

EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN MOTORA DE MIEMBRO SUPERIOR

Evaluation of upper limb motor function

Mónica Yamile Pinzón Bernal*

 <https://orcid.org/0000-0003-4678-2346>

Resumen. La evaluación de la función motora de miembro superior va a permitir conocer las interacciones que se producen durante la ejecución de agarres y alcances considerando los elementos globales en la producción y retroalimentación del movimiento. Metodología: Se efectuó una revisión documental usando como términos clave de búsqueda los términos DeCs: “Actividad motora”; “Evaluación. Extremidad superior”; “Hemiplejía”; “Mano”. A partir del rastreo de literatura encontrada y la búsqueda en referencias bibliográficas disponibles se presenta la compilación de la información dando elementos para la apreciación y calificación del movimiento de hombro, codo y mano. Resultados: La función motora de miembro superior va a depender de diferentes atributos del movimiento corporal humano dónde se debe considerar el aspecto biomecánico, neural y cognitivo. Discusión: Una apropiada función de miembro superior va a permitir la ejecución y cumplimiento de las actividades de la vida diaria que involucran la manipulación de objetos, la ejecución de pinzas y agarres.

* *Universidad Autónoma de Manizales*

✉ myamile@autonoma.edu.co

Cita este capítulo

Pinzón Bernal MY. Evaluación de la función motora de miembro superior. En: Ordóñez Mora LT, Sánchez DP, editoras científicas. Evaluación de la función neuromuscular. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 169-194.

Palabras Clave: actividad motora, evaluación, extremidad superior, hemiplejía, mano, DeCs.

Abstract. The evaluation of the motor function of the upper limb will allow to know the interactions that occur during the execution of grabs and reaches considering the global elements in the production and feedback of the movement. Methodology: A documentary review was carried out using the terms DeCs as key search terms: "Motor activity"; "Evaluation. Upper extremity"; "Hemiplegia"; "Hand". From the search of the literature found and the search of available bibliographic references, the compilation of the information is presented, giving elements for the appreciation and qualification of the movement of the shoulder, elbow and hand. Results: The motor function of the upper limb will depend on different attributes of human body movement where the biomechanical, neural and cognitive aspect must be considered. Discussion: An appropriate upper limb function will allow the execution and fulfillment of the activities of daily life that involve the manipulation of objects, the execution of pincers and grips.

Keywords: Motor activity, Evaluation, Upper extremity, Hemiplegia, Hemiplegia, Hand, DeCs.

La función motora es un atributo transversal a diferentes funciones del sistema nervioso central y a la interacción con otros sistemas, que refleja la capacidad de aprender un movimiento y realizarlo de manera coordinada con una eficiente relación en tiempo y espacio. Específicamente, para la función de miembros superiores es una actividad con gran nivel de complejidad, la cual permite describir los procesos necesarios para el alcance, agarre y manipulación.

El objetivo de este capítulo es describir los test y medidas que son más utilizados en la actualidad a nivel internacional, para el examen de la función motora de miembro superior, en pediatría y en adultos, con énfasis en procesos de examen en condiciones neurológicas especialmente para la parálisis cerebral y la hemiparesia, por tener importancia e impacto epidemiológico a nivel mundial.

FUNCIÓN MOTORA

Según la Asociación Americana de Fisioterapia (APTA), “la función motora es la capacidad de aprender o demostrar la ejecución hábil y eficiente, el mantenimiento y el control de posturas voluntarias y patrones de movimiento” (1).

El fisioterapeuta utiliza medidas y tests para evaluar la debilidad, la parálisis, los patrones y posturas de movimientos disfuncionales, la sincronización anormal, la coordinación deficiente, la torpeza y la capacidad del individuo para controlar las posturas y los patrones de movimiento voluntarios. Las respuestas monitoreadas en reposo, durante la actividad y después de la actividad pueden indicar la presencia o la gravedad de una deficiencia, la limitación de la actividad o la restricción de participación (1).

Así mismo, se considera la función motora como un término general para describir cualquier actividad o movimiento que se realice por intermedio de las neuronas motoras y la comprensión básica de sus procesos (2). Involucra un complejo set de actividades neurológicas y mecánicas que gobiernan la postura y el movimiento, como los patrones de evolución primaria de tipo reflejo, que prevalecen temprano durante el desarrollo y la generación de habilidades motoras, aprendidas a través de la interacción y exploración del entorno; requiere práctica y retroalimentación constante, como variables que definen el aprendizaje motor y el desarrollo de las habilidades y destrezas. La información sensorial es necesaria para guiar el movimiento y generar la forma para desarrollar un programa motor, cuya producción resulta de la representación cortical coordinada de secuencias de movimiento. Por tanto, la función motora involucra la interacción del control y el aprendizaje motor, y su estudio permite reconocer los procesos necesarios para la recuperación de la función y los aspectos relacionados con la alteración del Sistema Nervioso Central (SNC) que generan diversidad de deficiencias, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación (2).

A nivel de los miembros superiores, las manifestaciones comunes del deterioro de la función motora incluyen debilidad o contractura muscular, cambios en el tono muscular, laxitud articular y control motor

deficiente. Estas deficiencias inducen a limitaciones en actividades comunes como alcanzar, recoger y aferrarse a objetos (3).

El examen de la función motora es un proceso multifactorial que requiere, además de un análisis observacional, el uso de pruebas de tipo cualitativo y cuantitativo que permitan la selección del mejor proceso de intervención, debido a que es transversal a diferentes aspectos de la motricidad humana y donde pueden interferir el estado de conciencia, la atención, la integridad sensorial, el tono muscular y la integridad refleja, el desempeño muscular, el control de postura y el balance, para la ejecución adecuada de patrones de movimiento.

FUNCIÓN MOTORA Y MIEMBROS SUPERIORES

La función de los miembros superiores y específicamente la mano se da gracias a la conjunción de múltiples sistemas (4), con una compleja actividad de cada uno de ellos, dada no solamente por la conformación y arquitectura de su estructura, sino por el proceso de desarrollo neurológico, la maduración fisiológica y el desarrollo de patrones motores aprendidos y del control motor (5).

En este sentido, la mano del hombre en su engranaje, es un segmento lógico y adaptado a sus funciones que genera un sin número de alternativas de movimientos y acciones que le han permitido casi la perfección debido a su organización neuromuscular y capacidad de expresión, lo que se traduce en movilidad (6,7), funciones atribuidas a la evolución de los sistemas corticales, tanto a nivel motor como sensorial. Es así, como la función perceptivo táctil de la mano integra la información de órganos sensoriales terminales como los propioceptores, que facilitan la acción coordinada de músculos agonistas y antagonistas, situación que permite la capacidad de las extremidades superiores de alcanzar y agarrar objetos, generando además una interacción comunicativa con el objeto que es transmitida a través de la mano, junto con el procesamiento motor necesario para planificar y ejecutar la actividad, dándole la connotación de un órgano motor (5),(8,9).

Diversas investigaciones realizadas en niños muestran una marcada relación entre la función motora global y la función manual carga-

da de intencionalidad, la cual requiere la interacción de múltiples subsistemas, organizados en tiempo real, con el fin de satisfacer las necesidades de la tarea y las demandas del entorno, pudiéndose afectar en cualquier parte del desarrollo debido a cambios como los producidos por una lesión encefálica (10). Sin embargo, Darrah et al., en un estudio realizado en Canadá encontraron que no necesariamente hay una relación directa entre el desarrollo de la función motora gruesa con la fina, ya que siguen diferentes trayectorias del desarrollo; no obstante, existe una fuerte tendencia a superponerse la evolución de ambas funciones motoras lo que impacta en el desarrollo general infantil (11).

El proceso de la función de la mano se va madurando y perfeccionando, especialmente durante los dos primeros años de vida, donde se perfilan las formas del alcance y se va tipificando la velocidad, la trayectoria y los alcances a las formas típicas del adulto al final de esta etapa; por tanto, se considera que a partir de esta edad ya se cuenta con gran parte del desarrollo de la función básica motora manual (12). Así mismo, el desarrollo de la función manual y el logro de las habilidades motoras finas, requieren la coordinación de todos los elementos de la corteza cerebral, donde la corteza parietal juega un papel determinante que implica la interacción de la cognición y el uso de la función ocular, lo que permite una adecuada relación entre los ojos y el objeto, denominado como coordinación oculomanual que regula la mano en tiempo y espacio, asociando los movimientos de la cabeza para la ejecución durante una fases de trabajo como el movimiento ocular, el movimiento cefálico y el movimiento de la extremidad (4). Como resultado de esta función avanzada resulta el alcance, el agarre, la manipulación y la liberación manual, aspectos que requieren una codificación somatosensorial exacta dada por los mecanorreceptores cutáneos y la información de señales dirigidas hacia la corteza somatosensorial y la recuperación de la información sensorial con los programas motores, para la generación de la respuesta. Las imágenes 6.1 muestran diferentes tipos de agarres.

Imagen 6.i. Tipos de agarres.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Por todo lo anterior, lesiones posteriores a los dos años permiten identificar programas motores ya estructurados sobre la función manual, lo que no sucede con alteraciones previas o sufridas en la vida fetal que afectan el funcionamiento cerebral, como podría ser una parálisis cerebral (PC), espectro de signos y síntomas que serán con importancia desplegados en este capítulo, ya que se considera como la condición de salud sombrilla, dado su alcance en cuanto a alteraciones de la función motora se trata.

ALTERACIONES DE LA FUNCIÓN MANUAL EN PARÁLISIS CEREBRAL

Estudios realizados sobre la función motora de alcance y manipulación en niños con PC, especialmente en niños con hemiparesia o compromiso unilateral, muestran que estos niños presentan dificultades en el agarre y la precisión de la función manual dada por problemas en la ejecución motora, la integración sensoriomotora, y la planificación y coordinación bimanual, más allá de las destrezas; sin embargo, no es clara la afectación debido a la diversidad de la expresión de la deficiencia motora y el origen de las alteraciones (13, 14). En estos estudios se ha demostrado que los niños con PC de tipo hemiparesia, sobre todo espástica, presentan grandes problemas en la planeación motora del miembro más afectado con relación al menos afectado, alteraciones para generar carga de peso, problemas de anticipación y deficiencia en el desempeño muscular; sin embargo,

parece existir una leve transferencia de las afectaciones de la extremidad más afectada hacia la menos afectada, especialmente para el proceso de anticipación, afectando en mayor medida su compromiso funcional y la integración bilateral.

Según estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el marco de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud CIF, demuestran que las alteraciones de la función manual, más allá de afectar la dimensión de estructuras y funciones corporales, compromete las actividades y la participación, debido a que las funciones de las manos no son únicamente para éstas sino, que tienen implicaciones en la función global del individuo y especialmente en la función social, que no puede reducirse únicamente a la función manual (14). Específicamente las alteraciones en los niños con PC, relacionadas con déficits en los tractos corticoespinales, generan compromiso de la fuerza muscular, el control motor coordinado, e incapacidad de ejecutar una tarea, o sea todo lo relacionado con las habilidades manuales como comer, beber y todas las actividades instrumentales que estén relacionadas con los dominios de autocuidado y actividad; por tanto, estas son los principales aspectos a examinar.

Así, las limitaciones en la función manual son comunes en todos los tipos de PC, pero las características de la discapacidad dependen del grado de compromiso; por ello, el uso de la clasificación de la función manual es útil para determinar las características de la capacidad de realizar actividades instrumentales de la vida diaria dentro y fuera del hogar y muy especialmente en el ámbito escolar; además que es útil para la toma de decisiones clínicas relacionadas con el tipo de intervención que se realizará de acuerdo al grado de complejidad (15).

ESCALAS DE MEDICIÓN DE LA FUNCIÓN MANUAL EN PARÁLISIS CEREBRAL

La función motora manual de los niños con PC varía de acuerdo a su clasificación y patología subyacente, teniendo en cuenta además que aunque la lesión en el sistema nervioso es estática, las alteraciones de tipo musculoesquelético son progresivas, llevando a contracturas, acortamientos y marcada debilidad, donde la espasticidad es la res-

ponsable de dichas alteraciones en la mayoría de los casos, llevando a deformidades, presencia de dedo cortical y limitación funcional (16). Es por ello, que el examen de la función motora manual en los niños con PC debe realizarse temprano, entre los 3 y 4 meses, y ser consecutiva a la evaluación a otras funciones y estructuras corporales. Se deben tener en cuenta aspectos como examen de:

- Los músculos espásticos.
- Desempeño de músculos agonistas y antagonistas.
- Determinación del grupo muscular más débil.
- Verificación del control motor global de la extremidad.
- Actitud postural de la mano.
- Reconocimiento del tipo de deformidades.
- Realización de actividades simétricas con las manos.

Múltiples investigaciones muestran un gran número de test y medidas que se pueden utilizar para examinar la función motora de la mano de los niños con PC; sin embargo, las más sobresalientes a nivel de la literatura son la escala de House Functional classification system (17), la clasificación de la deformidad de la pronación de Gschwind y Tonkin (18), la clasificación de Zancolli para deformidad de la muñeca y los dedos (19) y la clasificación comprensiva de la deformidad de los dedos, todas aplicadas para el caso de la valoración musculoesquelética. De otra parte, existen otros sistemas de valoración de la función manual en los niños con PC, como la Hand Assessment for Infants (HAI) aplicada para lactantes entre los 3 y 12 meses de edad con factores de riesgo predictores de la PC (20), la Assisting Hand Assessment que evalúa la función motora en niños con hemiplejía (21) y el Mini-assisting hand assessment utilizado en niños menores de 18 meses (22).

Una revisión sistemática realizada por Wagner et al., muestra que la evaluación clínica de la función motora manual en pacientes con PC ha tenido importantes avances en los últimos tiempos, dado que el desarrollo en pruebas psicométricas para el establecimiento de instrumentos de evaluación adecuados, en su revisión encontró que las pruebas internacionales más utilizadas son: Assisting hand assessment, Box and Block test, House scale, Jeben Taylor Hand Function Test, Melbourne

Assessment of Unilateral Upper Limb Function, Quality of Upper Extremity Skills Test, Shriners Hospitals Upper Extremity Evaluation, Pediatric Evaluation of Disability Inventory, WeeFim, ABILHAND-Kids Activities Scale, Life Habits Assessment, Manual Ability Classification System, Pediatric Outcomes Data Collection Instrument, Pediatric Quality of Life Inventory–Cerebral Palsy Module, Canadian Occupational Performance, Measure Goal Attainment Scaling (23) siendo una de las más utilizadas el MAC'S (24) no solamente por su facilidad en la aplicación, sino además por su posibilidad de uso en el idioma español.

REVISIÓN DE LAS ESCALAS

Sistema de clasificación de la habilidad manual para niños con Parálisis Cerebral MAC'S

El MAC'S reseña cómo los niños con PC utilizan sus manos durante la manipulación de objetos en la realización de actividades de la vida diaria; está descrita en 5 niveles que se basan en la capacidad del niño para autoiniciar la destreza en la manipulación de elementos y su necesidad de asistencia o adaptación para realizar actividades manuales en la vida cotidiana ⁴.

La MAC'S describe además, las diferencias entre los niveles a los que corresponda la capacidad del niño para poder usar sus manos; es válido su uso para todos los tipos y subclasificaciones de la PC y evalúa la capacidad de usar los objetos o elementos que de acuerdo a la edad sean relevantes para su uso y para realizar tareas tales como vestirse, bañarse, jugar, comer y escribir. Por tanto, se trata de evaluar la relación que existe del uso de objetos con el espacio personal y no aquellos que no estén cerca de él, ni implica en su clasificación el uso de objetos que corresponden a tareas avanzadas como tocar un instrumento; utiliza la evaluación de la actividad cooperativa entre las dos manos y no de manera unilateral. Este sistema permite clasificar la función de los niños, de manera tal que se puedan delimitar sus resultados para establecer metas de trabajo, generar actividades en grupo y clasificar a los niños de acuerdo a su rendimiento en la función manual; no dife-

4 <http://www.macs.nu/>.

rencia entre la función de una mano y la otra y generalmente coincide con el sistema de clasificación de la función motora GMFCS (Gross Motor Function Classification Systems).

Las metas de la clasificación dependen de la edad del niño, por tanto, las habilidades por grupos de edad son diferentes, atribuyendo a cada rango un nivel de complejidad y uso instrumental diferente, donde el niño menor requiere mayor supervisión que el niño de mayor edad, para lo cual se usa una escala ordinal distribuida de forma igual en cinco niveles por edades; existe la clasificación MAC'S para los niños entre los 4 y 14 años y la clasificación Mini-MAC'S para los niños entre los 0 y 4 años de edad, teniendo en cuenta el uso de sus manos para manipular objetos en el hogar, la escuela y la comunidad; además que permite detectar en qué situaciones lo realizan mejor (25).

El MAC'S no es un examen que se aplique al niño sino es el resultado de un análisis que se realiza, donde el papel de los padres o cuidadores es fundamental. La siguiente tabla muestra la clasificación de la habilidad motora manual determinada por la MAC'S.

Tabla 6.1. Clasificación del MAC'S.

NIVEL DE CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
NIVEL I	<i>Maneja objetos fácilmente y con éxito. Algunas limitaciones para realizar manuales que requieren alta precisión y velocidad</i>
NIVEL II	<i>Manipula la mayoría de los objetos, pero con una calidad o velocidad de logro algo reducido. Puede evitar realizar algunas tareas o usar formas alternativas de desempeño</i>
NIVEL III	<i>Manipula objetos con dificultad, necesita ayuda para manipular, preparar o modificar algunas actividades</i>
NIVEL IV	<i>Manipula una selección limitada de objetos fáciles de manejar en situaciones adaptadas y requiere un soporte continuo</i>
NIVEL V	<i>No manipula objetos y tiene una habilidad de desempeño severamente comprometida incluso en acciones simples y requiere asistencia total</i>

Fuente: Modificado de Eliasson A-C (25)

Con relación a las diferencias de los niños del nivel I y II, los niños del nivel I tienen limitación para la manipulación de objetos muy pequeños, pesados o frágiles que sugieren un control motor fino muy preciso y mucha coordinación, mientras que los niños del nivel II ejecutan casi que las mismas actividades, pero la calidad de la ejecución defiere del patrón adecuado de movimiento y es un poco más lento de lo habitual para esa actividad; las diferencias funcionales entre las manos pueden afectar la efectividad en la ejecución de la tarea, por lo que tratan de simplificarla. Las diferencias entre la clasificación de los niveles II y III radica en que los niños del nivel II manipulan casi todos los objetos, pero con calidad y velocidad reducida y los niños del nivel III requieren ajustes para poder realizar los movimientos, especialmente porque tienen dificultades para el alcance y la manipulación.

Los niños del nivel III pueden ejecutar las actividades seleccionadas si la situación es previamente preparada u organizada y requieren supervisión, mientras que los niños del nivel IV necesitan ayuda continua durante las actividades y sólo son capaces de realizar una actividad. En el nivel IV los niños requieren ayuda constante para sus actividades, mientras los niños del grupo V no son capaces de hacer manipulación alguna, salvo que puedan ser entrenados para hacer uso de botones de mandos en el caso de tecnologías de asistencia o sostener, con una mínima posibilidad, algunos objetos sencillos.

ABILHAND - KIDS

Este test evalúa la habilidad manual de los niños con PC percibida por los padres y su capacidad de realizar actividades de la vida diaria teniendo en cuenta los dominios de la CIF en 21 ítems; da la posibilidad de calificarlo con tres opciones de respuesta que son imposible, difícil o fácil e involucra actividades bimanuales (26). Las actividades se presentan en un orden aleatorio y el evaluador debe seleccionar una de las diez listas de actividades al azar con posibilidad de tener acceso gratuito a la evaluación on-line aplicado para niños entre los 6 y 15 años de edad; los ítems se puntúan una vez se termine la tarea determinando la sumatoria lineal del cuestionario seleccionado.

ASSISTING HAND ASSESSMENT

La evaluación de la asistencia de la mano es un sistema en el que a través de una grabación se determina el uso bilateral de las manos para niños con hemiparesia entre 18 meses y 12 años. Para los niños hasta los 5 años se usan juegos libres, mientras que los niños entre los 5 y los 12 años deben participar de un juego de mesa, ambos dirigidos por el terapeuta, mientras se graba el video para poder ser puntuado al final, describiendo 22 ítems para uso de las manos en actividades como, uso general, uso de un brazo, liberación, agarre fino, ajuste motor, coordinación, ritmo y rendimiento, puntuados en una escala de 1 a 4.

- 1= no funciona
- 2= ineficaz
- 3= algo efectivo
- 4= efectivo

El puntaje acumulado de los 22 ítems genera un puntaje bruto que luego es convertido en un puntaje porcentual. Su uso no es libre y puede ser consultado en el enlace al final de la página ⁵.

ASK escala de actividades para niños

Esta escala es desarrollada para evaluar las limitaciones en la actividad manual de los niños entre los 5 y 15 años de edad con alguna condición de tipo musculoesquelética, inclusive asociada con PC, el cual sirve para monitorizar actividades y cambios generados con el tiempo, de manera tal que se pueda hacer una toma de decisiones clínicas para las intervenciones terapéuticas. Contiene 30 ítems a calificar representados en 7 dominios para cuidado personal, vestimenta, otras habilidades relacionadas, juegos, habilidades permanentes, y transferencias, teniendo en cuenta tanto capacidad como desempeño para estas dimensiones relacionadas en actividades de la casa, juego, escuela y durante el recreo (27).

5 <http://www.ahanetwork.se/>

ESCALAS ESPECIALES DE VALORACIÓN NEURO-ORTOPÉDICA EN MIEMBRO SUPERIOR

En la tabla 6.2 se observan algunas de las escalas que involucran el componente neurológico y ortopédico en la evaluación.

Tabla 6.2. Evaluación neuro-ortopédica de la extremidad superior en PC.

Nombre de la escala	Usos	Sistema de Calificación
<p>Escala de calificación de la función manual de Zancolli (19)</p>	<p>Evalúa los patrones de agarre y liberación entre la muñeca y los dedos en las manos espásticas de los niños con PC</p>	<p>1. Pueden extender la muñeca más de 20° con los dedos extendidos.</p>
		<p>1. a. Pueden extender la muñeca entre 0 – 20° con los dedos extendidos</p> 
		<p>1. b. Pueden extender la muñeca entre 10 y 20° con los dedos extendidos</p>
		<p>2. a. Pueden extender la muñeca con el dedo flexionado. Los dedos también se pueden extender, pero con más de 20° de flexión de la muñeca.</p>
		<p>2. b. No pueden extender la muñeca con el dedo flexionado. Los dedos se pueden extender, pero con más de 20° de flexión de muñeca</p>
		<p>3. Imposible extender la muñeca y los dedos</p> 

Nombre de la escala	Usos	Sistema de Calificación
Clasificación de la deformidad en pronación de Gschwind y Tonkin (18)	<i>Clasifica la deformidad en posición prono del antebrazo y las recomendaciones para procedimientos quirúrgicos</i>	<i>Grupo 1: Supinación activa desde la posición neutra.</i>
		<i>Grupo 2: Supinación activa iniciando un poco después de la posición neutra.</i>
		<i>Grupo 3: No hay supinación activa, permite la movilidad completa de manera pasiva</i>
		<i>Grupo 4: No hay ni supinación activa ni pasiva</i>
Clasificación de las deformidades del pulgar en PC (28)	<i>Clasifica la deformidad del dedo pulgar relacionada con la espasticidad</i>	<i>Tipo I: Aducción metacarpo (MC) del pulgar</i>
		<i>Tipo II: Aducción MC con flexión metacarpofalángica (MCF) del pulgar</i>
		
		<i>Tipo III: Aducción MC con MCF hiperextendida en deformidad</i>
		<i>Tipo IV: MC aducida con MCF flexionada</i>
		
<i>Tipo V: Interfalángica proximal (IP) con ligera flexión MC</i>		
<i>Tipo VI: Debilidad de extensores del dedo con marca espasticidad</i>		

Fuente: elaboración propia, 2019.

ALTERACIONES DE LA FUNCIÓN MANUAL EN LA HEMIPARESIA

La hemiparesia es el resultado de una alteración de la neurona motora superior, la cual puede provocar una serie de trastornos motores, sensitivos y alteraciones neurocognitivas como apraxia, afasias y heminegligencias (29, 30). Dichas consecuencias son producto de diferentes causas, como los eventos cerebrovasculares que pueden ser de origen trombótico o hemorrágico, el trauma craneoencefálico, enfermedades hereditarias, infecciones y en menor caso de patologías neoplásicas, entre otras (31). La hemiparesia, se caracteriza por presentar diferentes alteraciones en los sistemas de acción, produciendo manifestaciones clínicas relacionadas con las áreas encefálicas lesionadas, estando relacionada la debilidad muscular y las sinergias anormales de las extremidades con alteraciones de la corteza motora (4).

Para el caso de las personas con hemiparesia, las alteraciones de la función manual subsiguientes al evento cerebrovascular, se enlazan con déficit en los procesos neuromotrices de ejecución y esquematización de secuencias motoras adecuadas, incapacidad de realizar procesos de anticipación y de retroalimentación, asimetrías, discronometrías, y déficit en el desarrollo de patrones motores por la presencia de sinergias anormales de las extremidades que se suman como consecuencia de la espasticidad, afectando la anteroalimentación previa a la realización de tareas; sumado a esto aparece alteración a nivel de la propiocepción y kinestesia (6). Así mismo, se afecta la biomecánica y control neuromuscular del procesamiento motor, donde aparecen alteraciones tales como acortamiento ligamentario y tendinoso, llevando a la disminución en el rango de movilidad articular y el acortamiento. La debilidad muscular se relaciona con alteraciones de la lesión como la falta sensorialidad desde centros superiores hacia centros inferiores, lo que lleva a un menor reclutamiento de unidades motoras, generando problemas en la sincronización, un déficit en la contracción muscular y disminución en el tiempo de contracción, lo que se traduce en un desempeño limitado en tiempo (32).

Observaciones en personas con hemiparesia proporcionan información que hace que se reconozca la corteza como unidad funcional en la ejecución de aspectos finos y complejos de la función de la mano, mientras que las personas sin afectación efectúan el control motriz a

nivel distal debido al área somatosensorial contralateral; la activación proximal se da por activación simultánea cortical. En consecuencia la hemiplejía tiene tendencia a recuperarse espontáneamente de forma rápida y con menor compromiso a nivel proximal en contraste con el segmento distal, esto se sustenta por la contribución de estructuras subcorticales (33).

Sin embargo, existe un mayor riesgo de compromiso de miembro superior en lesiones que cursen a nivel de la arteria cerebral media, ya que su irrigación va en gran medida a la corteza motora, con la posibilidad de afectar áreas motoras suplementarias, lo que ocasiona un pronóstico rehabilitatorio más reservado. En consecuencia, para conocer las características de la función anormal de la mano se deben reconocer las alteraciones de la función motora al explorar la capacidad de prensión y liberar o soltar elementos, la ejecución de la pinza digital, agarres, capacidad de extensión manual e independencia en actividades de autocuidado como comer, higiene, vestirse; igual que la evaluación de la fuerza y coordinación (32).

La mano presenta un aumento de complicaciones después un evento cerebrovascular (ECV) en relación con miembros inferiores; son debilitantes y pueden ser nefastas para los sobrevivientes (34,35). En estudios realizados en Copenhague por Copenhague Stroke study, Nayama et al., encontraron que del 32% de personas con ECV el 37% cursaba con hemiplejía, a su vez el 13% no avanzaba en la recuperación de la función manual, limitando el retorno a sus roles y cumplimiento de sus tareas. A su vez, estudios realizados (36), (37) señalan que el 5% de las personas con hemiparesia no logra una recuperación adecuada debido a la limitación en recursos, poca constancia en el tiempo de trabajo, falta de conocimiento en procesos de rehabilitación y terapéuticos; diferente a lo que sucedía con el entrenamiento de la marcha y los miembros inferiores, y para el balance donde hay grandes avances en terapéutica rehabilitativa (37).

ESCALAS DE MEDICIÓN DE LA FUNCIÓN MANUAL EN LA HEMIPARESIA DEL ADULTO

Siguiendo con los parámetros establecidos por la CIF los test y medidas que son más utilizados en el ámbito internacional y que mayores niveles de confiabilidad presentan son las escalas Fugl Meyer assessment (FMA – UE), la escala ABILHAND para adultos, el Action Research Arm Test (ARAT) y el uso de la dinamometría (35)changes in arm-hand function (AHF; así mismo, se encuentra en el pull de instrumentos utilizados el ADL o Manual de actividades de la vida diaria, el Jebsen-Taylor Hand Function Test (JTHFT), y el Wolf Motor Function Test (WMFT) (38), el Box and Block test (B&B) y el Nine hole peg test (NHPT) (39).

En una revisión sistemática realizada en España por Gor García-Fogueda et al., se encontró que además de los test y medidas antes mencionados, también se encuentra el Motor Assessment scale (MAS), el Stroke rehabilitation assessment of movement (STREM), el Motricity index y el Rivermead motor assessment (RMA) (40).

Revisión de las escalas

1. *Fugl Meyer Assessment extremidad superior (FMA - ES)*

Evalúa y mide la función motora después de la recuperación después del ECV; usado tanto en clínica como en investigación, y aunque inicialmente fue propuesto para este tipo de población, actualmente se ha venido utilizando en personas con hemiparesia por cualquier alteración. Es una escala observacional (ordinal) que no tiene costo, la cual requiere un máximo de tiempo de 30 minutos para su administración, evalúa seis dominios para el miembro superior, tiene en cuenta la integración refleja, la movilidad de la muñeca, movilidad de la mano, coordinación, velocidad, sensibilidad, movimiento articular pasivo y dolor (41). Se puntúa con tres rangos de medición donde:

- 0= El sujeto no es capaz de realizar la tarea
- 1= Si la tarea es desarrollada parcialmente
- 2= Si la tarea es desarrollada por completo y de manera satisfactoria

La integridad refleja por su parte solamente tiene dos rangos de calificación:

- 0= Ausencia de respuesta refleja
- 2= Presencia de integridad refleja

Las áreas de evaluación que utiliza el FMA - ES son actividades de la vida diaria, la función motora y el dolor. El puntaje máximo de la prueba es de 66 puntos y puede ser usada por subescalas sin utilizar todo el instrumento de evaluación. Los materiales requeridos para la prueba, además del instrumento, son una pelota de tenis de campo, un objeto cilíndrico para las pruebas de agarre, martillo de reflejos y un lápiz; la prueba se debe administrar en un lugar tranquilo y sin distracciones.

Los rangos de edades validados en los que se puede utilizar el FMA ES son: en adolescentes entre 13 y 17 años, adultos entre 18 y 64 años y adultos mayores de 65 años.

Actualmente, la escala se encuentra validada para Colombia por Barbosa NE, Forero SM, Galeano CP, Hernández ED, Landinez NS(42) Disability and Rehabilitation, para mayor información se puede acceder al enlace que se encuentra al final de la página ⁶.

2. Action Research Arm Test ARAT

Evalúa la función de la extremidad superior utilizando un método observacional, el cual incluye medición en áreas como actividades de la vida diaria, coordinación, destreza y función motora. Actualmente se aplica además de personas con ECV, en personas con esclerosis múltiple o trauma craneoencefálico (TEC).

Contiene 19 ítems para las dimensiones de agarre, pinza, pellizco y movimientos gruesos del brazo en una escala ordinal de 4 puntos:

- 3= Desarrolla el test normalmente
- 2= Completa el test, pero tiene algunas dificultades a lo largo del movimiento

6 www.neurophys.gu.se/sektioner/klinisk-neurovetenskap/forskning/rehab_med/fugl-meyer

- 1= Desarrolla el test parcialmente
- 0= No puede desarrollar parte del test o no lo hace

En este caso, el paciente que obtenga el máximo puntaje de 57 es el que menor grado de dificultad tiene y se toma en cuenta su versión techo cuando se obtiene de manera consecutiva un puntaje de 0. El paciente que tiene un puntaje mayor de 3 en el primer ítem puede continuar la evaluación; la prueba toma entre 5 a 15 minutos (43).

3. Box and Block test B&B

El test de cajas y bloques es utilizado para evaluar la destreza manual gruesa incluida en áreas que involucran actividades de la vida diaria, coordinación, destreza y función de la extremidad superior. Se puede utilizar además de personas con hemiparesia pos ECV en personas con esclerosis múltiple, dolor, Parkinson y TEC, además de otras condiciones que afecten la destreza manual.

Este test consiste en la ubicación del paciente sentado frente a una mesa donde se encuentra una caja rectangular dividida en dos cuadrados de iguales dimensiones, donde debe mover los bloques en un periodo de tiempo de 60 segundos. Para ello se requieren 150 cubos o bloques de madera, una caja con dos contenedores de 24,5 cm cada uno y un cronómetro. La prueba toma entre 2 y 5 minutos y puede ser aplicada en pacientes desde los 18 años, en caso de adultos, y en niños entre los 6 y 12 años (44).

4. Wolf Motor Function Test (WMFT)

Esta prueba fue diseñada para evaluar la capacidad motora de pacientes con déficit motor moderado a severo de la extremidad superior; es útil para caracterizar el estado motor de pacientes crónicos después de un ECV y de un TEC, en términos de su gravedad y el compromiso de la extremidad superior (45). Se utiliza un test con tareas cronometradas y funcionales cuyo puntaje se representa:

- 0= No es capaz de mover la extremidad (ES) al comienzo de la evaluación.

- 1= La ES testeada no participa de la evaluación, sin embargo, intenta usarla.
- 2= Requiere asistencia de la ES no testeada para pequeños ajustes en los cambios de posición y requiere más de un intento para completar la prueba realizándola muy despacio. En las tareas bilaterales la ES que comienza a ser evaluada puede servir solo para ayuda.
- 3= Los movimientos son guiados por algún grado de sinergia o son desarrollados de manera lenta con esfuerzo.
- 4= El movimiento es muy cercano al patrón normal, pero ligeramente despacio con alguna imprecisión y ligera alteración de la fluidez y de la coordinación.

CONSIDERACIONES FINALES

La función motora de las extremidades superiores es producto de la interacción de múltiples categorías o atributos del movimiento corporal humano, por tanto, en el examen se deben tener en cuenta aspectos como los componentes biomecánicos y neurales y la interacción con los procesos cognitivos que permiten el despliegue de las habilidades motoras que facilitan el cumplimiento de las actividades de la vida diaria.

APORTES DEL CAPÍTULO A LA FISIOTERAPIA

Este capítulo compila la información correspondiente al examen a nivel manual, se hace un trabajo a partir de la presentación de los test y medidas que se pueden adaptar para el paciente con PC o lesión cerebral adquirida como la hemiparesia. Dentro de este proceso es importante considerar que el éxito del examen y sus resultados dependen de la selección adecuada del test y la habilidad que tenga el terapeuta para aplicarla, además de la pertinencia de acuerdo a su condición de salud, situación que favorecerá una toma adecuada de decisiones clínicas para la intervención.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Motor Function — Guide to Phys. Therapist Prac. [Internet]. [cited 2019 Aug 11]. Available from: <http://guidetoptpractice.apta.org/content/1/SEC19.extract>
2. O'Sullivan SB, Schmitz TJ, Fulk GD. Physical rehabilitation [Internet]. F.A. Davis Co; 2014 [cited 2019 Aug 11]. 1505 p. Available from: <https://booksmedicos.org/physical-rehabilitation-osullivan/>
3. Hatem SM, Saussez G, della Faille M, Prist V, Zhang X, Dispa D, et al. Rehabilitation of Motor Function after Stroke: A Multiple Systematic Review Focused on Techniques to Stimulate Upper Extremity Recovery. *Front Hum Neurosci* [Internet]. 2016 Sep 13 [cited 2019 Aug 11];10:442. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27679565>
4. Cano de la Cuerda R, Martínez Piédrola RM, Miangolarra Page JC. Control y aprendizaje motor : fundamentos, desarrollo y reeducación del movimiento humano. Madrid. Editorial Médica Panamericana; 2016
5. Saunders RJ, Astifidis RP, Burke SL, Higgins JP, McClinton MA. Hand and upper extremity rehabilitation : a practical guide.
6. Pinzón MY. Alteraciones de la función motora de miembro superior en la hemiplejía –modelos de intervención fisioterapéutica–. *Mov Científico* [Internet]. 2009 Dec 31 [cited 2019 Apr 18];3(1):101–8. Available from: <https://revistas.iberoamericana.edu.co/index.php/Rmcientifico/article/view/304>
7. Meneses-Castaño C, Peñaloza-Peñaranda Y, Pinzón-Bernal MY, Castellanos-Ruiz J. Aplicación de la terapia robótica para la función motora de la mano del adulto con hemiplejía. Revisión sistemática y metanálisis. *Fisioterapia* [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2019 Jun 9];40(1):36–43. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0211563817301098>
8. Jang SH, You SH, Hallett M, Cho YW, Park C-M, Cho S-H, et al. Cortical Reorganization and Associated Functional Motor Recovery After Virtual Reality in Patients With Chronic Stroke: An Experimenter-Blind Preliminary Study. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2005 Nov 1 [cited 2019 Jul 2];86(11):2218–23. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003999305004119>

9. Benedetti F. Sensory and Motor Functions of the Hand. In Springer, Dordrecht; 1994 [cited 2019 Aug 10]. p. 347–73. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-94-015-8285-8_17
10. Nogueira SF, Figueiredo EM, Gonçalves R V, Mancini MC. Relation between hand function and gross motor function in full term infants aged 4 to 8 months. *Brazilian J Phys Ther* [Internet]. 2015 [cited 2019 Aug 10];19(1):52–60. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25714437>
11. Darrah J, Hodge M, Magill-Evans J, Kembhavi G. Stability of serial assessments of motor and communication abilities in typically developing infants-implications for screening. *Early Hum Dev* [Internet]. 2003 Jun [cited 2019 Aug 10];72(2):97–110. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12782422>
12. Berthier NE, Keen R. Development of reaching in infancy. *Exp Brain Res* [Internet]. 2006 Mar 9 [cited 2019 Aug 10];169(4):507–18. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16341854>
13. Gordon AM, Yannick Bleyenheuft |, Steenbergen | Bert. .Pathophysiology of impaired hand function in children with unilateral cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2013 [cited 2019 Aug 10];32–7. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/dmcn.12304>
14. Quiguanas López DM. Estado del arte de la investigación en función motora manual. En: *Función motora manual*. Cali, Colombia: Edit. Universidad Santiago de Cali: 2018. p. 11–20.
15. Arnould C, Bleyenheuft Y, Thonnard J-L. Hand functioning in children with cerebral palsy. *Front Neurol* [Internet]. 2014 [cited 2019 Aug 10];5:48. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24782821>
16. Arner M, Eliasson A-C, Nicklasson S, Sommerstein K, Hägglund G. Hand Function in Cerebral Palsy. Report of 367 Children in a Population-Based Longitudinal Health Care Program. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2008 Oct [cited 2019 Aug 11];33(8):1337–47. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18929198>
17. Bhardwaj P, Sabapathy SR. Assessment of the hand in cerebral palsy. *Indian J Plast Surg* [Internet]. 2011 May [cited 2019 Aug 11];44(2):348–56. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22022045>
18. Geerdink Y, Lindeboom | Robert, De Wolf S, Steenbergen B, Alexander C H Geurts, Aarts P. Assessment of upper limb capacity in children

- with unilateral cerebral palsy: construct validity of a Rasch-reduced Modified House Classification. *Dev Med Child Neurol*. 2014 [cited 2019 Aug 11]; Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/dmcn.12395>
19. Gschwind C, Tonkin M. Surgery for cerebral palsy: Part 1. Classification and operative procedures for pronation deformity. *J Hand Surg Br* [Internet]. 1992 Aug [cited 2019 Aug 11];17(4):391–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1402264>
 20. Zancolli Classification Hand Function Scale [Internet]. [cited 2019 Aug 11]. Available from: <https://www.ukessays.com/essays/health-and-social-care/zancolli-classification-hand-function-scale-health-and-social-care-essay.php>
 21. Ek L, Eliasson A, Sicola E, Sjöstrand L, Guzzetta A, Sgandurra G, et al. Hand Assessment for Infants: normative reference values. *Dev Med Child Neurol* [Internet]. 2019 Feb 4 [cited 2019 Aug 11];dmcn.14163. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dmcn.14163>
 22. Krumlinde-Sundholm L, Ot R, Holmefur M, Kottorp A, Eliasson A-C. The Assisting Hand Assessment: current evidence of validity, reliability, and responsiveness to change [Internet]. 1987 [cited 2019 Aug 11]. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1469-8749.2007.00259.x>
 23. Greaves S, Imms C, Dodd K, Krumlinde-Sundholm L. Development of the Mini-Assisting Hand Assessment: evidence for content and internal scale validity. *Dev Med Child Neurol*. 2013 [cited 2019 Aug 11]; Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/dmcn.12212>
 24. Wagner L V, Davids JR. Assessment tools and classification systems used for the upper extremity in children with cerebral palsy. *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 2012 May [cited 2019 Aug 11];470(5):1257–71. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21932104>
 25. Öhrvall A-M, Krumlinde-Sundholm L, Eliasson A-C. The stability of the Manual Ability Classification System over time. *Dev Med Child Neurol* [Internet]. 2014 Feb [cited 2019 Aug 11];56(2):185–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24417511>
 26. Eliasson A-C, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad B, Beckung E, Arner M, Öhrvall A-M, et al. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Dev Med Child Neurol* [Internet].

- 2006 Jul 19 [cited 2019 Aug 11];48(07):549. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16780622>
27. Arnould C, Penta M, Renders A, Thonnard J-L. ABILHAND-Kids. *Neurology* [Internet]. 2004 Sep 28 [cited 2019 Aug 11];63(6):1045–52. Available from: <http://www.neurology.org/lookup/doi/10.1212/01.WNL.0000138423.77640.37>
 28. Young NL, Williams JI, Yoshida KK, Wright JG. Measurement properties of the activities scale for kids. *J Clin Epidemiol* [Internet]. 2000 Feb [cited 2019 Aug 11];53(2):125–37. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10729684>
 29. House JH, Gwathmey FW, Fidler MO. A dynamic approach to the thumb-in palm deformity in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 1981 Feb [cited 2019 Aug 11];63(2):216–25. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7462278>
 30. Barroso JM, García MI, Dominguez R, Mikhailenok E VO. Recuperación funcional total en paciente hemiparético izquierdo postraumatismo craneal mediante programa computarizado de Biofeedback Neuromuscular Remiocor-2. *Rev Española Neuropsicol* [Internet]. 1999;1(2.3):69–88. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2006566.pdf%0A>
 31. Arboix A, Martí-Vilalta JL. Hemiparesis and other types of motor weakness. In: Caplan LR, Gijn J van, editors. *Stroke Syndromes* [Internet]. Cambridge: Cambridge University Press; 2012 [cited 2019 Apr 18]. p. 1–10. Available from: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/9781139093286%23c01886-1-2/type/book_part
 32. Tardieu C, Huet de la Tour E, Bret MD, Tardieu G. Muscle hypoextensibility in children with cerebral palsy: I. Clinical and experimental observations. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 1982 Mar [cited 2019 Apr 18];63(3):97–102. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7073456>
 33. Davies PM, Torres Lacomba M. Pasos a seguir : tratamiento integrado de pacientes con hemiplejía [Internet]. *Médica Panamericana*; 2003 [cited 2019 Aug 11]. Available from: <https://www.medicapanamericana.com/Libros/Libro/3641/Pasos-a-seguir.html>
 34. Hlustík P, Mayer M. Paretic hand in stroke: from motor cortical plasticity research to rehabilitation. *Cogn Behav Neurol* [Internet]. 2006 Mar [cited 2019 Aug 11];19(1):34–40. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16633017>

35. Upper Extremity Interventions | EBRSR - Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation [Internet]. [cited 2019 Aug 11]. Available from: <http://www.ebrsr.com/evidence-review/10-upper-extremity-interventions>
36. Franck JA, Smeets RJEM, Seelen HAM. Changes in arm-hand function and arm-hand skill performance in patients after stroke during and after rehabilitation. *PLoS One* [Internet]. 2017 [cited 2019 Aug 10];12(6):e0179453. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28614403>
37. *Phys Ther Sci J*, Hiraoka Rpt K. Rehabilitation Effort to Improve Upper Extremity Function in Post-Stroke Patients: A Meta-Analysis [Internet]. [cited 2019 Aug 11]. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/13/1/13_1_5/_pdf
38. Barreca S, Wolf SL, Fasoli S, Bohannon R. Treatment Interventions for the Paretic Upper Limb of Stroke Survivors: A Critical Review. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2003 Dec [cited 2019 Aug 11];17(4):220–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14677218>
39. Lemmens RJ, Timmermans AA, Janssen-Potten YJ, Smeets RJ, Seelen HA. Valid and reliable instruments for arm-hand assessment at ICF activity level in persons with hemiplegia: a systematic review. *BMC Neurol* [Internet]. 2012 Dec 12 [cited 2019 Aug 11];12(1):21. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22498041>
40. Lang CE, Bland MD, Bailey RR, Schaefer SY, Birkenmeier RL. Assessment of upper extremity impairment, function, and activity after stroke: foundations for clinical decision making. *J Hand Ther* [Internet]. 2013 Apr [cited 2019 Aug 11];26(2):104–15. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22975740>
41. Gor-García-Fogeda MD, Molina-Rueda F, Cuesta-Gómez A, Carratalá-Tejada M, Alguacil-Diego IM, Miangolarra-Page JC. Scales to Assess Gross Motor Function in Stroke Patients: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2014 Jun [cited 2019 Aug 11];95(6):1174–83. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24582618>
42. Sullivan KJ, Tilson JK, Cen SY, Rose DK, Hershberg J, Correa A, et al. Fugl-Meyer Assessment of Sensorimotor Function After Stroke. *Stroke* [Internet]. 2011 Feb [cited 2019 Aug 11];42(2):427–32. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STROKEAHA.110.592766>
43. Barbosa NE, Forero SM, Galeano CP, Hernández ED, Landinez NS, Sunnerhagen KS, et al. Disability and Rehabilitation Translation and

- cultural validation of clinical observational scales-the Fugl-Meyer assessment for post stroke sensorimotor function in Colombian Spanish Translation and cultural validation of clinical observational scales-the Fugl-Meyer assessment for post stroke sensorimotor function in Colombian Spanish. 2018 [cited 2019 Aug 11]; Available from: <http://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=idre20>
44. Action Arm Test [Internet]. [cited 2019 Aug 11]. Available from: http://www.strokecenter.org/wp-content/uploads/2011/08/action_research_arm_test.pdf
 45. Mathiowetz V, Volland G, Kashman N, Weber K. Adult Norms for the Box and Block Test of Manual Dexterity. *Am J Occup Ther* [Internet]. 1985 Jun 1 [cited 2019 Aug 11];39(6):386–91. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3160243>
 46. Wolf Motor Function Test (WMFT) | Measurement Instrument Database for the Social Sciences [Internet]. [cited 2019 Aug 11]. Available from: <http://www.midss.org/wolf-motor-function-test-wmft>