completa se obtuvieron en 9 pacientes aunque ingresaron al programa 12 pacientes, 3 de ellos no terminaron las sesiones de tratamiento.

Estos 12 pacientes se encontraron en un rango de edad de 5 a 17 años, el 83% correspondían al género masculino, en la distribución por diagnósticos etiológicos se observó que el 25% de ellos (3 pacientes) cursaron con eventos cerebro vasculares (ECV) isquémicos como causa de la hemiparesia. Los otros presentaron Encefalopatía Hipóxica Isquémica (25%), tumores cerebrales (25%), posoperatorio de cirugía antiepilepsia, síndrome de Sturge Weber y trauma cráneo encefálico (TCE) respectivamente (Tabla 1).

<b>N°</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Genero</b>	<b>Hemiparesia</b>	<b>Diagnóstico</b>	<b>Completó tratamiento</b>
1	9	Masculino	Derecha	Síndrome de Sturge Weber	Si
2	16	Masculino	Derecha	POP Qx antiepilepsia (2009)	Si
3	14	Masculino	Derecha	ECV isquémico (2006)	Si
4	9	Masculino	Izquierda	ECV isquémico (2001)	Si
5	17	Masculino	Derecha	ECV isquémico (2005)	Si
6	8	Masculino	Derecha	Encefalopatía hipóxica Isquémica	Si
7	12	Masculino	Derecha	Secuelas de TCE (2008)	No
8	8	Masculino	Izquierda	Sarcoma Frontal (2009)	No
9	8	Femenino	Derecha	Glioma Frontal (2009)	Si
10	5	Masculino	Derecha	Encefalopatía hipóxica Isquémica	Si
11	11	Masculino	Izquierda	Encefalopatía hipóxica Isquémica	Si
12	6	Femenino	Izquierda	Tumor Cerebral (2005)	No

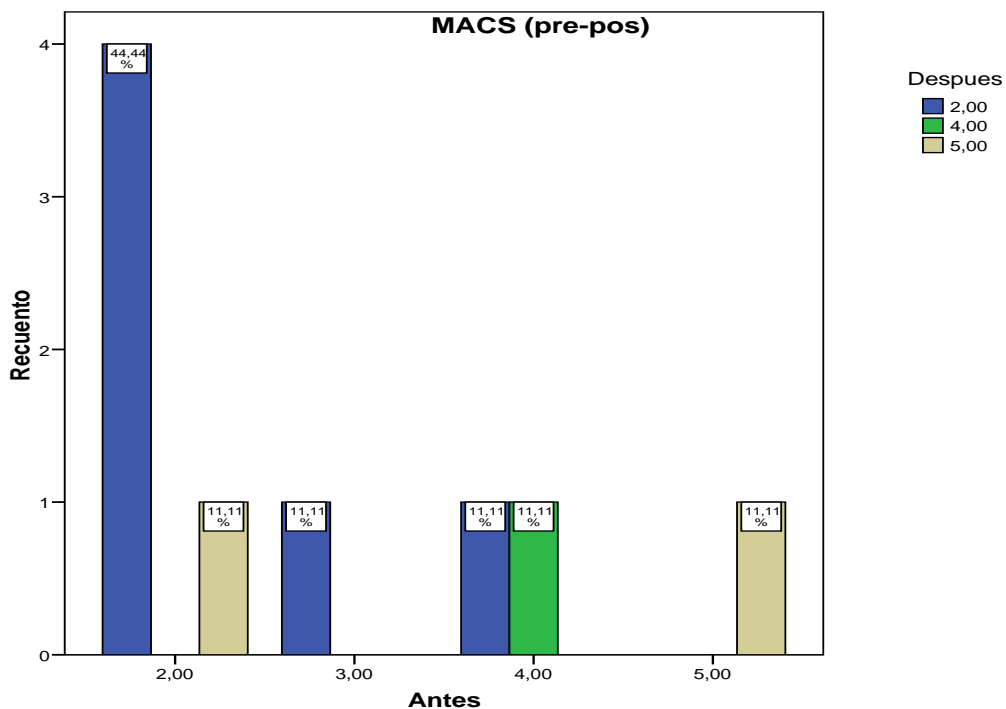
*Tabla 1. Distribución de la población.*

El análisis estadístico de los resultados obtenidos se realizó por medio de los programas Epi Info, SPSS y STATA.

Para analizar los efectos en la escala MACS se observaron los resultados antes y después del tratamiento, para la cual se utilizaron tablas de contingencias, dentro de lo observado se encuentra que la mayoría de personas tienden a conservar el estado inicial al final de la intervención, aunque se presentaron casos en los hubo mejoría (gráfica 1). Se obtuvieron 12 medidas diferentes de rango de movilidad para cada extremidad comprometida, se aplicó la prueba del Test de Wilcoxon para comparar los resultados

previos y posteriores a la intervención, encontrando mejoría en los rango de movimiento de adducción de hombro ( $p$  0,022), extensión de codo ( $p$  0,01), supinación de antebrazo ( $p$  0,04) (Tabla 2).

En cuanto a la medida del Ashworth se encontró una tendencia a la disminución de la espasticidad principalmente en los movimientos de hombro cuando previo a la intervención se observaba un Ashworth de 2. En el grafico 2 cada línea representa el Ashworth tanto el final y el inicial de cada sección analizada, en el podemos observar cuales secciones representan mejoría cuales son estables ante tratamiento y cuales tienden a no mejorar. La línea amarilla representa los resultados correspondientes a los resultados con Abducción hombro, podemos observar como resultados cero tienden a tener resultados cero, cuando se tiene un Ashworth 1 antes tienden a tener resultados cercanos a uno después del tratamiento y cuando se tiene resultados iniciales iguales a dos, estos tienden a tener resultados cercanos a 1 lo que indica que hay mejoría con el tratamiento para la abducción de hombro cuando se tienen Ashworth 2 antes de la intervención.



Gráfica 1. Resultados de la Escala MACS

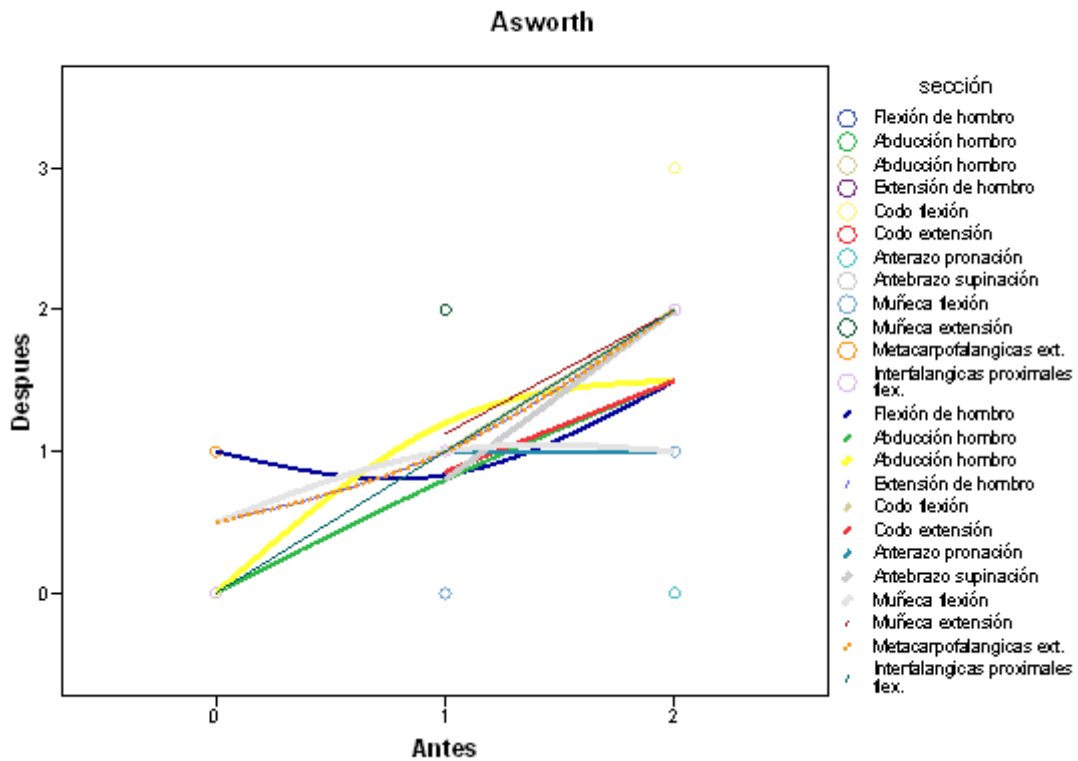
El 77% de los padres encuestados a cerca de la percepción de mejoría del movimiento de sus hijos informaron que su hijo mejoró después de la intervención con realidad virtual.

Los patrones funcionales y los patrones integrales no mostraron cambios en el análisis estadístico.



Rango de movimiento	de	Promedio previo	Promedio posterior	Valor p	Cambio desde el inicio
Abducción	de	150°	157,7°	0,24	7,7°
Adducción	de	8,8°	21,1°	*0,022	12,3°
Flexión de codo		127,2°	136,6°	0,12	9,4 °
Extensión de codo	de	135°	145°	*0,01	10 °
Supinación	de	24,2°	47,7°	*0,04	23,5°
Flexión de interfalángicas proximal	de	75°	80°	0,17	5°
Pronación	de	44,4°	49,4	0,3	5°

Tabla 2. Resultados de los rangos de movilidad articular previos y posterior a la intervención.



Gráfica 2. Resultados de la medición del Ashworth.

## 9. CONCLUSIONES

1. El sistema MACS es una medida de clasificación en la cual se tiene en cuenta la habilidad para manipular objetos, en los resultados se observó que aunque algunos pacientes presentaron mejoría en algunos rangos de movimiento a nivel proximal en la extremidad y disminución en el Ashworth eso no permitió que el niño mejorara el nivel y la tendencia de los pacientes fue a que el MACS quedara igual.
2. La percepción de los padres aunque es una medida subjetiva, es importante porque son los evaluadores diarios del paciente y pueden decir en qué movimientos ha mejorado la utilización de la mano durante las actividades de la vida diaria.
3. En este momento no podríamos dar un resultado cuantitativo respecto a la utilidad de la realidad virtual por el tipo de trabajo, sin embargo la inclusión de la realidad virtual en los protocolos de rehabilitación a nuestro concepto es apoyado por los resultados encontrados con tendencia hacia la mejoría y de otras variables observadas durante la práctica de las sesiones como la motivación y mejoría en la autoestima para realizar el tratamiento que es fundamental para que los pacientes cumplan con los objetivos pactados durante la rehabilitación.

*Implicaciones e impacto en la Medicina de Rehabilitación:* Continuar explorando el potencial de la realidad virtual como herramienta de asistencia tecnológica para desarrollar procesos de neurorrehabilitación en niños, realizando ensayos aleatorizados, con una muestra que cuente con un mayor número de pacientes.

# MACS

## Que necesita saber para usar MACS?

La habilidad del niño para manipular objetos en actividades diarias importantes, por ejemplo durante el juego y tiempo libre, comer y vestir.

En que situación es independiente el niño y que cantidad de soporte y adaptación necesita?

- I. **Manipula objetos fácil y exitosamente.** En su mayoría, limitaciones en la facilidad para la realización de tareas manuales que requieren velocidad y agudeza. Sin embargo ninguna limitación en habilidades manuales, sin restricción de la independencia en las actividades diarias.
- II. **Manipula la mayoría de los objetos pero con un poco de reducción en la calidad y/o velocidad del logro.** Ciertas actividades pueden ser evitadas o ser obtenidas con alguna dificultad; pueden emplearse formas alternativas de ejecución de las habilidades manuales, usualmente no hay restricción en la independencia de las actividades de la vida diaria.
- III. **Manipula los objetos con dificultad; necesita ayuda para preparar y/o modificar actividades.** La ejecución es lenta y los logros con éxito limitado en calidad y cantidad. Las actividades son realizadas independientemente si estas han sido organizadas o adaptadas.
- IV. **Manipula una limitada selección de objetos fácilmente manipulables en situaciones adaptadas.** Ejecuta parte de las actividades con esfuerzo y con éxito limitado. Requiere soporte continuo y asistencia y/o equipo adaptado aún para logros parciales de la actividad.
- V. **No manipula objetos y tiene habilidad severamente limitada para ejecutar aún acciones sencillas.** Requiere asistencia total.

### Distinciones entre Niveles I y II

Los niños en Nivel I tienen limitaciones en la manipulación de objetos muy pequeños, pesados o frágiles que demandan un control motor fino minucioso, o excelente coordinación en manos. Las limitaciones pueden también involucrar la ejecución en situaciones nuevas y desconocidas. Los niños en el nivel II ejecutan casi las mismas actividades que los del Nivel I, pero la calidad de la ejecución es menor o la ejecución es mas lenta. Las diferencias funcionales entre las manos pueden limitar la efectividad de la ejecución. Los niños en el nivel II comúnmente tratan de simplificar la manipulación de los objetos, por ejemplo usando una superficie para soporte, en vez de manipular los objetos con ambas manos.

### Distinciones entre Niveles II y III

Los niños en el nivel II manipulan la mayoría de los objetos, sin embargo la calidad de la ejecución es lenta o reducida. Los niños en el Nivel III comúnmente necesitan ayuda para preparar la actividad y/ requieren ajustes en su ambiente debido a que su habilidad para alcanzar y manipular objetos está limitada. Ellos no pueden ejecutar ciertas habilidades y su grado de independencia está relacionado al soporte en el ambiente

### Distinciones entre Niveles III y IV

Los niños en el nivel III pueden ejecutar actividades seleccionadas si la situación es preparada de antemano y si tienen supervisión y tiempo suficiente. Los niños en el Nivel IV necesitan ayuda continua durante las actividades y participar en el mejor de los casos solo en partes de una actividad.

### Distinciones entre Niveles IV y V

Los niños en el Nivel IV ejecutan parte de una actividad, sin embargo necesitan ayuda continuamente. Los niños en el nivel V pueden quizá participar con un simple movimiento en situaciones especiales, por ejemplo presionando un botón sencillo.

## BIBLIOGRAFIA

- 
- <sup>1</sup> Pharmacologic Management of Spasticity in Cerebral Palsy. J.F. Mooney. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 23:679–686 2003.
  - <sup>2</sup> The HELP guide to Cerebral Palsy. N. Berker, S. Yalcin. 2005.
  - <sup>3</sup> Cerebral Palsy. Freeman Miller. 2005
  - <sup>4</sup> Assesment of spasticity in pediatric patients. I. Hodgkinson, C. Berard. *Operative Techniques in Neurosurgery* 7:109-112. 2005
  - <sup>5</sup> Pre and postsurgical evaluation of the hand function in hemiplegic cerebral palsy: exemplar cases. K. Wesdock, K. Kott. *Journal of hand therapy*. 21:386–97, 2008.
  - <sup>6</sup> The influence of virtual reality on playfulness in children with cerebral palsy: A pilot study. D. Reid. *Occupational Therapy International*, 11(3), 131-144, 2004.
  - <sup>7</sup> Virtual reality-based paediatric interactive therapy system (PITS) for improvement of arm and hand function in children with motor impairment—a pilot study. D. Willie, K. Eng. *Developmental Neurorehabilitation*, February 12(1): 44–52. 2009.
  - <sup>8</sup> Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation. A Pilot Randomized Clinical Trial and Proof of Principle. G. Saposnik, R. Teasell. *Stroke* 41:1477-1484. 2010.
  - <sup>9</sup> Game-based telerehabilitation. B. Lange , sheryl m. Flynn , a. A. Rizzo *Eur j phys rehabil med*. 45:143-51. 2009.
  - <sup>10</sup> The Manual Ability Classification System (MACS) for children with Cerebral Palsy. A. C. Eliasson. *Developmental Medicine and Child Neurology*; 48: 549-554. Jul 2006.
  - <sup>11</sup> Manual Ability Classification System Sistema de Clasificación de la Habilidad Manual para niños con Parálisis Cerebral. Fabiola Barron. 2005.
  - <sup>12</sup> Reliability of the Manual Ability Classification System for Children with Cerebral Palsy. C. Morris; *Developmental Medicine and Child Neurology*;48: 950-953. Dec 2006;