



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
Luis Guillermo Ibarra Ibarra
ESPECIALIDAD EN:

MEDICINA DE REHABILITACIÓN

**CAMBIOS EN LA FUNCIÓN DE MIEMBRO SUPERIOR EN PACIENTES CON
PARÁLISIS CEREBRAL POSTERIOR A TERAPIA DE INTERACCIÓN BASADA EN
MOVIMIENTO COMPARADA CON TERAPIA CONVENCIONAL**

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:

MEDICINA DE REHABILITACIÓN

P R E S E N T A:

Elisa Saraí Calvo Besares

PROFESOR TITULAR

Dr. Daniel David Chávez Arias

TUTOR DE TESIS

Dra. María Elena Arellano Saldaña

D. en C. Yannick Quijano González

D. en C. Ivett Quiñones Urióstegui



Ciudad de México
Febrero 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

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

DR. HUMBERTO VARGAS FLORES
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA

DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL
JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA DE POSGRADO

DR. DANIEL DAVID CHÁVEZ ARIAS
PROFESOR TITULAR

DRA. MARIA ELENA ARELLANO SALDAÑA
TUTOR DE TESIS

D. en C. YANNICK QUIJANO GONZÁLEZ
ASESOR DE TESIS

D. en C. IVETT QUIÑONES URIÓSTEGUI
ASESOR DE TESIS

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de materializar un sueño más; a mis padres Jaime Calvo Moguel y Sara Elizabeth Besares Gallegos, a mi hermana Brenda Guadalupe Calvo Besares y a mi esposo Jonathan Huerta Gómez y a mi suegra Guadalupe Gómez Pineda por su apoyo y cariño incondicional.

A mis asesores de tesis porque sin su dirección, conocimiento y ayuda esto no hubiera sido posible:

Dra. María Elena Arellano Saldaña
D. en C. Yannick Quijano González
D. en C. Ivett Quiñones Urióstegui

Quiero dedicar este trabajo a mi Hijo Julián Huerta Calvo, mi inspiración.

ÍNDICE

Portada	1
Directorio	2
Agradecimientos	4
Resumen	6
Antecedentes	7
Justificación	10
Definición del problema	12
Hipótesis	12
Objetivos	12
Metodología	14
Análisis estadístico propuesto	18
Procedimiento Experimental	18
Resultados	21
Discusión	46
Conclusión	48
Limitaciones	49
Recomendaciones	49
Anexos	50
Bibliografía	69

RESUMEN

Dentro de los trastornos neuromotores la causa más frecuente de discapacidad en la población infantil es la parálisis cerebral (PC). Aproximadamente la mitad de esta población tienen un funcionamiento deteriorado de la extremidad superior, que incluye agarrar, alcanzar y manipular objetos.

Actualmente, el uso de la interacción basada en el movimiento es uno de los elementos más populares de los videojuegos que pueden aplicarse en entornos de atención de salud.

El sistema de interacción de movimiento involucra a los pacientes en la situación real de una actividad diaria común.

El uso de videojuegos controlados por movimiento ha aumentado proporcionalmente con la evolución técnica, incluidos los estudios científicos que han demostrado que los videojuegos controlados por movimiento mejoran las funciones motoras como un método de entrenamiento alternativo para personas de todas las edades con diversos trastornos neurológicos, incluida la PC. Los videojuegos controlados por movimiento son motivadores porque están desarrollados para ser divertidos y emplean tácticas de gamificación, como objetivos claramente establecidos, comentarios inmediatos y recompensas, que engañan al cerebro del usuario para que quiera jugar más.

El objetivo principal de esta Tesis es determinar y analizar las diferencias en la función de miembro superior de pacientes con PC del tipo hemiparesia espástica luego de la intervención con terapia de interacción basada en movimiento (utilizando el dispositivo Kinect®) comparada con aquellos expuestos a terapia convencional y determinar y analizar las diferencias en la función de miembro superior de ambos grupos con la función de miembro superior de niños sanos.

Se realizó un estudio piloto, controlado, experimental, prospectivo, comparativo, aleatorizado. Se utilizó el método aleatorio simple para elegir a los candidatos sujetos de estudio. Se incluyeron 11 pacientes con diagnóstico de Parálisis Cerebral tipo hemiparesia espástica con rango de edad de 6 a 12 años. Se crearon dos grupos de tratamiento, un grupo de Terapia Física (TF) y otro de Terapia de Interacción (TI) basada en movimiento (Kinect®). Se realizó una sesión de 45 minutos, trabajando con el videojuego Sports Season 2®: tenis, tiro al blanco, boliche, con uso de Kinect®; o en su caso, una sesión de 45 minutos de duración de TF convencional. Posteriormente se realizó su evaluación en 5 ocasiones usando el cuestionario ABILHANDS-kids (anexo3) y el dispositivo portátil *Sorting Block Box (SBB)*: previo al inicio del estudio, al finalizar tratamiento, a los 3, 6 meses y 1 año post-tratamiento. Se llevó a cabo una semana de tratamiento intrahospitalario, 3 semanas de tratamiento ambulatorio, con 3 sesiones por semana, y finalmente una evaluación posterior a los 3, 6 meses y 1 año después de haber concluido el tratamiento, así mismo se evaluó la función de miembro superior de 14 niños sanos en una ocasión, para compararla al año de la intervención con ambos grupos. Se realizó un análisis estadístico descriptivo para evaluar los resultados obtenidos, así como un análisis de la varianza (ANOVA) de una vía, para observar las diferencias entre los resultados de la suavidad del movimiento de cada grupo experimental, su posible mejoría y la confiabilidad de las mediciones repetidas en el tiempo.

ANTECEDENTES

Aunque la Parálisis Cerebral no es una enfermedad degenerativa, nos dará una falsa imagen de progresividad, sobre todo por las repercusiones graves que tendrá a nivel del aparato locomotor a determinadas edades. Sin embargo, durante el periodo de crecimiento, los niños con parálisis cerebral pueden declinar su función motora gruesa a medida que avanzan hacia la adolescencia y adultez. (1)

La Parálisis Cerebral puede afectar a uno o ambos miembros superiores que causan dificultades con el movimiento voluntario y que afectan la capacidad de alcanzar, agarrar, transportar y manipular objetos. Los movimientos se caracterizan por una mayor duración, velocidad de pico reducida, mayor variabilidad y menos trayectorias de mano recta. También se ha observado la planificación motora comprometida (2).

Es frecuente la pérdida de la funcionalidad de la extremidad superior en tareas como el alcance, la prensión y la manipulación en la Parálisis Cerebral. La valoración de la discapacidad exigirá la utilización de sistemas estandarizados, siendo el entrenamiento del miembro superior (MS) un objetivo terapéutico esencial en el programa neuro-rehabilitador (3).

En 2010, la incursión del sensor Microsoft Kinect® para XBOX® generó una gran cantidad de nuevas investigaciones. Algunos estudios han demostrado que Kinect® puede lograr un rendimiento de seguimiento de movimiento competitivo al igual que otros sistemas ópticos de alta fidelidad como las cámaras Optitrack o Vicon. Otros estudios han encontrado que Kinect® es un sensor suficientemente preciso y sensible para medir los movimientos gruesos, por lo que es adecuado para sistemas de rehabilitación de accidente cerebrovascular o para medir los síntomas del movimiento en personas con Enfermedad de Parkinson. Este sensor ha demostrado su capacidad para seguir el movimiento del cuerpo con la precisión requerida para las pruebas de equilibrio estándar, como la evaluación del equilibrio de pie. Kinect® se comparó con técnicas más establecidas para la estimación de postura utilizando datos de captura de movimiento. La precisión y la solidez de la estimación de postura con Kinect® se evaluaron para posturas de personas mayores en posición de pie y sentado. Los resultados fueron positivos, lo que indica que podría ser utilizado por personas con parálisis cerebral (4).

Dado que Kinect® es capaz de reconocer las veinte articulaciones principales del cuerpo con suficiente precisión, varias obras como Erazo et al. (2014), Jaume-I Capo et al. (2014), Roy et al. (2013) lo han utilizado como una interfaz para mejorar la efectividad de la rehabilitación de diferentes habilidades. La mayoría de los estudios de rehabilitación usan juegos (Michael y Chen, 2006) para hacer que los ejercicios sean más agradables para los usuarios. Este sistema tiene potencial como un dispositivo de acceso para aquellas personas con Parálisis Cerebral que no pueden acceder a la computadora de manera convencional (4).

La realidad virtual proporciona ganancias significativas en las habilidades motoras funcionales al aumentar la reorganización cortical y los cambios neuroplásticos. La biorretroalimentación durante la terapia de realidad virtual es multimodal, ya que utiliza funciones sensoriales y cognitivas simultáneamente, y también es entretenida, interesante, motivadora y fácil de entender. (5)

Garrido y cols. utilizaron el sistema BDRRehab que utiliza Kinect ®para Windows para trabajar con la interacción basada en el movimiento. Este dispositivo es un gran desarrollo, ya que proporciona a los usuarios la capacidad de interactuar con los sistemas a través de actividades comunes y naturales.

En contraste, los pacientes no están obligados a usar ningún equipo especial mientras realizan sus ejercicios con el sistema BDRRehab. Interactúan con su propio cuerpo con el uso de Kinect®, que captura sus movimientos y posturas (6).

El mundo médico ha encontrado a Kinect® como una herramienta útil con la cual experimentar para alcanzar soluciones y hacer mejoras. Se ha tratado una amplia gama de cuestiones, desde los problemas hápticos hasta la rehabilitación de las enfermedades crónicas. Estos juegos permiten trabajar con las partes afectadas del cuerpo y los síntomas físicos, particularmente en pacientes con pérdida de la capacidad motora, trastornos del movimiento y de la postura, y dificultades de equilibrio y coordinación. (6)

La motivación es un elemento crítico de la rehabilitación pediátrica, y ha sido identificada como la característica personal más influyente que determina los resultados motores y funcionales en la fisioterapia. Por lo tanto, mejorar la motivación puede ser, en última instancia, una de las formas más significativas para mejorar el cumplimiento y actualizar los objetivos de los tratamientos para poblaciones clínicas como los niños con Parálisis Cerebral. (7)

Los juegos de realidad virtual son una tecnología que permite a los individuos experimentar e interactuar con entornos generados por computadora a través de sus sentidos, incluyendo visión, tacto y/o audición, brindan la oportunidad de participar en actividades multisensoriales que son similares a la vida diaria, tales como: habilidades manuales, actividades de la vida diaria, manipulación, movilidad, equilibrio y cognición. Además, pueden motivar, desafiar, aumentar la curiosidad; controlar y promover la fantasía de los niños que ayudan a un compromiso profundo con la intervención. (8)

Las métricas de suavidad son una herramienta efectiva para distinguir entre sujetos sanos y afectados por trastornos neuromotores, así como para cuantificar las diferencias entre los lados afectados y menos afectados en niños con parálisis cerebral hemiparética. Además, el número de picos de un perfil de velocidad es una métrica de uso común en las evaluaciones de las extremidades superiores, que muestra una mayor fiabilidad y consistencia para las pruebas que involucran sujetos con parálisis cerebral. Se desarrolló el dispositivo portátil *Sorting Block Box (SBB)* en el Tecnológico de Monterrey (2012) y se validó como una herramienta tecnológica para evaluar la capacidad funcional del miembro superior en niños con hemiparesia espástica, producto de parálisis cerebral entre el miembro superior menos afectado y el mayormente afectado, así como diferenciar entre sanos y afectados por trastornos del movimiento tal como la Parálisis Cerebral (9-19).

Como antecedente directo a esta tesis, en el trabajo de Villalobos C, *Cambios En La Función De Miembro Superior En Pacientes Con Parálisis Cerebral Posterior A Terapia De Interacción Basada En Movimiento Comparada Con Terapia Convencional*. (2019), se estudió el efecto de la terapia basada en movimiento y de la terapia física convencional sobre los parámetros de suavidad del movimiento y la habilidad funcional del miembro superior en niños con parálisis cerebral, donde los resultados fueron

contendientes con una diferencia estadísticamente favorable en el desempeño neuromotor de los pacientes intervenidos con la terapia basada en movimiento mediante el uso del dispositivo Kinect® durante un mes (20).

JUSTIFICACIÓN

La parálisis cerebral es una de las más severas discapacidades en la infancia y genera grandes exigencias en materia de salud, educación y servicios sociales, así como en las familias y los propios niños. Con el desarrollo y uso de las unidades de cuidados intensivos neonatales la mortalidad durante los años 80s, 90s ha disminuido, cada vez más estos bebés vulnerables están sobreviviendo.

Esto conlleva a que sean necesarios servicios apropiados de salud para los niños con parálisis cerebral que atraviesan la adolescencia hacia la adultez (18). Según la Oficina de Representación para la Promoción e Integración Social para Personas con Discapacidad de la Presidencia de la República, cada año se suman en México, 12,000 casos nuevos de Parálisis Cerebral, lo cual significa el nacimiento de un niño con Parálisis Cerebral cada 43 minutos (22). Las limitaciones en la funcionalidad y en la calidad de vida de los pacientes precisan un tratamiento neuro-rehabilitador durante toda la vida, y en consecuencia existe la necesidad de buscar estrategias de tratamiento de menor coste y con mayor efectividad(3).

En total los pacientes atendidos por primera vez en la consulta externa en 2009 fueron 227, 2010 un total de 289; 2011 fueron 209, 2012 corresponden a 398, 2013 fueron 350, 2014 fueron 300 y en el año 2015 se reportan 320; con una media de 250 pacientes con parálisis cerebral por año (23). El Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra” es un centro de referencia de pacientes con Parálisis Cerebral, además de contar con el personal y la infraestructura para desarrollar investigación al respecto de este padecimiento y así contribuir a la calidad de vida, funcionalidad y reintegración de los pacientes con esta patología.

La mejoría de la función de las extremidades superiores en los niños con Parálisis Cerebral puede conducir a un mejor desempeño en las actividades de la vida diaria, una mayor integración social y, por lo tanto, una mejor calidad de vida. Se requieren estudios que exploren la funcionalidad de miembro superior a través de instrumentos confiables que permitan medir de manera objetiva los efectos de los distintos tratamientos sobre la función motora gruesa y fina, para así establecer terapéutica basada en evidencia que permitan una mejoría de la función y calidad de vida de los pacientes con parálisis cerebral.

En contraste, el sistema de interacción de movimiento involucra a los pacientes en la situación real de una actividad diaria común, los motiva y produciría un mayor apego al tratamiento. Además, es capaz de llevar el proceso a la casa, que es donde los pacientes llevan a cabo actividades de la vida diaria.

Los métodos de rehabilitación en niños con Parálisis Cerebral se han centrado principalmente en la extremidad inferior y la deambulaci3n; sin embargo, se necesitan nuevos enfoques de tratamiento para mejorar las funciones de las extremidades superiores. Por lo tanto, la terapia de realidad virtual se ha utilizado recientemente en niños con Parálisis Cerebral para mejorar el rendimiento motor.

En caso de encontrar que la terapia de interacci3n basada en movimiento es equiparable o produce mayor mejoría en la funci3n de miembro superior comparada con terapia física convencional, se tendrá un indicador fiable que pueda apuntar a ser una alternativa de

tratamiento de fácil acceso, que puede ser realizada en el domicilio, trasladada con facilidad, además de producir estimulación multi sensorial y un mayor apego ya que resulta atractiva y motivadora para los pacientes al realizarse a través del juego interactivo.

Tal como se reporta en la revisión de Lopes et al (2018) la mayoría de los estudios donde se han utilizado los videojuegos con propósitos serios, informan altos niveles de cumplimiento, motivación y compromiso general con la intervención basada en el juego. Además, los hallazgos resaltan que los miembros de la familia o los cuidadores jugaron un papel importante en el éxito de la intervención. La participación familiar en el proceso terapéutico destaca algunas de las principales ventajas del uso de juegos en las intervenciones (24).

De acuerdo a la revisión de Levin et al (2015) las mejoras en el rendimiento motor de la extremidad superior dependen del aprendizaje motor, y los parámetros medibles que se han explorado que influyen en tal aprendizaje incluyen la práctica repetitiva y variada, la progresión de la dificultad de la tarea, la resolución de problemas o la corrección de errores, la motivación y la calidad y frecuencia de la retroalimentación. La realidad virtual se presta bien a la aplicación de tales principios, dada su capacidad para abarcar el entrenamiento específico de la tarea, la intensidad y la repetición apropiadas del ejercicio y las experiencias motivadoras (25).

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En nuestro país existen pocos estudios publicados con evidencia científica de calidad que muestren los efectos de las distintas modalidades de tratamiento en niños con parálisis cerebral de tipo hemiparesia espástica sobre el funcionamiento del miembro superior mayormente afectado, específicamente interacción basada en movimiento y terapia física convencional (3,6). Por esta razón se realizó el presente estudio, con un seguimiento al año de intervención.

¿Qué efectos existen en el miembro superior de niños con parálisis cerebral con hemiparesia espástica posterior a la terapia basada en movimiento y terapia física convencional, en términos de suavidad de movimiento y habilidad motora manual?

HIPÓTESIS

La terapia de interacción basada en movimiento genera mayor mejoría en los parámetros de control neuromotor, así como mayor habilidad motora manual del miembro superior en niños con PC tipo hemiparesia, comparada con la terapia física convencional.

OBJETIVO GENERAL

Determinar y analizar las diferencias de la función de miembro superior de pacientes con parálisis cerebral tipo hemiparesia espástica luego de la intervención con terapia de interacción basada en movimiento (Kinect®) comparada con aquellos sometidos a terapia física convencional.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medición cuantitativa de la función de miembro superior previo a la terapia de interacción basada en movimiento, utilizando el dispositivo *Sorting Block Box*.
- Medición cuantitativa de la función de miembro superior posterior a la terapia de interacción basada en movimiento, utilizando el dispositivo *Sorting Block Box*.
- Medición cuantitativa de la función de miembro superior previo a la terapia física convencional, utilizando el dispositivo *Sorting Block Box*.
- Medición cuantitativa de la función de miembro superior posterior a la terapia física convencional, utilizando el dispositivo *Sorting Block Box*.
- Determinación de la habilidad manual motora de los niños mediante la aplicación del cuestionario ABILHAND-Kids en los diferentes momentos evaluativos.
- Comparación estadística de las diferencias en la función de miembro superior posterior a la terapia con Kinect® comparada con la terapia convencional.
- Comparación estadística de las diferencias en la función de miembro superior posterior a la terapia con Kinect® y la terapia convencional con la función de miembro superior de niños sanos al año de haber realizado ambas

intervenciones.

- Cálculo de indicadores de correlación entre los resultados de la escala clínica aplicada (ABILHAND-Kids) y los parámetros de suavidad de movimiento.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio

Estudio controlado, experimental, prospectivo, comparativo, aleatorizado.

Descripción del universo de trabajo

Pacientes del servicio de Rehabilitación Pediátrica con diagnóstico de Parálisis Cerebral tipo hemiparesia espástica con rango de edad de 6 a 12 años y niños sanos con el mismo rango de edad que acepten y firmen el consentimiento informado aprobado por el comité de ética de este Instituto. (ver Anexo 4)

Criterios de inclusión

Infantes de 6-12 años de cualquier género que sigan sin dificultad instrucciones, con coeficiente intelectual normal, sin diagnóstico de parálisis cerebral ni otro trastorno del desarrollo neuromotor.

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

- Pacientes de cualquier género.
- Edad de 6-12 años
- Palisano I o II (anexo 2)
- Coeficiente intelectual normal o limítrofe
- Habilidad para seguir instrucciones
- Que no requieran manejo farmacológico para la espasticidad
- Que no tengan aplicación de toxina botulínica en los últimos 6 meses o cirugía previa en miembros pélvicos.
- Tono en escala de Ashworth modificada igual o menor de 2.
- Firma del consentimiento informado por el padre o tutor y el asentimiento del paciente.

Criterios de eliminación

- Pacientes que no acudan a la valoración funcional al momento del estudio.
- Pacientes que presenten otra patología de cualquier índole que comprometa la función motora de miembro superior o ponga en riesgo la vida del paciente al momento del estudio.
- Pacientes que no deseen continuar con el estudio
- Pacientes que inicien tratamiento con fármacos que alteren el nivel de conciencia, produzcan sedación o alteraciones del equilibrio.
- Abandono o que no acudan a alguna valoración, dos faltas seguidas a sesión de tratamiento (en caso de no poder asistir a alguna sesión de terapia tanto convencional como de Kinect®, se repondrá a la brevedad, considerando

necesario un cumplimiento de asistencia del 80%).

Criterios de exclusión

- Crisis convulsivas de difícil control
- Discapacidad auditiva moderada a severa
- Discapacidad visual moderada a severa
- Trastornos de la conducta
- Uso de algún auxiliar de la marcha (andadera, muletas canadienses, bastón, entre otros)

Tamaño de muestra

Se trata de un estudio piloto, se busca una meta de $n=10$.

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

Tabla 1.1 Variables Independientes

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Unidad/Valores
Sexo	División de género humano		Cualitativa dicotómica nominal	0= Masculino 1=Femenino
Edad del paciente	Años que transcurren a partir de la fecha de nacimiento	Edad en años cumplidos al momento del término del estudio	Cuantitativa discreta	Años
Lateralidad de la hemiparesia espástica	Hemicuerpo afectado por la parálisis cerebral		Cualitativa dicotómica nominal	1=derecha 2=izquierda
Peso	Es una medida de la fuerza gravitatoria que actúa sobre un cuerpo	Kilogramo de peso al momento del estudio	Cuantitativa	Kilogramos
Talla	Altura medida de una persona	Altura en centímetros al momento del estudio	Cuantitativa	Centímetros
Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa	Clasificación para pacientes con PC basado en el movimiento voluntario, con énfasis en sedestación (control de tronco) y la marcha.	Los pacientes serán clasificados en 5 niveles de acuerdo a su nivel de movilidad voluntario Nivel I: se mueve independiente sin limitaciones	Cualitativa ordinal	1=nivel 1 2=nivel 2

		Nivel II: se mueve independientemente con limitaciones		
Número de sesiones	Fase o acto temporal acotado en que se desarrolla una actividad.	Es la cantidad de veces que se realiza terapia física convencional o terapia con Kinect® durante el estudio.	Cuantitativa discreta	
Grupo	Conjunto de personas que se encuentran juntas o que tiene alguna característica en común	Existirán dos grupos: Grupo A recibirá terapia física convencional Grupo B recibirá terapia de interacción basada en movimiento (Kinect®)		

Tabla 1.2 Variables Dependientes

Tipo	Niveles de medición	Escala
Inerciales	Posición angular Aceleración Fuerza	Cuantitativa Continua
Presencia	Ubicación de las piezas dentro o fuera de sus espacios en la caja de instrumentación.	Cuantitativa Continua
Métricas de evaluación cuantitativas	Suavidad del movimiento mediante la longitud de arco espectral, SALM. Escala de la función del miembro superior, basada en suavidad, SSULF.	Cuantitativa Continua

Sujetos de estudio

Se seleccionaron 11 pacientes de 6-12 años; todos cumplieron con los criterios de inclusión. En todos los casos, se firmó consentimiento informado, previamente autorizado por el comité de ética. Se eliminaron 4 participantes por no poder continuar con el estudio. La muestra final se compone por 5 sujetos masculinos y 2 femeninos y sus pares sanos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PROPUESTO

Al contar con las bases de datos de las mediciones del miembro superior y las valoraciones clínicas de cada sujeto de estudio, se realizarán las siguientes pruebas:

- Estadística descriptiva para evaluar los resultados obtenidos.
- Análisis de la varianza (ANOVA) de una vía, para observar las diferencias entre los resultados de suavidad de cada grupo experimental y además encontrar la confiabilidad de las mediciones repetidas en el tiempo.
- Cálculo de indicadores de correlación entre los resultados pre y post-terapia para ambos grupos experimentales.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El procedimiento que se sigue durante la terapia de interacción basada en movimiento es el siguiente:

Se realiza una sesión de 45 minutos, trabajando con el videojuego Sports 2®: tennis, dardos, bowling, con uso de Kinect®. La sesión se llevó a cabo en el aula de pediatría en cuarto piso de Rehabilitación Pediátrica, al área es de 1.5 por 1.5 metros, protegida por tapete flexible; el nivel de dificultad se inicia con un nivel bajo y de acuerdo al rendimiento de cada paciente se progresa, no hay un orden estricto en la realización de los juegos. La sesión fue dirigida por el médico residente integrado al protocolo.

Para el grupo de pacientes que hayan sido sorteados en el grupo de TF, se realizó una sesión de 45 minutos de terapia física convencional, en el área de Rehabilitación Pediátrica ubicada en planta baja, la cual se llevó a cabo por un Lic. en terapia física adscrito al servicio de Rehabilitación Pediátrica. La terapia consistió en: movilización activa asistida para mejorar arcos de movilidad a nivel de hombro, codo, muñeca y dedos, técnicas de neurofacilitación para normalizar tono en el hemicuerpo afectado, fortalecimiento mediante ejercicios isotónicos para el hemicuerpo afectado, reeducación de la marcha en barras paralelas por fases y variantes.

Para la valoración cuantitativa funcional del miembro superior, se utilizó el dispositivo *Sorting Block Box*. El procedimiento que se debe seguir para realizar una evaluación cuantitativa del miembro superior de muestra en las figuras 1-2.

El sujeto de estudio debe colocarse detrás del *Sorting Block Box* con los dos brazos colocados de tal manera que cada mano esté presionando cada uno de los botones verdes. Las dos actividades diferentes se pueden realizar son: llenado y vaciado con la

pieza de madera adecuada en los agujeros de la caja de instrumentación. Inmediatamente después de que el sujeto se encuentre en la posición inicial, el sujeto debe llenar o vaciar el agujero que el experimentador indique (mencionando el color de la pieza de madera), usando la mano correcta, donde se coloca la muñequera con el sensor inercial. Cuando se ha completado con éxito una tarea, el sujeto debe volver a la posición inicial, como se muestra en la fig. 1. Después de que el sujeto presiona de nuevo el botón verde, el sujeto puede iniciar una nueva tarea, justo después de que el experimentador lo indique. Cuando todas las piezas de madera se colocan en sus respectivos agujeros, o son devueltos a sus posiciones iniciales, el experimentador debe detener el registro de datos en el software.

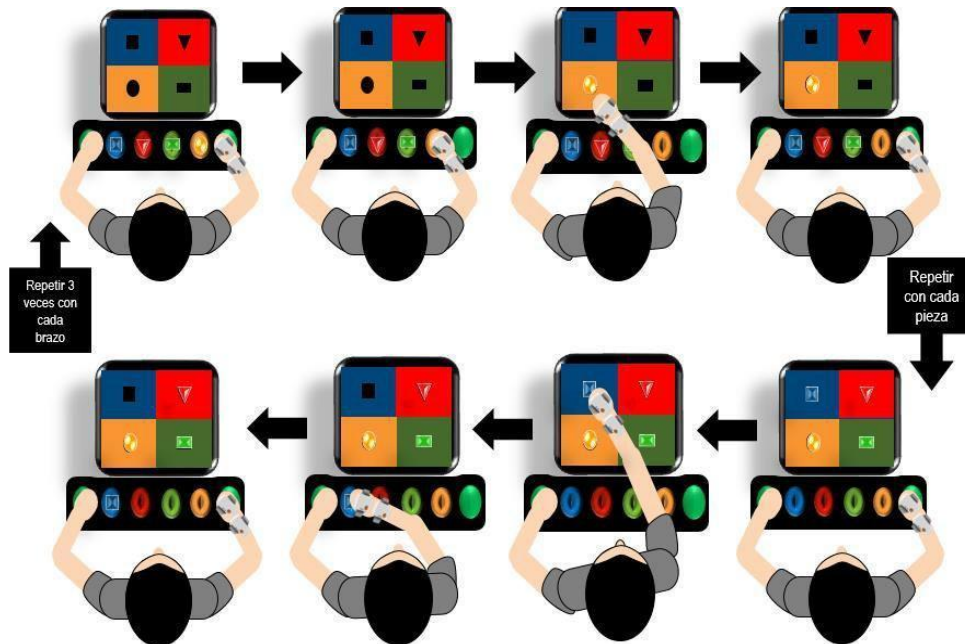


Fig. 1: Procedimiento de valoración cuantitativa de miembro superior utilizando el SBB.



Fig. 2: Valoración del miembro superior utilizando el SBB en un paciente masculino diagnosticado con PC. Laboratorio de Análisis de Movimiento, INR (2019).

Se aplicó la escala ABILHAND-kids (ver Anexo 3) mediante interrogatorio indirecto, es decir al padre o tutor de cada paciente, quien informó directamente al médico rehabilitador residente (capacitado) integrado al protocolo, quien a su vez llenó un formato impreso con dicha escala y posteriormente se introdujo en la base de datos de la escala disponible en internet. Asimismo, se llevó al laboratorio de análisis del movimiento a los pacientes para realizar los ítems de la escala en un ambiente controlado y se llenó nuevamente el formato impreso de la escala y nuevamente se introdujo en la base de datos de la escala.

RESULTADOS

Se incluyó una muestra final de 7 pacientes con parálisis cerebral hemiparesia espástica. Cuatro recibieron terapia de interacción basada en movimiento con Xbox Kinect® y 3 pacientes terapia física convencional. Las medias de los datos demográficos y antropométricos de interés de ambos grupos se encuentran en la Tabla 1.3

Tabla 1.3 Demográficos Promedio

	TI	TF
Edad (años)	8.25 ± 2.22	9.67 ± 1.15
Género (M/F)	3/1	2/1
Hemiparesia (D/I)	3/1	3/0
SCFMG (I/II)	4/0	3/0
Peso (Kg)	32.9 ± 12.77	26.43 ± 6.58
Talla (m)	1.31 ± 0.17	1.19 ± 0.16

A continuación se muestran los resultados obtenidos de los datos procesados del dispositivo SBB, para los diferentes puntos de estudio (cortes). En el Anexo 1 se encuentra el detalle de cada corte (mes 1, 3, 6 y 12), para la métrica de suavidad (SALM) y el tiempo promedio en el que se terminaron las tareas motoras.

Tabla 1.4: Seguimiento total, con cortes al mes 1, 3, 6 y 12, para la métrica cuantitativa de suavidad de movimiento (SALM).

Seguimiento Total (Suavidad de Movimiento)							
Sujeto	Lado	SALM Pre-Terapia	SALM Mes 1	SALM Mes 3	SALM Mes 6	SALM Mes 12	Diferencia total (Mes 0 a 12)
TFsBB001	Derecho	10.12	10.28	10.01	10.30	10.20	0.81%
	Izquierdo	6.60	6.49	6.40	6.52	6.45	-2.28%
TFsBB002	Derecho	16.95	14.83	14.78	15.21	15.27	-9.91%
	Izquierdo	7.54	8.91	8.10	8.32	7.67	1.71%
TFsBB003	Derecho	9.01	8.96	8.82	8.94	8.99	-0.22%
	Izquierdo	7.73	7.76	7.74	7.85	7.75	0.29%
TBMSBB001	Derecho	8.96	8.45	8.41	8.39	7.93	-11.45%
	Izquierdo	7.56	6.71	6.67	6.55	6.31	-16.54%
TBMSBB002	Derecho	14.36	12.92	12.86	12.77	12.04	-16.13%
	Izquierdo	18.29	13.46	13.41	13.25	12.94	-29.26%
TBMSBB003	Derecho	11.03	9.41	9.40	9.13	8.82	-20.06%
	Izquierdo	8.69	7.23	7.21	7.67	7.56	-13.03%
TBMSBB004	Derecho	8.70	8.36	8.34	8.31	8.28	-4.80%
	Izquierdo	6.75	6.34	6.32	6.73	6.47	-4.18%

Diferencias temporales en la Métrica de Suavidad de Movimiento (0-12 meses).

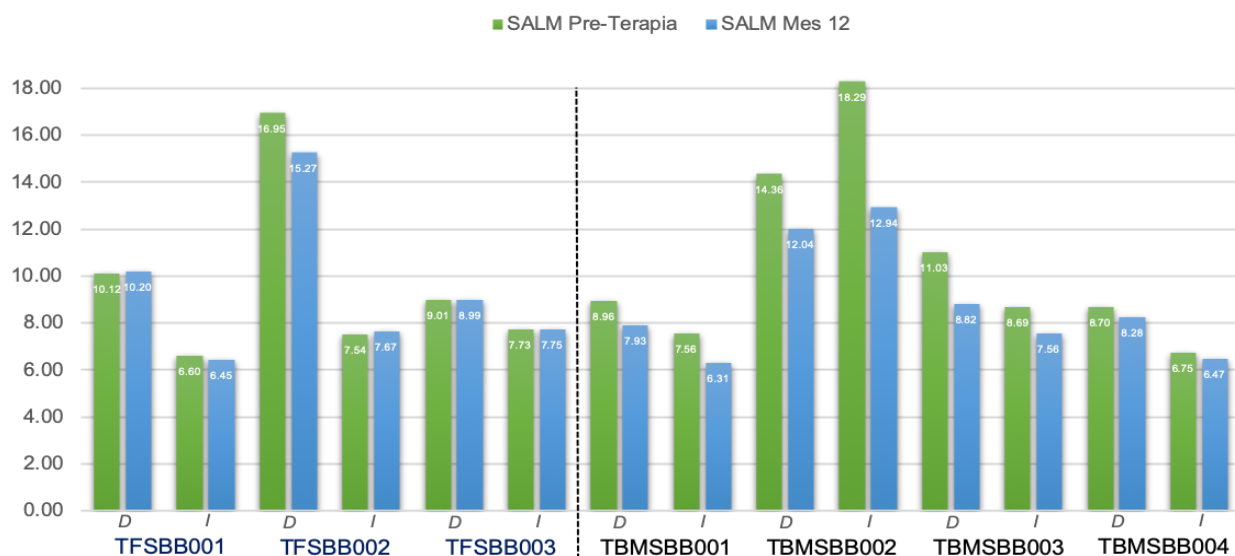


Fig.3: Magnitudes de la suavidad de movimiento (métrica SALM) del miembro superior, antes de ingresar al protocolo y después de 1 año.

Tabla 1.5: Seguimiento total, con cortes al mes 1, 3, 6 y 12, para el tiempo promedio en completar el protocolo experimental.

Seguimiento Total (Tiempo)							Diferencia total (Mes 0 a 12)
Sujeto	Lado	Tiempo Pre-Terapia	Tiempo Mes 1	Tiempo Mes 3	Tiempo Mes 6	Tiempo Mes 12	
TF SBB001	Derecho	21.47	21.30	22.12	21.98	21.29	-0.83%
	Izquierdo	13.72	10.49	10.32	10.15	11.02	-19.70%
TF SBB002	Derecho	60.26	45.13	46.20	46.02	48.34	-19.78%
	Izquierdo	12.61	14.37	13.45	13.41	12.41	-1.62%
TF SBB003	Derecho	20.02	18.56	17.11	18.55	18.30	-8.60%
	Izquierdo	15.05	11.99	13.40	14.02	14.66	-2.60%
TBMSBB001	Derecho	20.25	19.34	20.21	19.97	19.27	-4.86%
	Izquierdo	11.10	10.56	10.79	10.03	9.87	-11.06%
TBMSBB002	Derecho	39.42	36.66	37.45	36.35	35.11	-10.94%
	Izquierdo	57.12	44.34	51.97	48.54	47.31	-17.17%
TBMSBB003	Derecho	33.65	23.97	25.85	23.94	24.08	-28.43%
	Izquierdo	14.99	12.67	12.82	12.04	12.46	-16.90%
TBMSBB004	Derecho	13.07	12.37	12.56	12.39	12.33	-5.66%
	Izquierdo	10.64	9.96	9.44	9.01	9.37	-11.95%

Diferencias temporales en el Tiempo para completar la prueba con el SBB (0-12 meses).

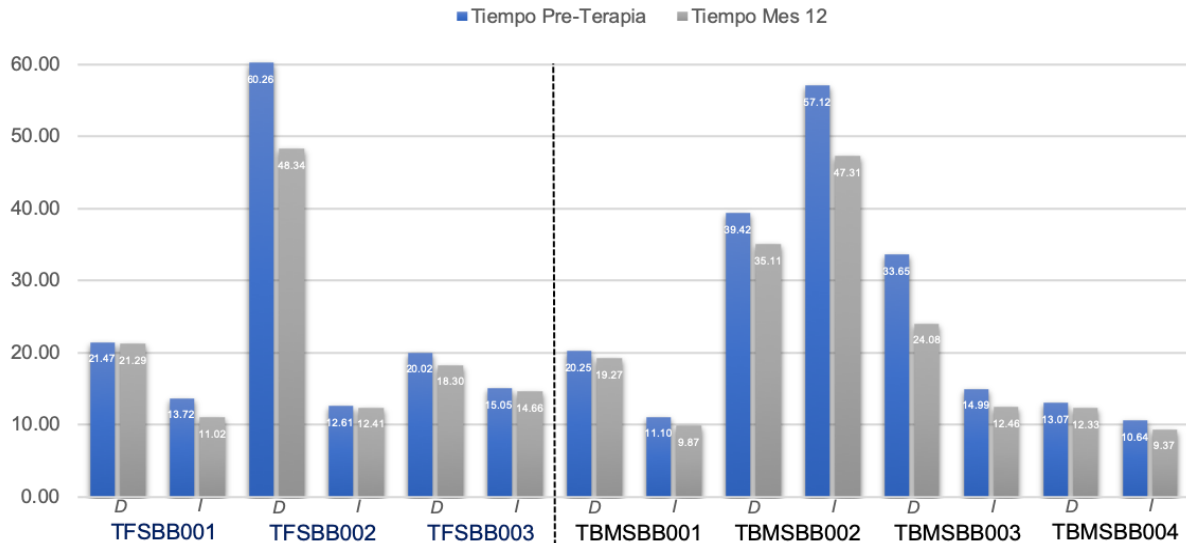


Fig.4: Magnitudes de la suavidad de movimiento (métrica SALM) del miembro superior, antes de ingresar al protocolo y después de 1 año.

En relación a la terapia otorgada, el análisis obtenido con el procesamiento de las señales capturadas con el SBB, muestra que existe mejoría en el control neuromotor (suavidad del movimiento y tiempo para completar cada tarea) para el 100% de los casos del grupo de TI para ambos lados, con porcentajes de mejora de entre 4.18% y 29.26%.

Por el contrario, para el grupo de TF, el 50.0% de los casos muestran que el control neuro-motor se vio afectado entre el 0.81% y 1.71%. El 100% de los casos en TI y TF mostraron un progreso en el tiempo que tardaron completando el protocolo experimental. Para TF, el rango de mejora varió entre 0.83% y 19.78% (el mayor porcentaje de mejora estuvo presente en el paciente de menor edad); para TI, el rango fue de 4.86% a 28.43%. Esto se muestra en la Tablas 1.4 y 1.5.

El análisis de la varianza de una vía (ANOVA) realizado en todas las variables demuestra que únicamente existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales ($F(19,60) = 6.407$, $p = 0.000$) tomando como referencia la mejoría en la suavidad del movimiento (cantidad de sub-movimientos presentes en los patrones de control neuro-motor del miembro superior, mostrado con los resultados de la métrica cuantitativa SALM) medida en los diferentes puntos de control/corte (inicio, mes 1, 3, 6, 12), como se muestra en la Tabla 1.7. El análisis post-hoc de Tukey muestra que también existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de los 5 puntos de corte, para el análisis de suavidad de movimiento ($p < .001$); esto se muestra en la tabla 1.8.

La tabla 1.8 muestra las correlaciones encontradas para las variables de interés

en el estudio. Se observan correlaciones moderadas y altas estadísticamente significativas ($p < 0.01$) entre las mediciones de suavidad de movimiento, tiempo y mejoría en el control neuromotor, en las fases previas, intermedias y posteriores a la terapia. Además, se observa una correlación moderada-alta estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre el porcentaje de mejoría en el control neuromotor y el tipo de paciente estudiado.

Tabla 1.6: Estadísticos descriptivos para los puntos de medición/corte, relacionados al porcentaje de mejoría en la suavidad de movimiento.

Descriptivos

MejoríaSALM

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Terapia Física – Previo	6	0,0000	0,00000	0,00000	0,0000	0,0000	0,00	0,00
Terapia Basada en Movimientos – Previo	8	0,0000	0,00000	0,00000	0,0000	0,0000	0,00	0,00
Terapia Física – Mes 1	6	0,0089	0,09852	0,04022	-0,0945	0,1123	-0,12	0,18
Terapia Basada en Movimientos – Mes 1	8	-0,1187	0,07413	0,02621	-0,1807	-0,0567	-0,26	-0,04
Terapia Física – Mes 3	6	-0,0191	0,06508	0,02657	-0,0874	0,0492	-0,13	0,07
Terapia Basada en Movimientos – Mes 3	8	-0,1217	0,07368	0,02605	-0,1833	-0,0601	-0,27	-0,04
Terapia Física – Mes 6	6	0,0024	0,06625	0,02705	-0,0671	0,0719	-0,10	0,10
Terapia Basada en Movimientos – Mes 6	8	-0,1151	0,08419	0,02977	-0,1855	-0,0447	-0,28	0,00
Terapia Física – Mes 12	6	-0,0160	0,04283	0,01749	-0,0610	0,0289	-0,10	0,02
Terapia Basada en Movimientos – Mes 12	8	-0,1443	0,08173	0,02890	-0,2126	-0,0760	-0,29	-0,04
Total	70	-0,0592	0,08819	0,01054	-0,0802	-0,0381	-0,29	0,18

Tabla 1.7: Tabla ANOVA para el porcentaje de mejoría de la suavidad de movimiento.

ANOVA

MejoríaSALM

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,263	9	0,029	6,407	0,000
Dentro de grupos	0,274	60	0,005		
Total	0,537	69			

Tabla 1.8: Tabla ANOVA para el porcentaje de mejoría del tiempo promedio en completar un protocolo experimental.

ANOVA

MejoríaTiempo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,150	9	0,017	1,899	0,069
Dentro de grupos	0,525	60	0,009		
Total	0,675	69			

**Tabla 1.9: Tabla de comparaciones múltiples para el análisis post-hoc de Tukey.
Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: MejoríaSALM

HSD Tukey

(I) Tipo_Paciente	(J) Tipo_Paciente	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Terapia Física – Previo	Terapia Basada en Movimientos – Previo	0,00000	0,03647	1,000	-0,1198	0,1198
	Terapia Física – Mes 1	-0,00893	0,03899	1,000	-0,1370	0,1192
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 1	0,11869	0,03647	0,054	-0,0011	0,2385
	Terapia Física – Mes 3	0,01907	0,03899	1,000	-0,1090	0,1472
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 3	0,12168*	0,03647	0,044	0,0018	0,2415
	Terapia Física – Mes 6	-0,00242	0,03899	1,000	-0,1305	0,1257
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 6	0,11510	0,03647	0,070	-0,0047	0,2349
	Terapia Física – Mes 12	0,01601	0,03899	1,000	-0,1121	0,1441
Terapia Basada en Movimientos – Mes 12	0,14430*	0,03647	0,007	0,0245	0,2641	
Terapia Basada en Movimientos – Previo	Terapia Física – Previo	0,00000	0,03647	1,000	-0,1198	0,1198
	Terapia Física – Mes 1	-0,00893	0,03647	1,000	-0,1288	0,1109
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 1	0,11869*	0,03377	0,027	0,0077	0,2296
	Terapia Física – Mes 3	0,01907	0,03647	1,000	-0,1008	0,1389
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 3	0,12168*	0,03377	0,021	0,0107	0,2326
	Terapia Física – Mes 6	-0,00242	0,03647	1,000	-0,1222	0,1174
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 6	0,11510*	0,03377	0,036	0,0042	0,2260
	Terapia Física – Mes 12	0,01601	0,03647	1,000	-0,1038	0,1358
Terapia Basada en Movimientos – Mes 12	0,14430*	0,03377	0,003	0,0334	0,2552	
Terapia Física – Mes 1	Terapia Física – Previo	0,00893	0,03899	1,000	-0,1192	0,1370
	Terapia Basada en Movimientos – Previo	0,00893	0,03647	1,000	-0,1109	0,1288
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 1	0,12762*	0,03647	0,028	0,0078	0,2475
	Terapia Física – Mes 3	0,02801	0,03899	0,999	-0,1001	0,1561
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 3	0,13061*	0,03647	0,022	0,0108	0,2504
	Terapia Física – Mes 6	0,00652	0,03899	1,000	-0,1216	0,1346
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 6	0,12403*	0,03647	0,037	0,0042	0,2439
	Terapia Física – Mes 12	0,02494	0,03899	1,000	-0,1032	0,1530
Terapia Basada en Movimientos – Mes 12	0,15323*	0,03647	0,003	0,0334	0,2731	

Terapia Basada en Movimientos – Mes 1	Terapia Física – Previo	-0,11869	0,03647	0,054	-0,2385	0,0011
	Terapia Basada en Movimientos – Previo	-0,11869*	0,03377	0,027	-0,2296	-0,0077
	Terapia Física – Mes 1	-0,12762*	0,03647	0,028	-0,2475	-0,0078
	Terapia Física – Mes 3	-0,09961	0,03647	0,185	-0,2194	0,0202
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 3	0,00299	0,03377	1,000	-0,1080	0,1139
	Terapia Física – Mes 6	-0,12110*	0,03647	0,046	-0,2409	-0,0013
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 6	-0,00359	0,03377	1,000	-0,1145	0,1074
	Terapia Física – Mes 12	-0,10268	0,03647	0,155	-0,2225	0,0172
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 12	0,02562	0,03377	0,999	-0,0853	0,1366
Terapia Física – Mes 3	Terapia Física – Previo	-0,01907	0,03899	1,000	-0,1472	0,1090
	Terapia Basada en Movimientos – Previo	-0,01907	0,03647	1,000	-0,1389	0,1008
	Terapia Física – Mes 1	-0,02801	0,03899	0,999	-0,1561	0,1001
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 1	0,09961	0,03647	0,185	-0,0202	0,2194
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 3	0,10260	0,03647	0,156	-0,0172	0,2224
	Terapia Física – Mes 6	-0,02149	0,03899	1,000	-0,1496	0,1066
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 6	0,09603	0,03647	0,226	-0,0238	0,2159
	Terapia Física – Mes 12	-0,00307	0,03899	1,000	-0,1312	0,1250
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 12	0,12523*	0,03647	0,034	0,0054	0,2451
Terapia Basada en Movimientos – Mes 3	Terapia Física – Previo	-0,12168*	0,03647	0,044	-0,2415	-0,0018
	Terapia Basada en Movimientos – Previo	-0,12168*	0,03377	0,021	-0,2326	-0,0107
	Terapia Física – Mes 1	-0,13061*	0,03647	0,022	-0,2504	-0,0108
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 1	-0,00299	0,03377	1,000	-0,1139	0,1080
	Terapia Física – Mes 3	-0,10260	0,03647	0,156	-0,2224	0,0172
	Terapia Física – Mes 6	-0,12409*	0,03647	0,037	-0,2439	-0,0043
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 6	-0,00657	0,03377	1,000	-0,1175	0,1044
	Terapia Física – Mes 12	-0,10567	0,03647	0,129	-0,2255	0,0142
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 12	0,02263	0,03377	1,000	-0,0883	0,1336

Terapia Física – Mes 6	Terapia Física – Previo	0,00242	0,03899	1,000	-0,1257	0,1305
	Terapia Basada en Movimientos – Previo	0,00242	0,03647	1,000	-0,1174	0,1222
	Terapia Física – Mes 1	-0,00652	0,03899	1,000	-0,1346	0,1216
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 1	0,12110*	0,03647	0,046	0,0013	0,2409
	Terapia Física – Mes 3	0,02149	0,03899	1,000	-0,1066	0,1496
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 3	0,12409*	0,03647	0,037	0,0043	0,2439
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 6	0,11752	0,03647	0,059	-0,0023	0,2374
	Terapia Física – Mes 12	0,01842	0,03899	1,000	-0,1097	0,1465
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 12	0,14672*	0,03647	0,006	0,0269	0,2666
Terapia Basada en Movimientos – Mes 6	Terapia Física – Previo	-0,11510	0,03647	0,070	-0,2349	0,0047
	Terapia Basada en Movimientos – Previo	-0,11510*	0,03377	0,036	-0,2260	-0,0042
	Terapia Física – Mes 1	-0,12403*	0,03647	0,037	-0,2439	-0,0042
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 1	0,00359	0,03377	1,000	-0,1074	0,1145
	Terapia Física – Mes 3	-0,09603	0,03647	0,226	-0,2159	0,0238
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 3	0,00657	0,03377	1,000	-0,1044	0,1175
	Terapia Física – Mes 6	-0,11752	0,03647	0,059	-0,2374	0,0023
	Terapia Física – Mes 12	-0,09909	0,03647	0,191	-0,2189	0,0207
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 12	0,02920	0,03377	0,997	-0,0817	0,1401
Terapia Física – Mes 12	Terapia Física – Previo	-0,01601	0,03899	1,000	-0,1441	0,1121
	Terapia Basada en Movimientos – Previo	-0,01601	0,03647	1,000	-0,1358	0,1038
	Terapia Física – Mes 1	-0,02494	0,03899	1,000	-0,1530	0,1032
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 1	0,10268	0,03647	0,155	-0,0172	0,2225
	Terapia Física – Mes 3	0,00307	0,03899	1,000	-0,1250	0,1312
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 3	0,10567	0,03647	0,129	-0,0142	0,2255
	Terapia Física – Mes 6	-0,01842	0,03899	1,000	-0,1465	0,1097
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 6	0,09909	0,03647	0,191	-0,0207	0,2189
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 12	0,12830*	0,03647	0,027	0,0085	0,2481
Terapia Basada en Movimientos – Mes 12	Terapia Física – Previo	-0,14430*	0,03647	0,007	-0,2641	-0,0245
	Terapia Basada en Movimientos – Previo	-0,14430*	0,03377	0,003	-0,2552	-0,0334
	Terapia Física – Mes 1	-0,15323*	0,03647	0,003	-0,2731	-0,0334
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 1	-0,02562	0,03377	0,999	-0,1366	0,0853
	Terapia Física – Mes 3	-0,12523*	0,03647	0,034	-0,2451	-0,0054
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 3	-0,02263	0,03377	1,000	-0,1336	0,0883
	Terapia Física – Mes 6	-0,14672*	0,03647	0,006	-0,2666	-0,0269
	Terapia Basada en Movimientos – Mes 6	-0,02920	0,03377	0,997	-0,1401	0,0817
	Terapia Física – Mes 12	-0,12830*	0,03647	0,027	-0,2481	-0,0085

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Tabla 1.10: Correlaciones encontradas entre las variables medidas.

Correlaciones

		Tipo_Pacient e	SALM	MejoríaSALM	MejoríaTiem po
Tipo_Paciente	Correlación de Pearson	1	-0,114	-0,378**	-0,338**
	Sig. (bilateral)		0,345	0,001	0,004
	N	70	70	70	70
SALM	Correlación de Pearson	-0,114	1	-0,257*	-0,060
	Sig. (bilateral)	0,345		0,031	0,624
	N	70	70	70	70
MejoríaSALM	Correlación de Pearson	-0,378**	-0,257*	1	0,613**
	Sig. (bilateral)	0,001	0,031		0,000
	N	70	70	70	70
MejoríaTiempo	Correlación de Pearson	-0,338**	-0,060	0,613**	1
	Sig. (bilateral)	0,004	0,624	0,000	
	N	70	70	70	70

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 1.11: Seguimiento total, con cortes al mes 1, 3, 6 y 12, para la suavidad de movimiento, contrastado con el grupo de Sujetos Sanos.

Seguimiento y Contraste Total (Suavidad de Movimiento)									
Sujeto	Lado	SALM Pre-Terapia	SALM Mes 1	SALM Mes 3	SALM Mes 6	SALM Mes 12	Sujeto	Lado	SALM
TFSBB001	Derecho	10.12	10.28	10.01	10.30	10.20	CSBB001	Derecho	3.45
	Izquierdo	6.60	6.49	6.40	6.52	6.45		Izquierdo	4.10
TFSBB002	Derecho	16.95	14.83	14.78	15.21	15.27	CSBB002	Derecho	3.76
	Izquierdo	7.54	8.91	8.10	8.32	7.67		Izquierdo	3.32
TFSBB003	Derecho	9.01	8.96	8.82	8.94	8.99	CSBB003	Derecho	3.89
	Izquierdo	7.73	7.76	7.74	7.85	7.75		Izquierdo	4.65
TBMSBB001	Derecho	8.96	8.45	8.41	8.39	7.93	CSBB004	Derecho	4.01
	Izquierdo	7.56	6.71	6.67	6.55	6.31		Izquierdo	4.89
TBMSBB002	Derecho	14.36	12.92	12.86	12.77	12.04	CSBB005	Derecho	5.50
	Izquierdo	18.29	13.46	13.41	13.25	12.94		Izquierdo	3.66
TBMSBB003	Derecho	11.03	9.41	9.40	9.13	8.82	CSBB006	Derecho	3.72
	Izquierdo	8.69	7.23	7.21	7.67	7.56		Izquierdo	3.98
TBMSBB004	Derecho	8.70	8.36	8.34	8.31	8.28	CSBB007	Derecho	5.30
	Izquierdo	6.75	6.34	6.32	6.73	6.47		Izquierdo	5.60

Tabla 1.12: Seguimiento total, con cortes al mes 1, 3, 6 y 12, para el tiempo promedio en completar el protocolo experimental, contrastado con el grupo de Sujetos Sanos.

Seguimiento y Contraste Total (Tiempo)									
Sujeto	Lado	Tiempo Pre-Terapia	Tiempo Mes 1	Tiempo Mes 3	Tiempo Mes 6	Tiempo Mes 12	Sujeto	Lado	Tiempo
TFSBB001	Derecho	21.47	21.30	22.12	21.98	21.29	CSBB001	Derecho	8.60
	Izquierdo	13.72	10.49	10.32	10.15	11.02		Izquierdo	9.10
TFSBB002	Derecho	60.26	45.13	46.20	46.02	48.34	CSBB002	Derecho	7.03
	Izquierdo	12.61	14.37	13.45	13.41	12.41		Izquierdo	7.34
TFSBB003	Derecho	20.02	18.56	17.11	18.55	18.30	CSBB003	Derecho	7.99
	Izquierdo	15.05	11.99	13.40	14.02	14.66		Izquierdo	8.34
TBMSBB001	Derecho	20.25	19.34	20.21	19.97	19.27	CSBB004	Derecho	8.06
	Izquierdo	11.10	10.56	10.79	10.03	9.87		Izquierdo	8.99
TBMSBB002	Derecho	39.42	36.66	37.45	36.35	35.11	CSBB005	Derecho	9.20
	Izquierdo	57.12	44.34	51.97	48.54	47.31		Izquierdo	8.10
TBMSBB003	Derecho	33.65	23.97	25.85	23.94	24.08	CSBB006	Derecho	8.29
	Izquierdo	14.99	12.67	12.82	12.04	12.46		Izquierdo	8.86
TBMSBB004	Derecho	13.07	12.37	12.56	12.39	12.33	CSBB007	Derecho	9.12
	Izquierdo	10.64	9.96	9.44	9.01	9.37		Izquierdo	9.33

Diferencias temporales en la Métrica de Suavidad de Movimiento (0-12 meses) y Media de Sujetos Sanos.

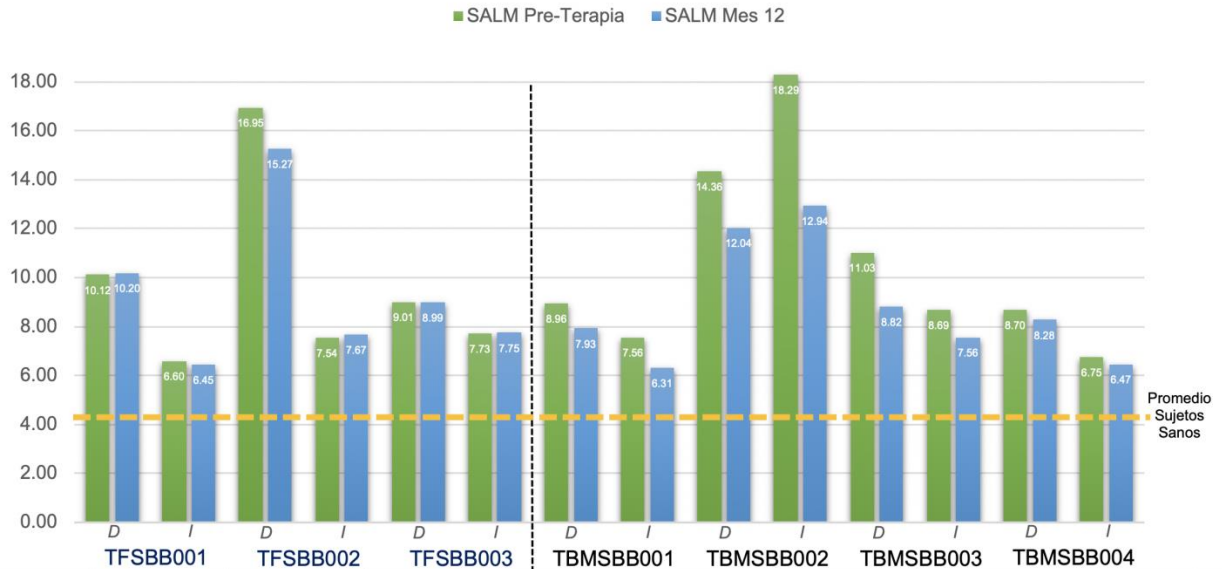


Fig.5: Magnitudes de la suavidad de movimiento (métrica SALM) del miembro superior, antes de ingresar al protocolo y después de 1 año, contrastadas con el promedio de los Sujetos Sanos.

Diferencias temporales en el Tiempo para completar la prueba con el SBB (0-12 meses) y Media de Sujetos Sanos.

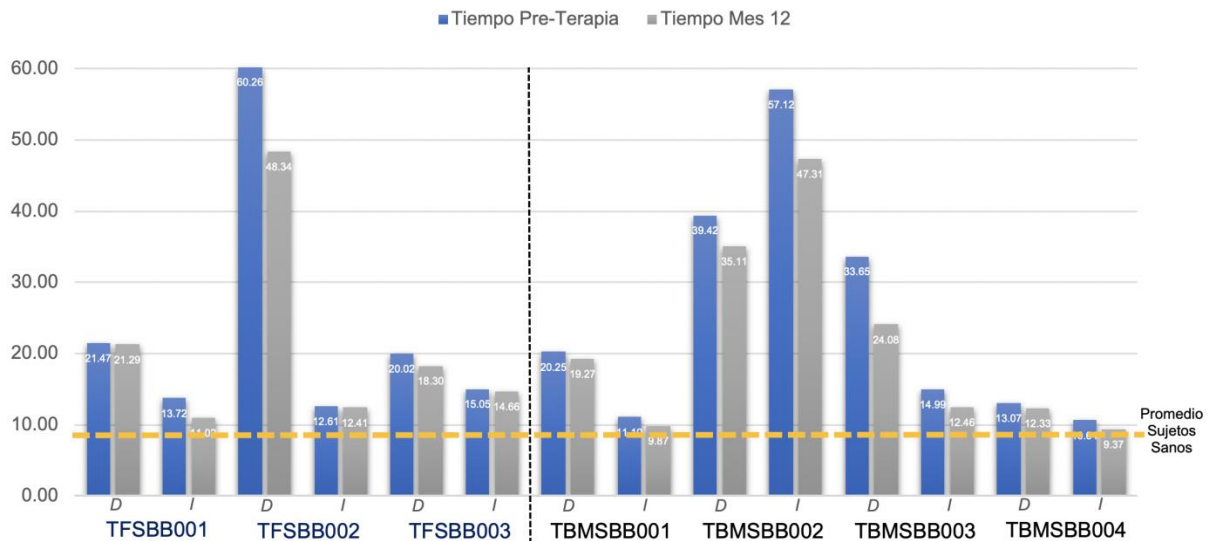


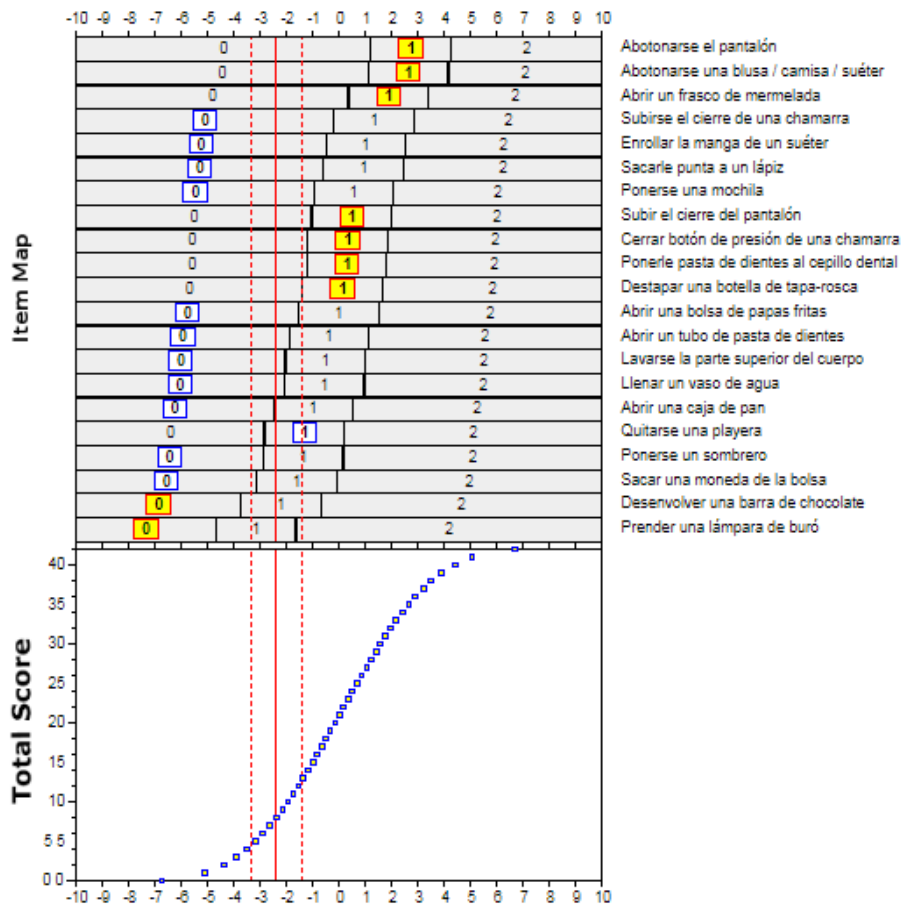
Fig.6: Magnitudes de tiempo en completar la actividad experimental, antes de ingresar al protocolo y después de 1 año, contrastadas como el promedio de los Sujetos Sanos.

Se les aplicó el cuestionario ABILHANDS-Kids previo al inicio de la terapia y al término de su última sesión (cuatro semanas), así como la valoración cuantitativa usando el SBB, ambas evaluaciones fueron aplicadas posteriormente a los 3, 6 y 12 meses postintervención. De acuerdo al primer instrumento, se observa en las gráficas 1, 2 y 3 el mapa de frecuencias pre y post terapia; donde se observa que existe un 86% de

probabilidad de que las respuestas se encuentren en el área de respuestas centrales para todos los ítems. Todos los pacientes incluidos tienen una clasificación de la función motora gruesa I, que corresponde al nivel de menor afectación.

**PACIENTE 1
(DATOS OBTENIDOS POR FAMILIAR)**

Informe de evaluación ABILHAND-Kids - rehab-scales.org



Resultados de la evaluación del paciente:

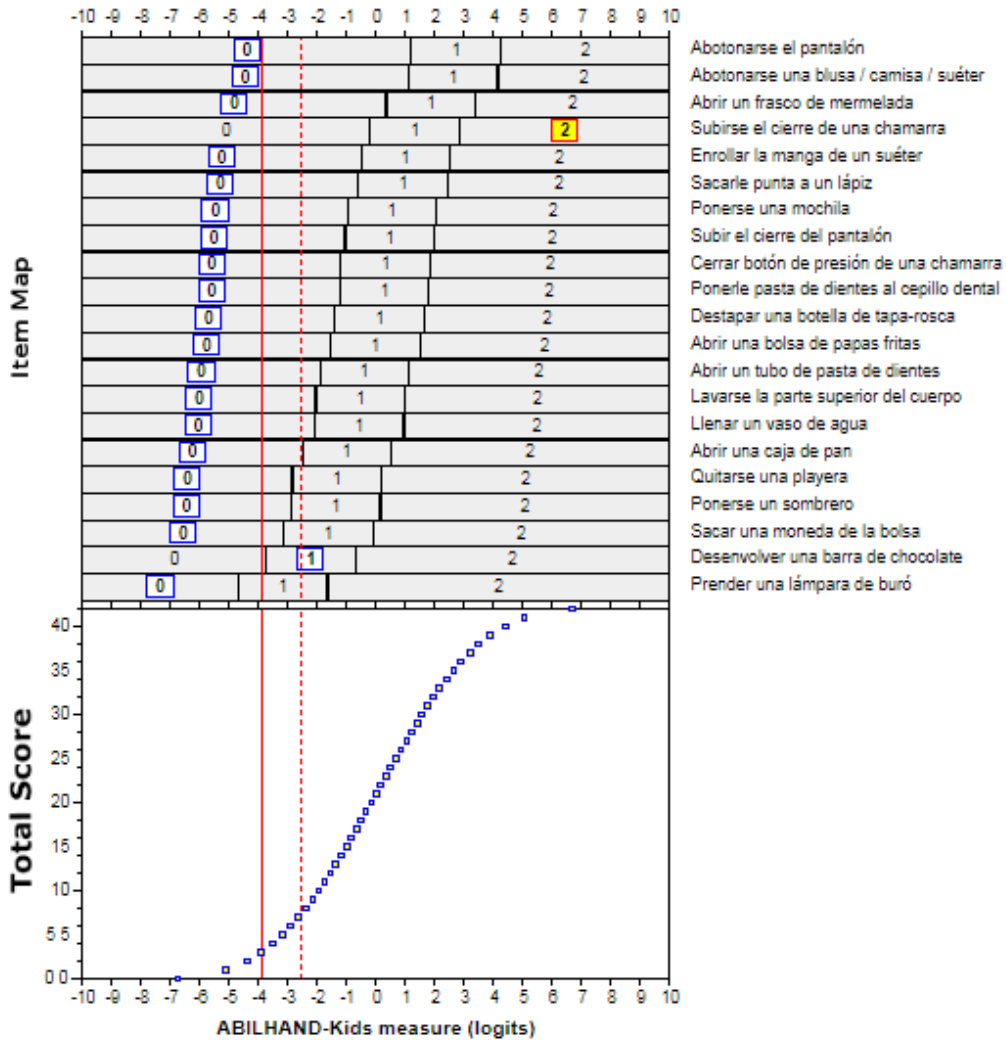
- Puntuación del paciente: 8 (21 elementos puntuados de 21)
- Respuestas faltantes: 0
- Medida del paciente: -2.393 logits (32% de logits)
- Error estándar: 0.485 logits (4% de logits)

Puntajes de ítems:

- 0 = Fácil
- 1 = Difícil
- 2 = imposible

PACIENTE 1

Informe de evaluación ABILHAND-Kids - rehab-scales.org

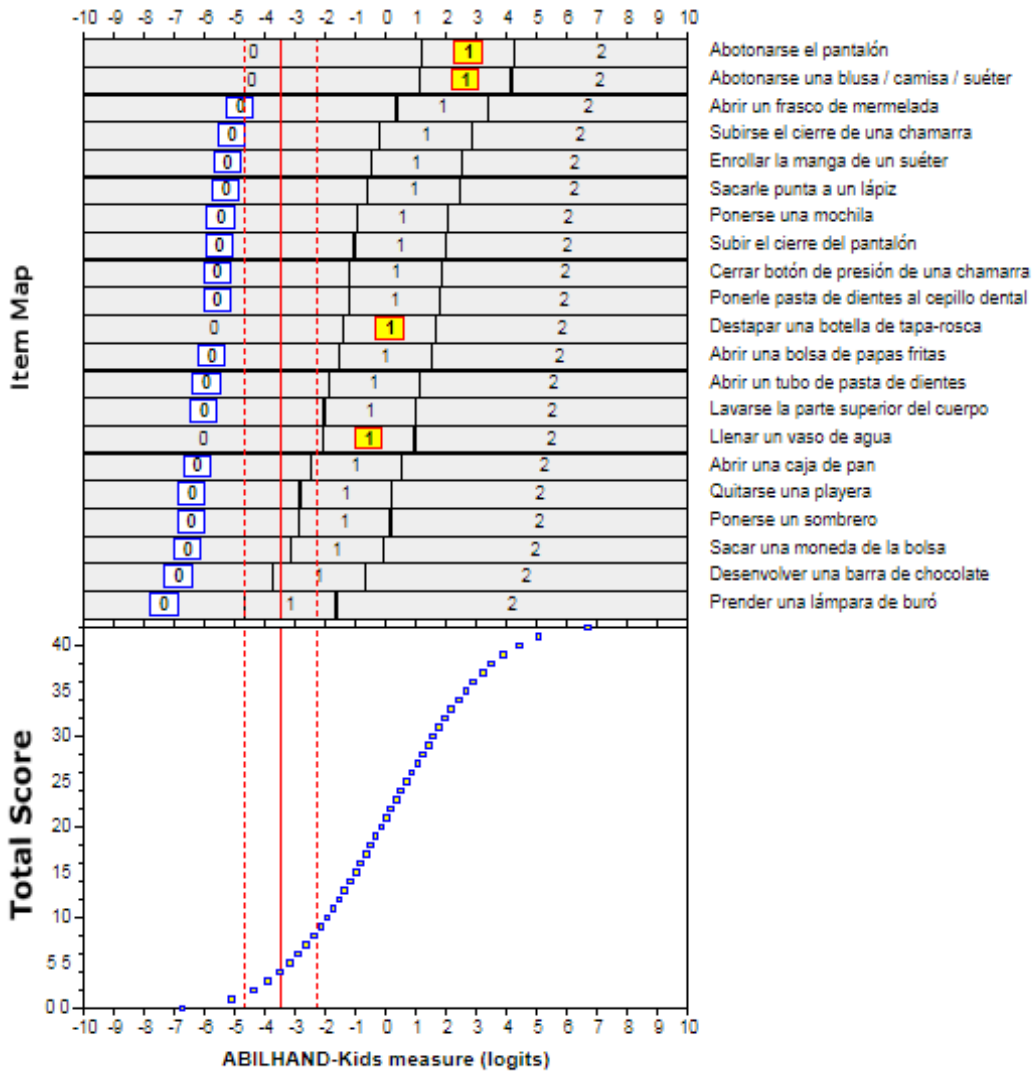


Resultados de la evaluación del paciente:

- Puntuación del paciente: 3 (21 elementos puntuados de 21)
- Respuestas faltantes: 0
- Medida del paciente: -3.903 logits (21% de logits)
- Error estándar: 0.666 logits (5% de logits)

PACIENTE 2
(DATOS OBTENIDOS POR FAMILIAR)

Informe de evaluación ABILHAND-Kids - rehab-scales.org

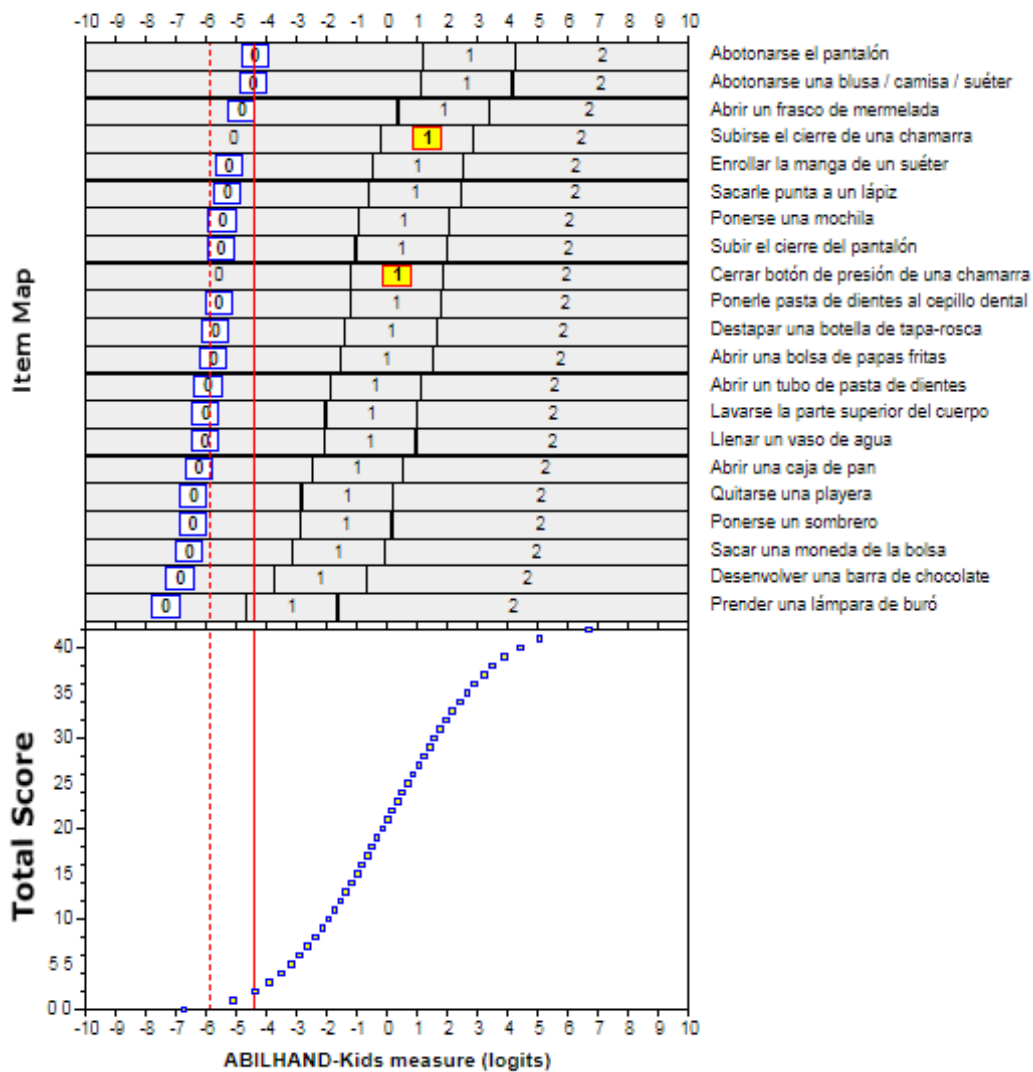


Resultados de la evaluación del paciente:

- Puntuación del paciente: 4 (21 elementos puntuados de 21)
- Respuestas faltantes: 0
- Medida del paciente: -3.514 logits (24% de logits)
- Error estándar: 0,603 logits (4% de logits)

PACIENTE 2

Informe de evaluación ABILHAND-Kids - rehab-scales.org



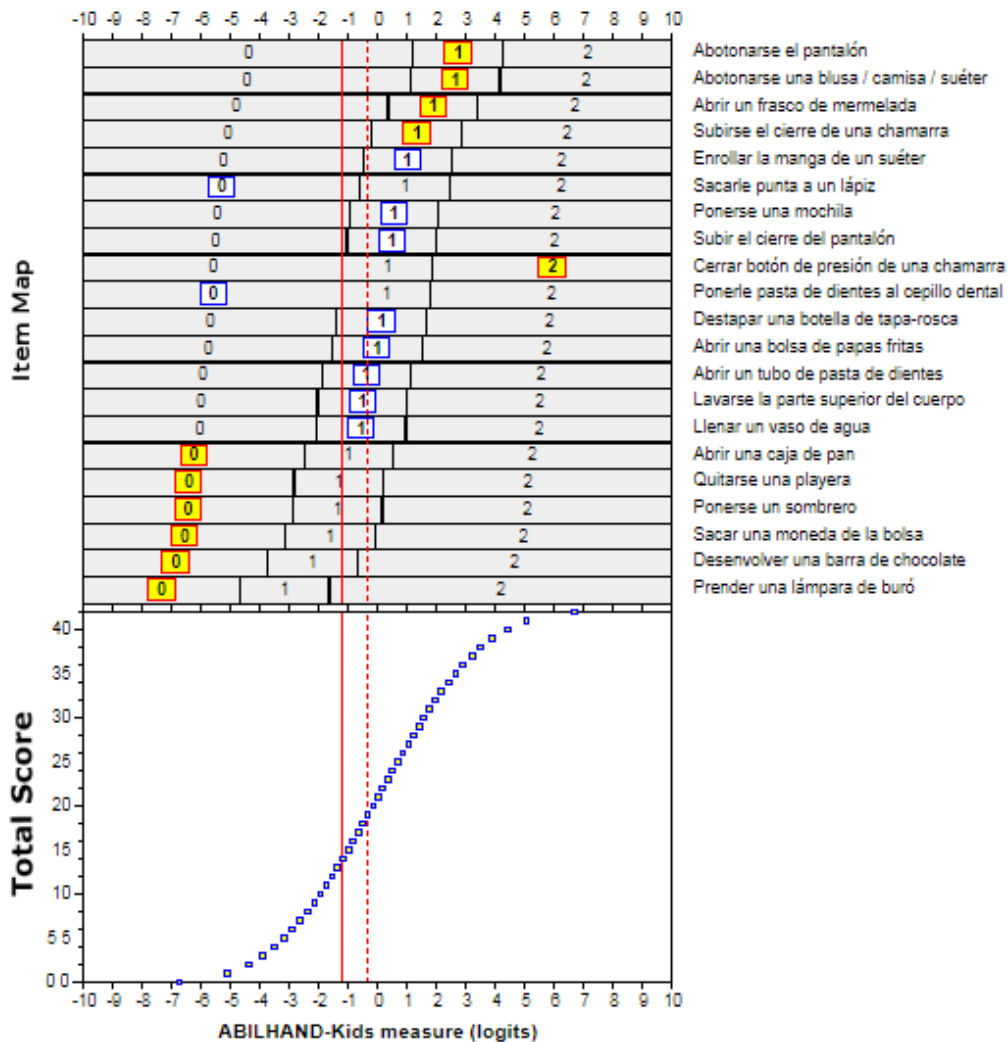
Resultados de la evaluación del paciente:

- Puntuación del paciente: 2 (21 elementos puntuados de 21)
- Respuestas faltantes: 0
- Medida del paciente: -4.392 logits (18% de logits)
- Error estándar: 0.764 logits (6% de logits)

PACIENTE 3

(DATOS OBTENIDOS POR FAMILIAR)

Informe de evaluación ABILHAND-Kids - rehab-scales.org

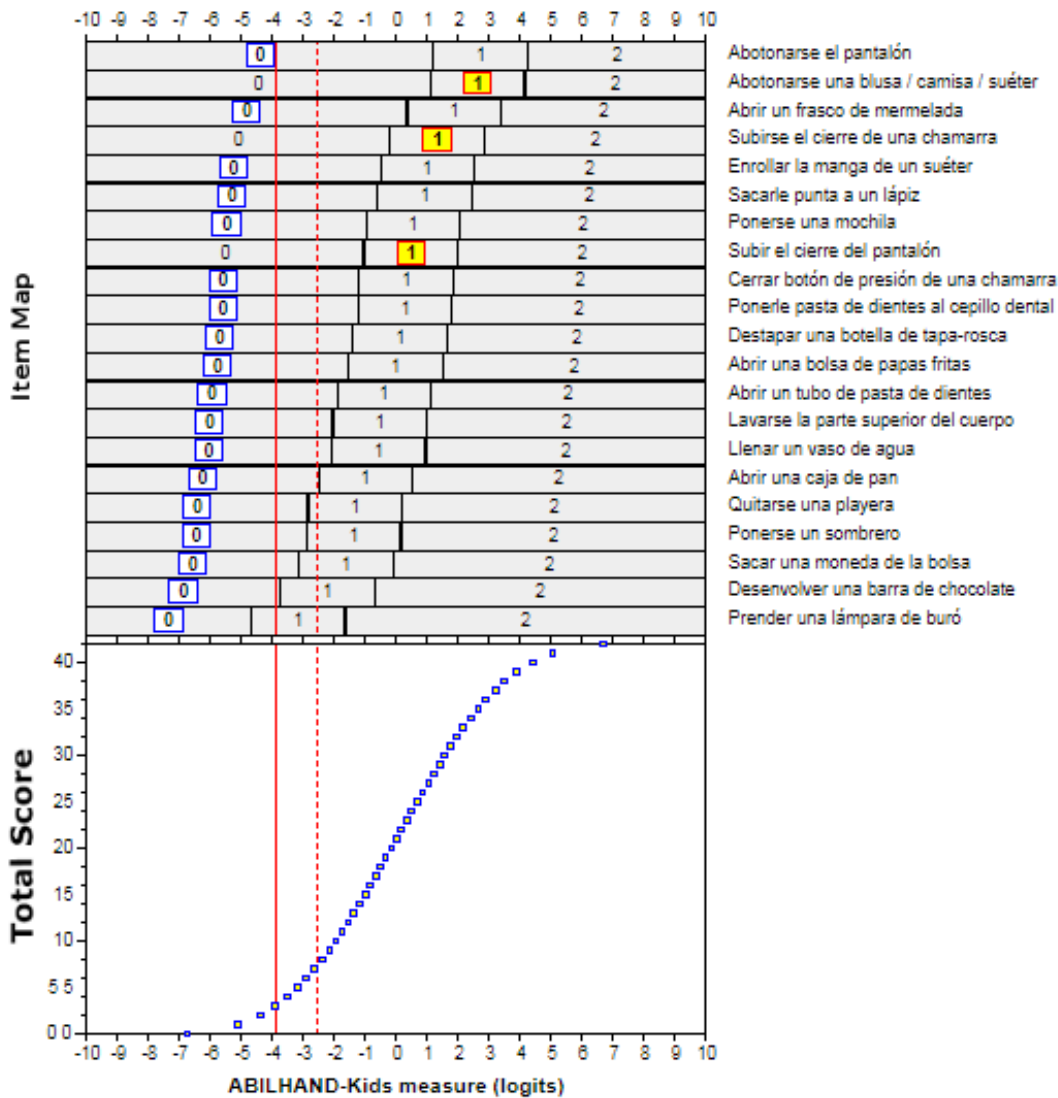


Resultados de la evaluación del paciente:

- Puntuación del paciente: 14 (21 elementos puntuados de 21)
- Respuestas faltantes: 0
- Medida del paciente: -1.195 logits (41% de logits)
- Error estándar: 0.426 logits (3% de logits)

PACIENTE 3

Informe de evaluación ABILHAND-Kids - rehab-scales.org

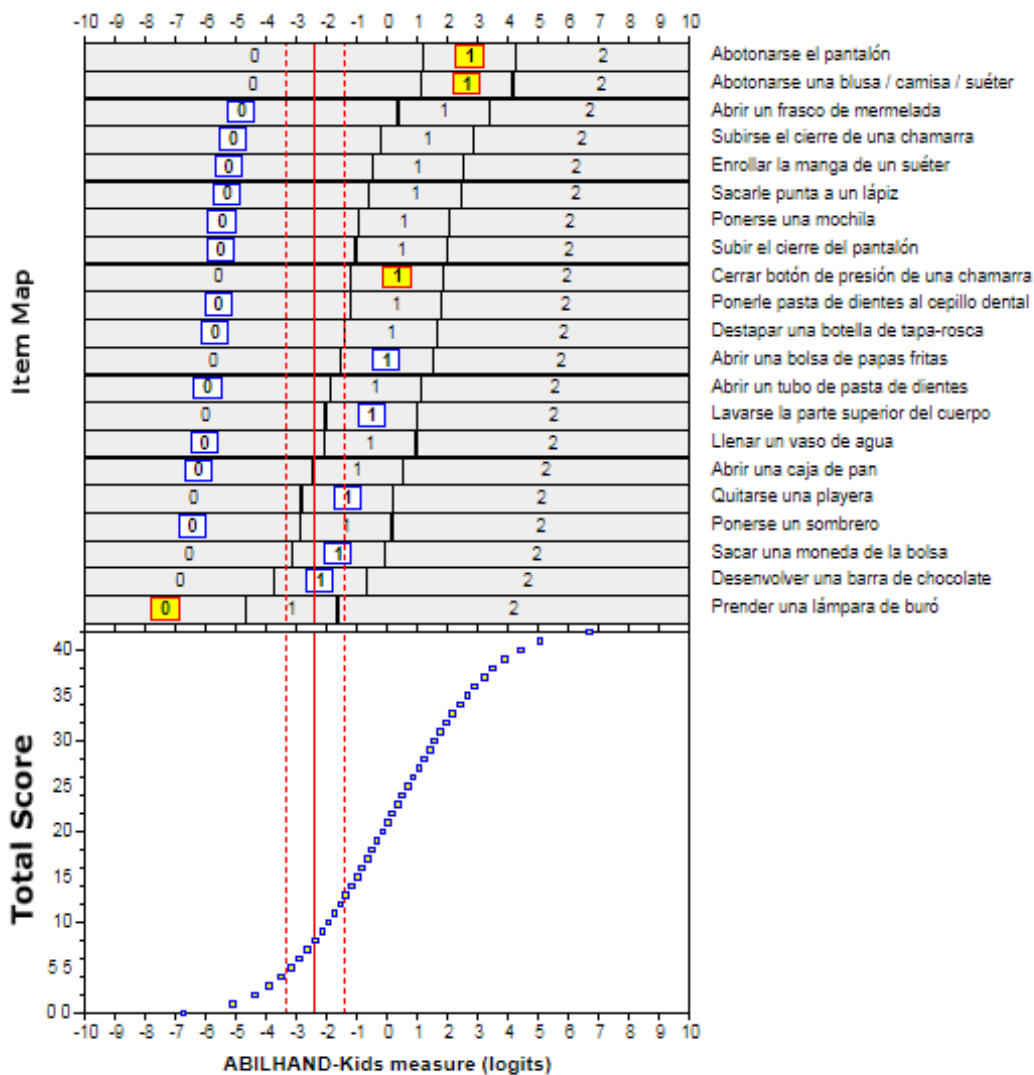


Resultados de la evaluación del paciente:

- Puntuación del paciente: 3 (21 elementos puntuados de 21)
- Respuestas faltantes: 0
- Medida del paciente: -3.903 logits (21% de logits)
- Error estándar: 0.666 logits (5% de logits)

PACIENTE 4
(DATOS OBTENIDOS POR FAMILIAR)

Informe de evaluación ABILHAND-Kids - rehab-scales.org



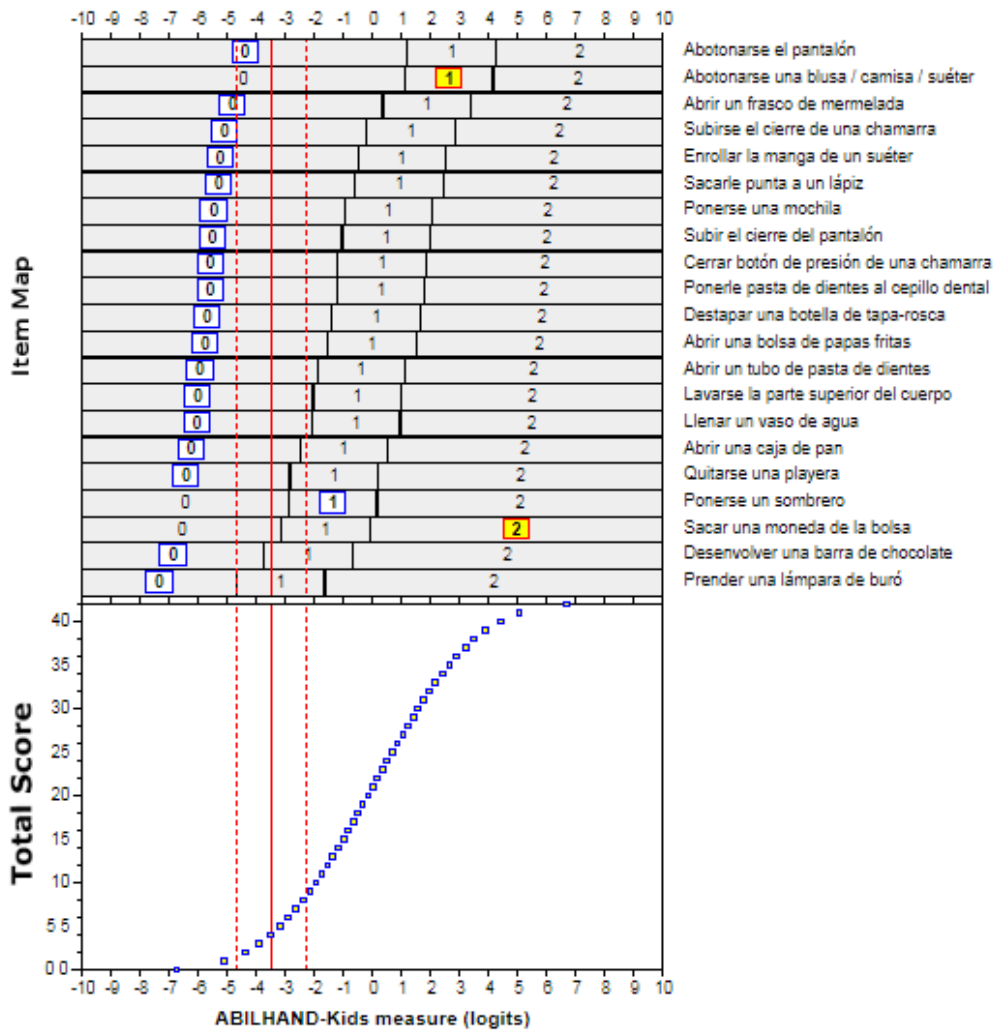
Resultados de la evaluación del paciente:

- Puntuación del paciente: 8 (21 elementos puntuados de 21)
- Respuestas faltantes: 0
- Medida del paciente: -2.393 logits (32% de logits)
- Error estándar: 0.485 logits (4% de logits)

PACIENTE 4

Resultados de la evaluación del paciente:

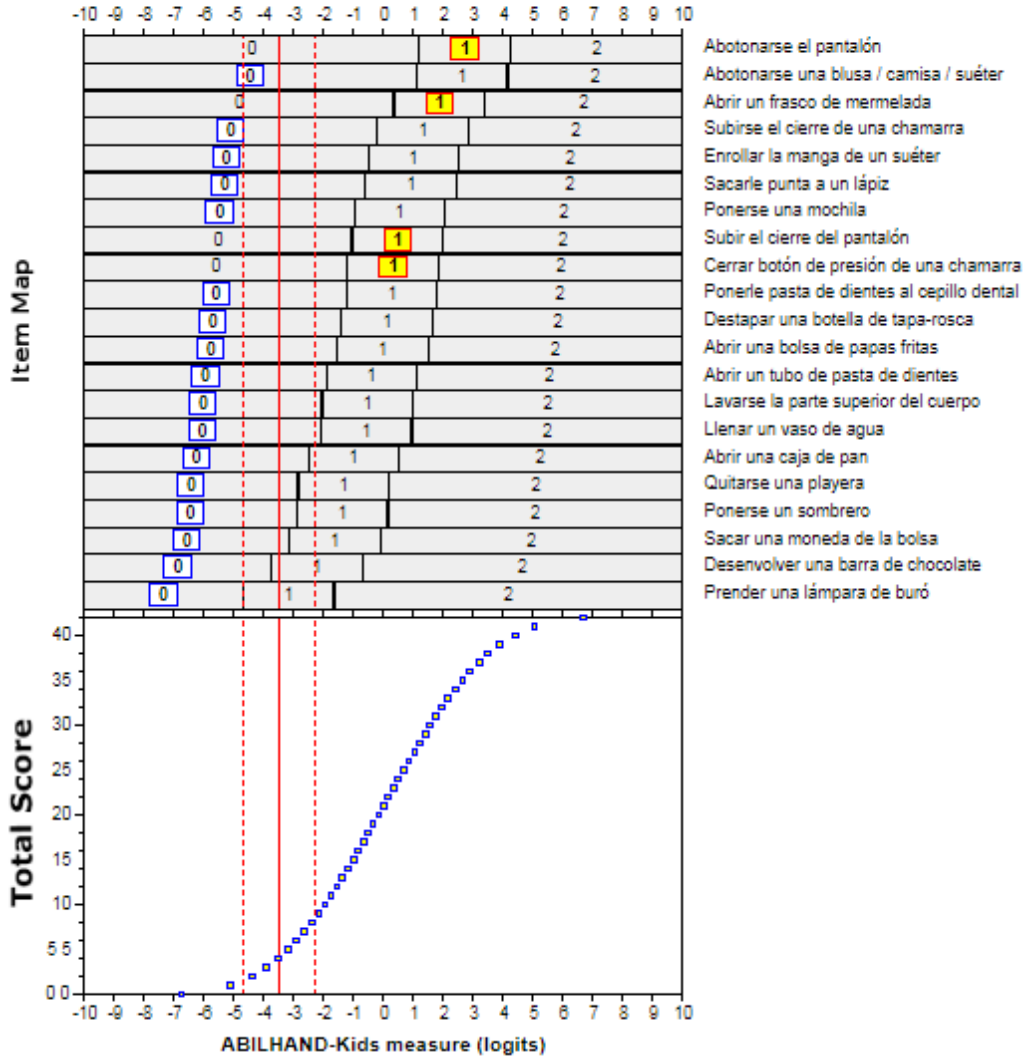
Informe de evaluación ABILHAND-Kids - rehab-scales.org



- Puntuación del paciente: 4 (21 elementos puntuados de 21)
- Respuestas faltantes: 0
- Medida del paciente: -3.514 logits (24% de logits)
- Error estándar: 0,603 logits (4% de logits)

PACIENTE 5
(DATOS OBTENIDOS POR FAMILIAR)

Informe de evaluación ABILHAND-Kids - rehab-scales.org

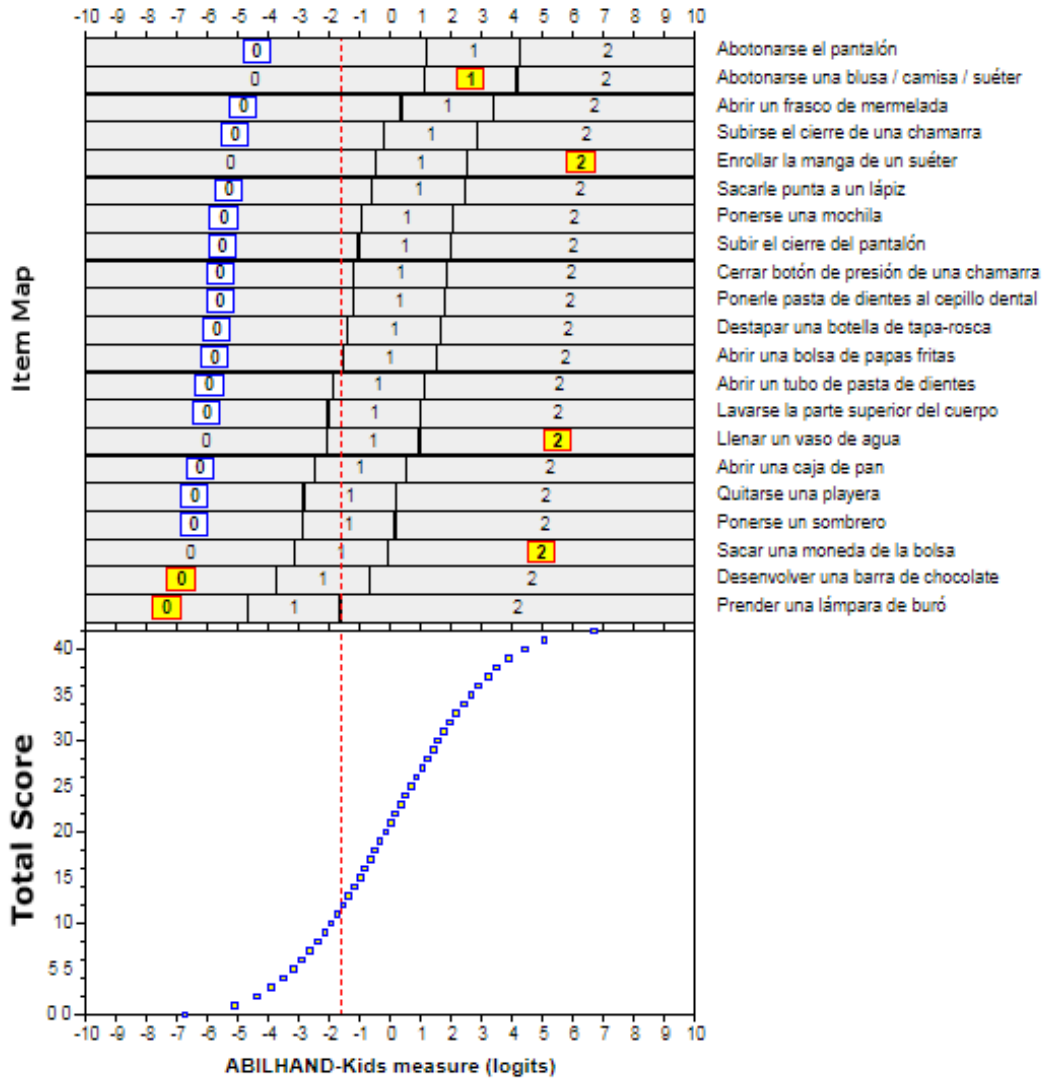


Resultados de la evaluación del paciente:

- Puntuación del paciente: 4 (21 elementos puntuados de 21)
- Respuestas faltantes: 0
- Medida del paciente: -3.514 logits (24% de logits)
- Error estándar: 0,603 logits (4% de logits)

PACIENTE 5

Informe de evaluación ABILHAND-Kids - rehab-scales.org

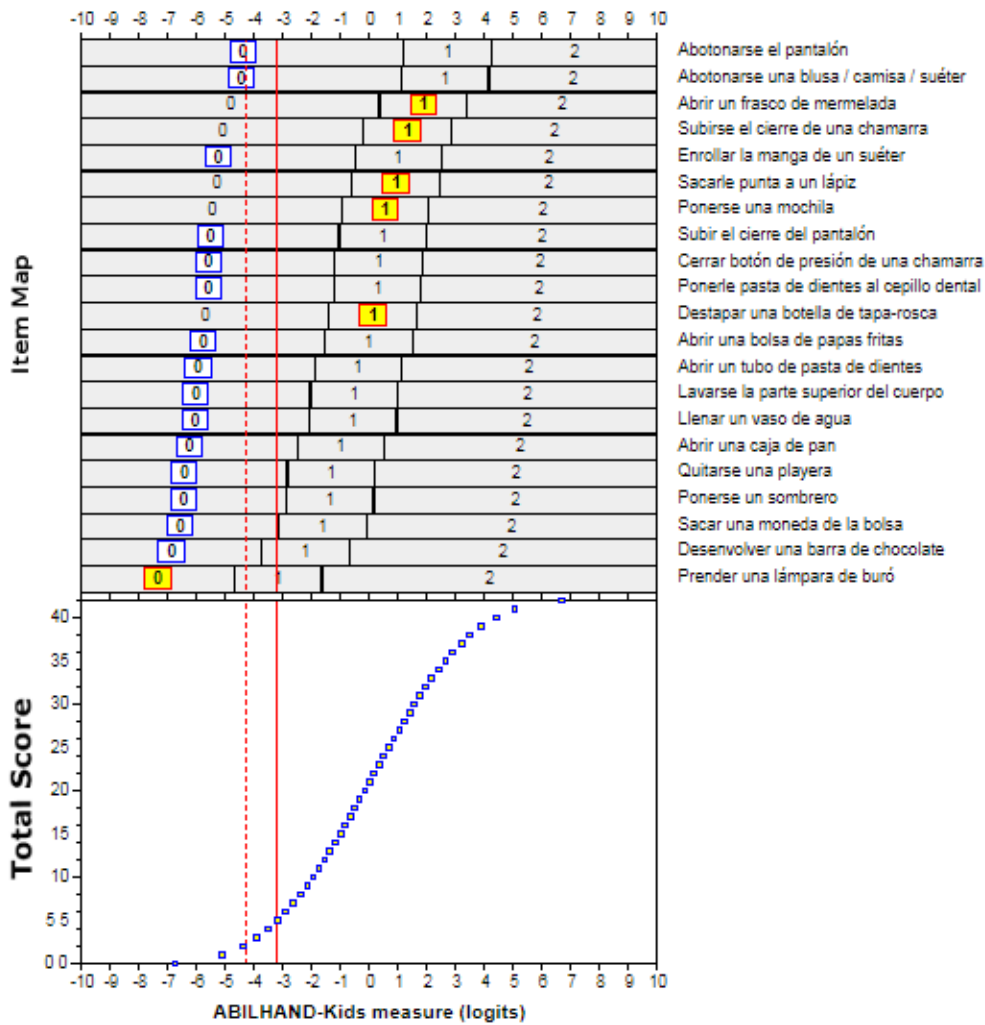


Resultados de la evaluación del paciente:

- Puntuación del paciente: 7 (21 elementos puntuados de 21)
- Respuestas faltantes: 0
- Medida del paciente: -2.633 logits (31% de logits)
- Error estándar: 0,504 logits (4% de logits)

PACIENTE 6
(DATOS OBTENIDOS POR FAMILIAR)

Informe de evaluación ABILHAND-Kids - rehab-scales.org

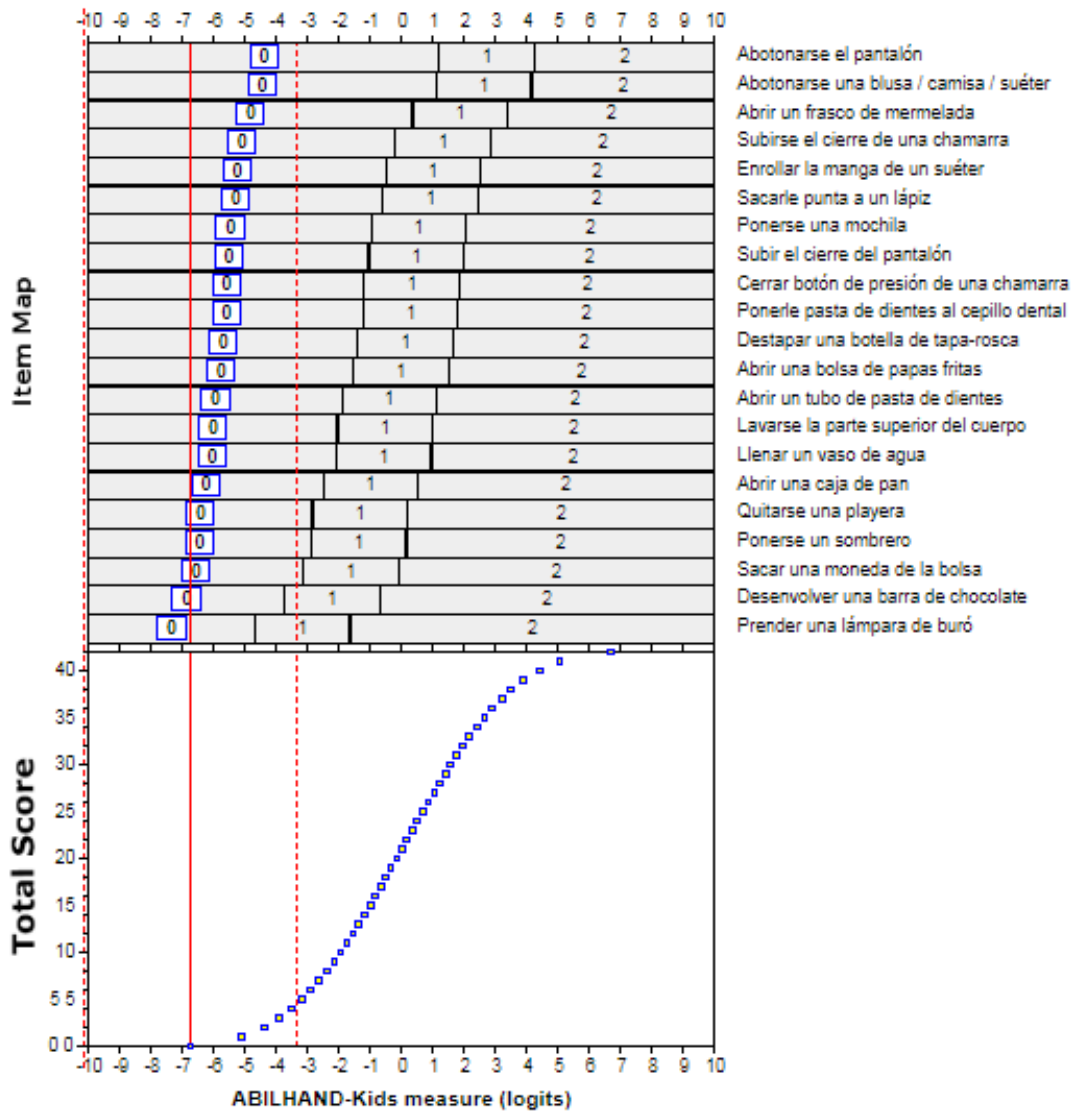


Resultados de la evaluación del paciente:

- Puntuación del paciente: 5 (21 elementos puntuados de 21)
- Respuestas faltantes: 0
- Medida del paciente: -3.184 logits (27% de logits)
- Error estándar: 0.560 logits (4% de logits)

PACIENTE 6

Informe de evaluación ABILHAND-Kids - rehab-scales.org



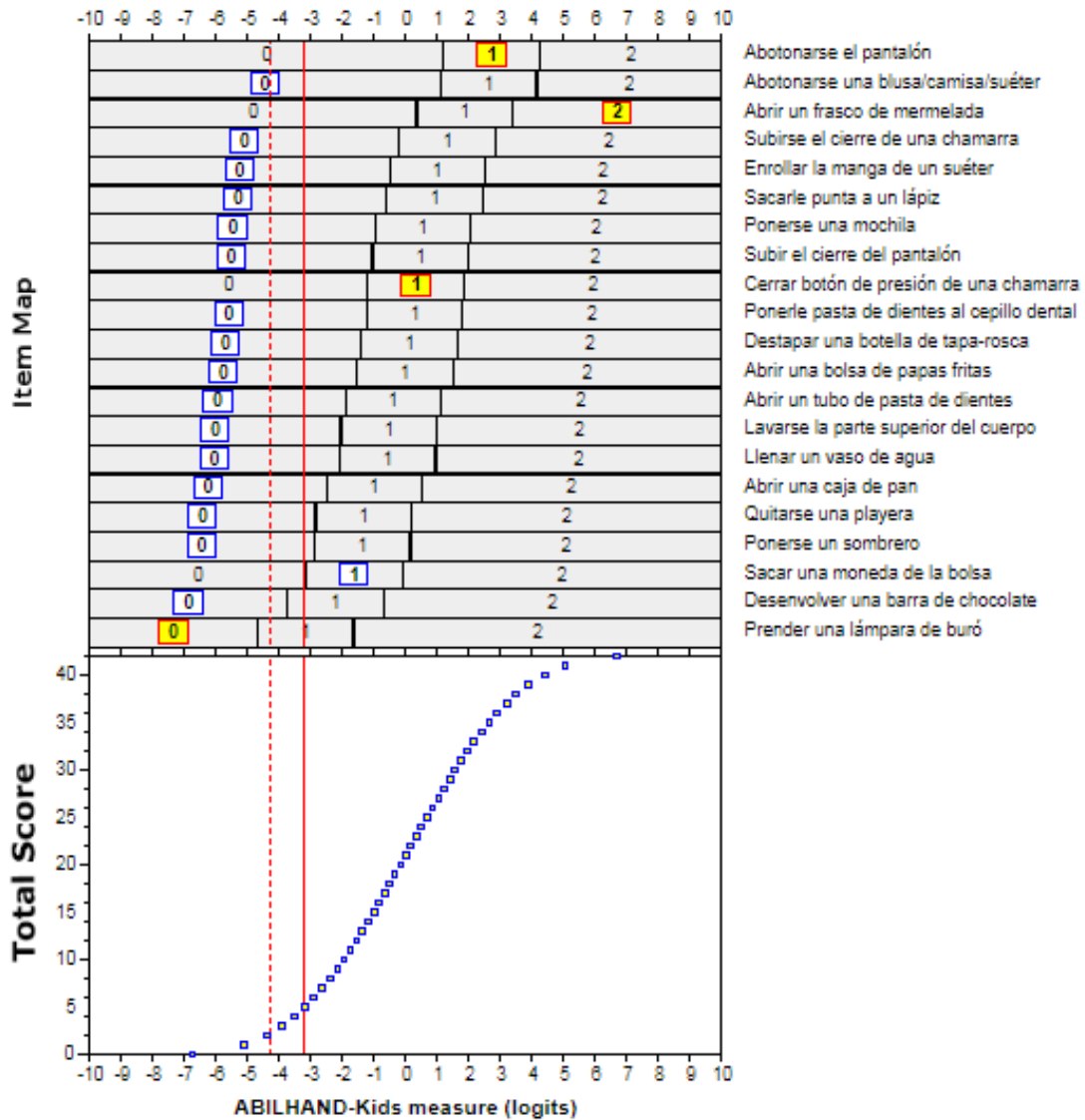
Resultados de la evaluación del paciente:

- Puntuación del paciente: 0 (21 elementos puntuados de 21)
- Respuestas faltantes: 0
- Medida del paciente: -6.753 logits (0% de logits)
- Error estándar: 1.691 logits (13% de logits)

PACIENTE 7

(DATOS OBTENIDOS POR FAMILIAR)

ABILHAND-Kids evaluation report - rehab-scales.org

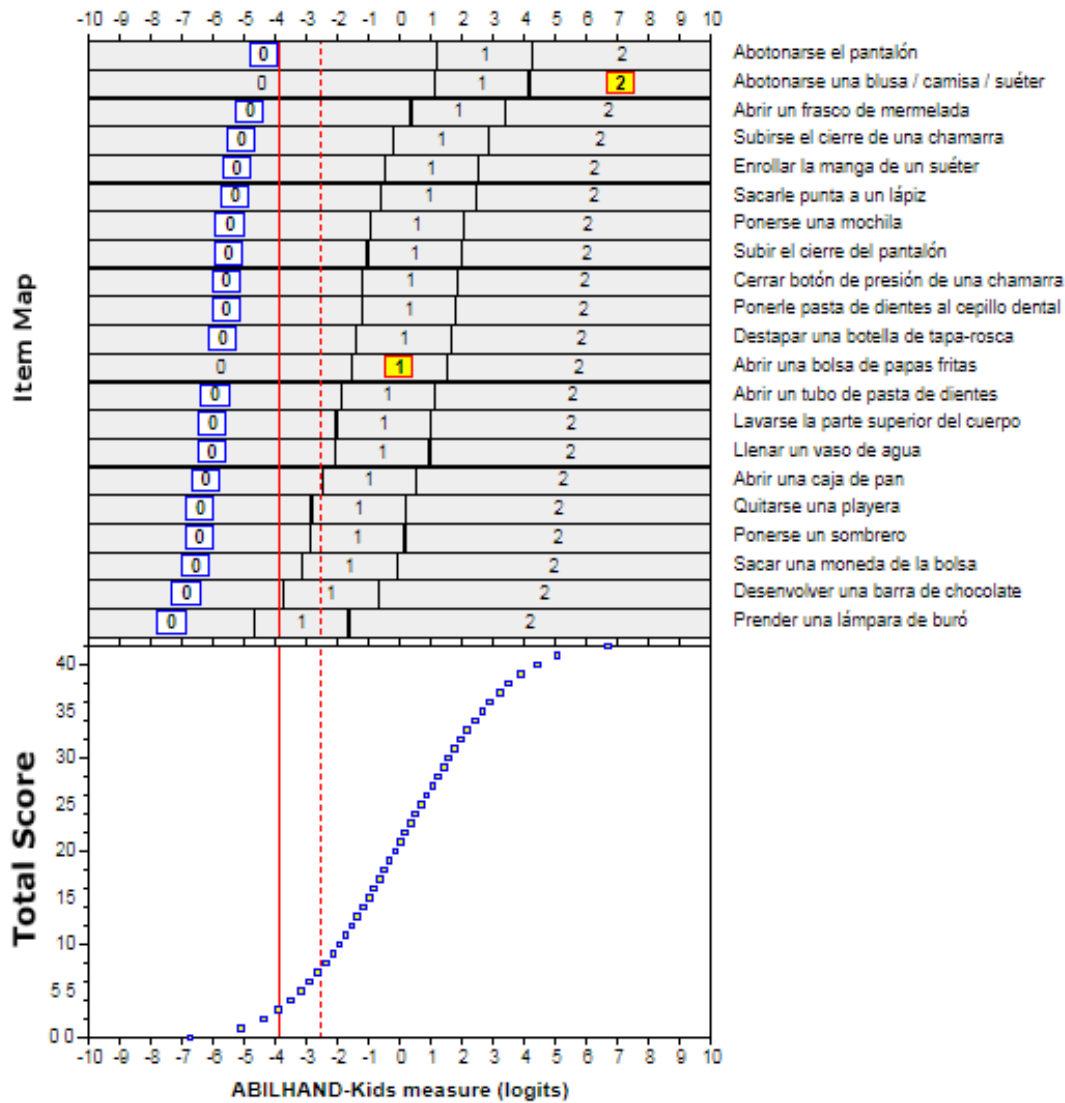


Patient evaluation results:

- Patient score: 5 (21 items scored out of 21)
- Missing responses: 0
- Patient measure: -3.184 logits (27 % of logits)
- Standard Error: 0.560 logits (4 % of logits)

PACIENTE 7

Informe de evaluación ABILHAND-Kids - rehab-scales.org



Resultados de la evaluación del paciente:

- Puntuación del paciente: 3 (21 elementos puntuados de 21)
- Respuestas faltantes: 0
- Medida del paciente: -3.903 logits (21% de logits)
- Error estándar: 0.666 logits (5% de logits)

Se analizó a los 7 pacientes y se comparó las respuestas del cuestionario de ABILHAND-kids de 21 ítems realizados, donde se observó que:

- En el sujeto 1 existieron diferencias entre las mediciones de los 21 ítems luego de 12 meses en 7 de los 21, lo cual representa el 33% de diferencia en relación a la medición previa.
- En el sujeto 2 la diferencia fue algo menos significativa con 28% de diferencia luego de 12 meses de evaluación de los mismos ítems.
- En el sujeto 3 esta diferencia alcanzó el 52,4% con diferencias mucho más marcadas en relación a la medición previa.
- En el sujeto 4 existió una diferencia del 42,8% igualmente con un amplio margen, que se estableció en las tablas y gráficos en los anexos.
- En el sujeto 5 la diferencia alcanzó igualmente que el sujeto 2 un 28% de diferencia.
- En el sujeto 6 esta diferencia llegó al 23,8% que es la segunda más baja de los 7 sujetos de estudio.
- En el sujeto 7 existió una diferencia del 19%, que es la más baja, en relación a los dos tiempos de respuesta del test realizado.

Luego de conseguir un promedio general de las diferencias entre los datos obtenidos del cuidador primario vs los datos que se obtuvieron objetivamente en el laboratorio de investigación, existe una diferencia promedio del 32% entre ellas.

DISCUSIÓN

Los resultados de nuestro estudio mostraron que existe mejoría significativa a favor de la terapia basada en movimiento (Kinect®) sobre la terapia física convencional, de esta forma nos brinda una opción de tratamiento de menor coste y con mayor efecto positivo.

En el trabajo de Hye Do y Cols con niños con PC hemiparesia espástica quienes recibieron entrenamiento basado en realidad virtual, se demostró que el tiempo de movimiento de la extremidad superior afectada disminuyó estadísticamente de manera significativa y de igual manera mejoró la capacidad bilateral de coordinación manual de los sujetos (34).

En el estudio de Mohamed El-Shamy et al (35) donde estudiaron el efecto del entrenamiento de Wii en la función manual en niños con parálisis cerebral hemipléjica que realizaron 12 semanas de entrenamiento Wii de extremidades superiores más la atención habitual experimentaron una disminución de la espasticidad y un aumento de la fuerza de agarre y la función de la mano en comparación con la atención habitual sola.

En otro estudio de Bedair et al. (36) se reportó el impacto de los juegos controlados por movimiento como herramienta de tratamiento complementario en la función de las extremidades superiores de los niños con PC hemipléjicos espásticos donde el grupo de estudio recibió 30min de Xbox 360 más 60 min de terapia convencional; y el grupo control únicamente recibió 60 min de terapia convencional, los resultados arrojaron que hubo mejoría significativa en la medición post intervención en la habilidad manual y en la integración visual motora a favor del grupo de estudio.

Así también en la revisión sistemática y metanálisis de Johansen et al.(37) sus resultados destacan los potenciales de los videojuegos controlados por movimiento como un método complementario de entrenamiento de la función del brazo y la mano para personas con PC. Estos juegos de interacción basada en movimiento, permiten trabajar con las partes afectadas del cuerpo, particularmente en pacientes con pérdida de la capacidad motora, trastornos del movimiento y de la postura, y dificultades de equilibrio y coordinación.

Los resultados favorables que obtuvimos en nuestro estudio pueden deberse a muchos factores, como puede ser la edad del paciente, la dosis del tratamiento, también se ha informa que la realidad virtual aumenta el rendimiento motor debido a la plasticidad cerebral y la reorganización del cerebro a través de la participación activa, la recepción de comentarios y la repetición de movimientos (38). Los que puede ayudar a los niños a adquirir nuevas habilidades motoras, mantener los beneficios del ejercicio y permitir que los niños usen sus manos para obtener más habilidades funcionales (38). Aunado a esto Ravi y Col (39) en su revisión sistemática y metanálisis sobre la efectividad de la realidad virtual en

niños con parálisis cerebral, propone que esta puede influir en los "factores personales" del niño como la mayor motivación y confianza. La importancia de la motivación en la terapia, especialmente para los niños, es un área de estudio que ha sido descuidada en la literatura científica para esta población. Los estudios muestran que los niños con PC tienen niveles significativamente más bajos de motivación relacionados con el dominio de las tareas en comparación con los niños de desarrollo típico. Los niveles más bajos de motivación pueden afectar negativamente las capacidades funcionales y el potencial de un niño, y disminuir la efectividad de la intervención terapéutica (39).

Teniendo en cuenta que es de gran importancia evaluar la efectividad de estas terapias, es necesario contar con una herramienta que pueda evaluar cuantitativamente los cambios ocurridos. Para este fin, se utilizó el dispositivo portátil Sorting Block Box (SBB), que fue desarrollado en el Tecnológico de Monterrey (2012) y validado en el Instituto Nacional de Rehabilitación como una herramienta tecnológica de bajo costo para evaluar la capacidad funcional del miembro superior, misma que genera un indicador cuantitativo del grado de control motor del miembro superior. A la fecha, se han publicado resultados favorables donde se prueba que el sistema propuesto es capaz de diferenciar la función motora de una población de niños con hemiparesia espástica, producto de parálisis cerebral.

Otra herramienta utilizada en nuestro estudio fue la escala ABIL-HANDS-kids, que reflejó una importante diferencia entre las respuestas obtenidas por parte del cuidador primario vs los datos obtenidos objetivamente en el laboratorio de investigación, por lo cual se recomienda que no sea utilizada esta escala para medición del avance de estos pacientes, ya que no existen resultados concluyentes a favor de la misma, por el contrario el margen de diferencia es muy grande, probablemente se deba a factores como la adaptación de la terminología en nuestro medio, confusión en la comprensión de las instrucciones emitidas y la falta de instrucciones determinadas en cuanto a dar el puntaje de cada actividad (fácil, difícil, imposible) al momento clasificarlas(21). Se deben realizar estudios con muestras más grandes, además de buscar factores que favorezcan esta diferencia tan marcada en relación a las respuestas obtenidas, es decir que factores influyeron para que se dieran estas diferencias.

Por último queda decir que este trabajo puede dar pie a considerar utilizar esta modalidad de intervención terapéutica como una opción más en el arsenal de tratamiento o como terapia adyuvante para esta población de pacientes en el servicio de rehabilitación pediátrica del Instituto Nacional de Rehabilitación, ya que se ha demostrado con nuestros resultados el mayor efecto positivo que tiene sobre la suavidad del movimiento del miembro superior la terapia de interacción basada en movimiento, lo que se traduce en mejor calidad de desempeño motor.

CONCLUSIÓN

La terapia de interacción basada en movimiento genera una mayor mejoría cuantitativa que se pone de evidencia a través del dispositivo *Sorting Block Box* en la función de miembro superior en niños con parálisis cerebral tipo hemiparesia comparada con la terapia convencional, por lo cual puede ser una herramienta óptima para diseñar terapias de neuro rehabilitación. La herramienta ABILHANDS-kids presentó inconsistencias para evaluar la función del miembro superior en la población estudiada y no se encontró correlación con los resultados procesados del dispositivo *Sorting Block Box*.

La interacción basada en movimientos puede ser una herramienta óptima para diseñar terapias dirigidas a los mecanismos neuroplásticos en el sistema nervioso, permitir la práctica masiva y brindar capacitación en entornos complejos que a veces no son prácticos o imposibles de crear en el mundo natural.

LIMITACIONES

El tamaño de la muestra fue reducido, pese al gran número de pacientes con Parálisis Cerebral atendido en el servicio de rehabilitación pediátrica de este instituto, esto debido a dos motivos principalmente, la necesidad de hospitalización para el control de la intervención y el gasto que esto genera para los padres y en segundo lugar el mayor interés por parte de los padres de optar por métodos de tratamiento que requieren una sola intervención y no por una nueva propuesta que implica un mayor compromiso y múltiples asistencias al instituto.

RECOMENDACIONES

Se plantea lograr aumentar el tamaño de la muestra para poder tener una estratificación por edades, debido a que el desarrollo neuromotor es variable por edad, de tal manera se podrá comparar de manera más específica entre grupos de edades y se pueden estudiar variables tales como la edad, la motivación, el apego terapéutico, la estimulación multisensorial, las repeticiones de los movimientos, entre otras, con el objetivo de reconocer cuales son las que tienen mayor efecto en la mejoría posterior a las intervenciones terapéuticas.

ANEXO 1

Seguimiento a 1 Mes											
Sujeto	Lado	SALM Pre-Terapia		SALM Post-Terapia		Tiempo Pre-Terapia (s)		Tiempo Post-Terapia (s)		Diferencias Pre-Post	
		Promedio	T1 T2 T3	Promedio	T1 T2 T3	Promedio	T1 T2 T3	Promedio	T1 T2 T3	Diferencia SALM	Diferencia Tiempo
TFSBB001	Derecho	10.12		10.28		21.47		21.30		1.60%	-0.77%
	Izquierdo	6.60		6.49		13.72		10.49		-1.69%	-23.53%
TFSBB002	Derecho	16.95		14.83		60.26		45.13		-12.50%	-25.11%
	Izquierdo	7.54		8.91		12.61		14.37		18.11%	13.94%
TFSBB003	Derecho	9.01		8.96		20.02		18.56		-0.53%	-7.30%
	Izquierdo	7.73		7.76		15.05		11.99		0.36%	-20.33%
TBMSBB001	Derecho	8.96		8.45		20.25		19.34		-5.67%	-4.49%
	Izquierdo	7.56		6.71		11.10		10.56		-11.28%	-4.87%
TBMSBB002	Derecho	14.36		12.92		39.42		36.66		-10.01%	-7.02%
	Izquierdo	18.29		13.46		57.12		44.34		-26.43%	-22.38%
TBMSBB003	Derecho	11.03		9.41		33.65		23.97		-14.69%	-28.74%
	Izquierdo	8.69		7.23		14.99		12.67		-16.88%	-15.51%
TBMSBB004	Derecho	8.70		8.36		13.07		12.37		-3.83%	-5.35%
	Izquierdo	6.75		6.34		10.64		9.96		-6.16%	-6.38%

Seguimiento a 3 Meses											
Sujeto	Lado	SALM Pre-Terapia		SALM Post-Terapia		Tiempo Pre-Terapia (s)		Tiempo Post-Terapia (s)		Diferencias Pre-Post	
		Promedio	T1 T2 T3	Promedio	T1 T2 T3	Promedio	T1 T2 T3	Promedio	T1 T2 T3	Diferencia SALM	Diferencia Tiempo
TFSBB001	Derecho	10.12		10.01		21.47		22.12		-1.06%	3.04%
	Izquierdo	6.60		6.40		13.72		10.32		-3.04%	-24.80%
TFSBB002	Derecho	16.95		14.78		60.26		46.20		-12.80%	-23.33%
	Izquierdo	7.54		8.10		12.61		13.45		7.41%	6.63%
TFSBB003	Derecho	9.01		8.82		20.02		17.11		-2.11%	-14.55%
	Izquierdo	7.73		7.74		15.05		13.40		0.16%	-10.98%
TBMSBB001	Derecho	8.96		8.41		20.25		20.21		-6.09%	-0.22%
	Izquierdo	7.56		6.67		11.10		10.79		-11.78%	-2.77%
TBMSBB002	Derecho	14.36		12.86		39.42		37.45		-10.42%	-5.01%
	Izquierdo	18.29		13.41		57.12		51.97		-26.69%	-9.01%
TBMSBB003	Derecho	11.03		9.40		33.65		25.85		-14.80%	-23.17%
	Izquierdo	8.69		7.21		14.99		12.82		-17.06%	-14.50%
TBMSBB004	Derecho	8.70		8.34		13.07		12.56		-4.11%	-3.90%
	Izquierdo	6.75		6.32		10.64		9.44		-6.40%	-11.29%

Seguimiento a 6 Meses											
Sujeto	Lado	SALM Pre-Terapia		SALM Post-Terapia		Tiempo Pre-Terapia (s)		Tiempo Post-Terapia (s)		Diferencias Pre-Post	
		Promedio	T1 T2 T3	Promedio	T1 T2 T3	Promedio	T1 T2 T3	Promedio	T1 T2 T3	Diferencia SALM	Diferencia Tiempo
TFSBB001	Derecho	10.12		10.30		21.47		21.98		1.80%	2.38%
	Izquierdo	6.60		6.52		13.72		10.15		-1.22%	-26.04%
TFSBB002	Derecho	16.95		15.21		60.26		46.02		-10.26%	-23.63%
	Izquierdo	7.54		8.32		12.61		13.41		10.33%	6.31%
TFSBB003	Derecho	9.01		8.94		20.02		18.55		-0.78%	-7.36%
	Izquierdo	7.73		7.85		15.05		14.02		1.59%	-6.86%
TBMSBB001	Derecho	8.96		8.39		20.25		19.97		-6.31%	-1.40%
	Izquierdo	7.56		6.55		11.10		10.03		-13.37%	-9.62%
TBMSBB002	Derecho	14.36		12.77		39.42		36.35		-11.05%	-7.80%
	Izquierdo	18.29		13.25		57.12		48.54		-27.56%	-15.01%
TBMSBB003	Derecho	11.03		9.13		33.65		23.94		-17.25%	-28.85%
	Izquierdo	8.69		7.67		14.99		12.04		-11.77%	-19.70%
TBMSBB004	Derecho	8.70		8.31		13.07		12.39		-4.46%	-5.20%
	Izquierdo	6.75		6.73		10.64		9.01		-0.33%	-15.33%

Seguimiento a 12 Meses							
Sujeto	Lado	SALM Pre-Terapia	SALM Post-Terapia	Tiempo Pre-Terapia (s)	Tiempo Post-Terapia (s)	Diferencias Pre-Post	
		Promedio T1 T2 T3	Promedio T1 T2 T3	Promedio T1 T2 T3	Promedio T1 T2 T3	Diferencia SALM	Diferencia Tiempo
TFSBB001	Derecho	10.12	10.20	21.47	21.29	0.81%	-0.83%
	Izquierdo	6.60	6.45	13.72	11.02	-2.28%	-19.70%
TFSBB002	Derecho	16.95	15.27	60.26	48.34	-9.91%	-19.78%
	Izquierdo	7.54	7.67	12.61	12.41	1.71%	-1.62%
TFSBB003	Derecho	9.01	8.99	20.02	18.30	-0.22%	-8.60%
	Izquierdo	7.73	7.75	15.05	14.66	0.29%	-2.60%
TBMSBB001	Derecho	8.96	7.93	20.25	19.27	-11.45%	-4.86%
	Izquierdo	7.56	6.31	11.10	9.87	-16.54%	-11.06%
TBMSBB002	Derecho	14.36	12.04	39.42	35.11	-16.13%	-10.94%
	Izquierdo	18.29	12.94	57.12	47.31	-29.26%	-17.17%
TBMSBB003	Derecho	11.03	8.82	33.65	24.08	-20.06%	-28.43%
	Izquierdo	8.69	7.56	14.99	12.46	-13.03%	-16.90%
TBMSBB004	Derecho	8.70	8.28	13.07	12.33	-4.80%	-5.66%
	Izquierdo	6.75	6.47	10.64	9.37	-4.18%	-11.95%

ANEXO 2



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

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

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

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

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

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

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

ANTES DE LOS 2 AÑOS

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

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

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

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

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

ENTRE LOS 2 Y LOS 4 AÑOS

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

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

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

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

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

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

ENTRE LOS 4 Y 6 AÑOS

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

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

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

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

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

ENTRE LOS 6 Y LOS 12 AÑOS

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

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

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

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

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

ENTRE LOS 12 Y 18 AÑOS

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

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

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

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

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

ANEXO 3

CUESTIONARIO ABILHAND-KIDS

Explora lo más representativo del inventario de actividades manuales. Los padres reportan una percepción fina de la habilidad manual de su niño, llevando a una gama más amplia de medidas, alta confiabilidad ($R=.94$) y una buena reproducibilidad en el tiempo ($R=.91$).

Permite convertir puntuaciones ordinales a medidas lineales localizadas sobre una escala unidimensional.

Procedimientos

Se les pide a los padres que llenen el cuestionario estimando la facilidad o dificultad de sus niños en la realización de cada actividad, cuando se realizan las actividades:

-Sin otra ayuda técnica o humana (incluso si el niño actualmente usa ayuda en su vida diaria)

-Independientemente del miembro realmente utilizado para realizar la actividad

-Sea cual sea la estrategia utilizada (cualquier compensación es permitida)

Se pide a los padres que den la percepción de la dificultad que tienen sus niños en una escala de tres niveles: "imposible", "difícil", "fácil". Las actividades no intentadas en los últimos tres meses no se puntúan y se ingresan como respuestas faltantes (marque el signo de interrogación). Para cualquier actividad las cuatro posibles respuestas son:

-Imposible: el niño es incapaz de realizar la actividad sin usar cualquier otra ayuda.

-Difícil: el niño es capaz de realizar la actividad sin ninguna ayuda pero experimenta alguna dificultad.

-Fácil: el niño es capaz de realizar la actividad sin ninguna ayuda y no experimenta dificultad.

-Signo de interrogación: los padres no pueden estimar la dificultad de la actividad para su niño porque él /ella nunca ha hecho la actividad. Sin embargo si la actividad nunca fue intentada porque es imposible, entonces deberá puntuarse como "imposible" en vez de signo de interrogación.

Las instrucciones son dadas a los padres solo al inicio de la prueba. Cinco ítems son usados para entrenamiento con el fin de ayudar a los padres en la percepción de cada nivel de la escala de calificación y en el uso de toda la amplitud de la escala de respuesta. Orden de Actividades

Las actividades son presentadas en un orden aleatorio para evitar para cualquier efecto sistemático. Diez diferentes órdenes de presentación al azar son usados. El evaluador debe seleccionar el siguiente de los 10 órdenes para cada nueva evaluación, sin importar que niño es evaluado.

Contenido del paquete

-una hoja de instrucciones

-Prueba de formularios en diez órdenes al azar

-escala de respuesta presentada al paciente durante la evaluación (una hoja)

ABILHAND- KIDS-MANUAL ABILITY MEASURE

PACIENTE ----- FECHA

Cuán difíciles son las siguientes actividades?	Imposible	Difícil	Fácil	?
--	-----------	---------	-------	---

1.	Abriendo un frasco de mermelada				
2.	Ponerse una mochila				
3.	Abriendo la tapa de un tubo de pasta				
4.	Desenrollar una barra de chocolate				
5.	Lavando la parte superior del cuerpo				
6.	Enrollando una manga de un suéter				
7.	Afilando un lápiz				
8.	Quitándose una camiseta				
9.	Exprimiendo pasta de dientes sobre un cepillo de dientes				
10.	Abrir una caja de pan				
11.	Desenroscando una tapa de botella				

12.	Cerrando zíper de pantalón				
13.	Abotonarse una camisa / suéter				
14.	Llenando un vaso con agua				
15.	Encendiendo una lámpara de cabecera				
16.	Ponerse un sombrero				
17.	Sujetando el broche de presión de una chaqueta				
18.	Abotonarse los pantalones				
19.	Abriendo una bolsa de papas				
20.	Subir el zíper de una chaqueta				
21.	Tomando una moneda de un bolsillo				

ANEXO 4

Carta de Consentimiento Informado Información para el paciente

Cambios en la función de miembro superior en pacientes con parálisis cerebral posterior a terapia de interacción basada en movimiento comparada con terapia convencional

Introducción

Me gustaría invitar a su hijo(a) a participar en una investigación médica titulada Cambios en la función de miembro superior en pacientes con parálisis cerebral (PC) posterior a terapia de interacción basada en movimiento comparada con terapia convencional. Antes de decidir, necesita entender por qué se está realizando esta investigación y qué involucraría para usted y su hijo(a). Por favor tómese el tiempo para leer la siguiente información cuidadosamente y pregunte cualquier cosa que no entienda. El proceso de obtención del presente consentimiento informado es a través de una entrevista con el padre o tutor del paciente. Puede consultar con otros acerca de la presente investigación si lo desea.

1. ¿Dónde se llevará a cabo esta investigación médica?

Esta investigación médica se llevará a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional de Rehabilitación, Luis Guillermo Ibarra Ibarra (INR-LGII), específicamente en la Unidad Hospitalización para la Rehabilitación infantil ubicada en el 4to piso del edificio de Rehabilitación y en el área de terapia física de Rehabilitación Pediátrica.

2. ¿Cuál es el objetivo de esta investigación médica?

El propósito de esta investigación médica es conocer otras alternativas de tratamiento para obtener y/o mejorar la función del miembro superior, es decir, brazos y manos de pacientes con parálisis cerebral tipo hemiparesia espástica, a través de la intervención con terapia de interacción basada en movimiento. Dicho de otra manera, terapia utilizando una consola de videojuego comercial que emplea un sensor de movimiento (Microsoft Xbox 360 - Kinect®) y compararlos con aquellos expuestos a terapia convencional (terapia física).

Actualmente el uso de la interacción basada en el movimiento es uno de los elementos más populares de los videojuegos que pueden aplicarse en entornos de atención a la salud. La participación de su hijo(a) nos permitirá mejorar la selección del videojuego, o definir si está al nivel de poder ser usado como complemento de una terapia.

¿Cuál es la justificación de esta investigación médica?

Al promover la mejoría de la función de las extremidades superiores en los niños con parálisis cerebral, se puede conducir a un mejor desempeño en las actividades de la vida diaria, una mayor integración social y, por lo tanto, una mejor calidad de vida. Asimismo, se requieren investigaciones que exploren la funcionalidad de miembro superior a través de instrumentos confiables que permitan medir de manera objetiva los efectos de los distintos tratamientos sobre la función motora gruesa y fina, para así establecer terapéutica basada en

evidencia que permitan una mejoría de la función y calidad de vida de los pacientes con parálisis cerebral.

El sistema de interacción basado en movimiento involucra a los pacientes en la situación real de una actividad diaria común. Además, es capaz de llevar el proceso a la casa, que es donde los pacientes llevan a cabo actividades de la vida diaria. Por lo tanto, los pacientes pueden mejorar su condición sin moverse del hogar y sin modificar sus hábitos y comodidades. Por otro lado, es necesario establecer la pauta para futuras investigaciones que contribuyan y generen nuevo conocimiento científico y de esta manera impactar en todas las esferas del desarrollo de los individuos con parálisis cerebral.

3. ¿Por qué su hijo(a) ha sido invitado(a) a participar en esta investigación médica?

Su hijo(a) ha sido invitado(a) a formar parte de esta investigación médica porque cumple con los criterios de inclusión enlistados a continuación:

Los participantes son incluidos si son:

Niños (6-12 años) con diagnóstico de parálisis cerebral.

- Puedan caminar sin uso de muletas o andadera
- Capacidad intelectual normal
- Habilidad para seguir instrucciones
- Que no requieran medicamento para la espasticidad
- Que no se les haya aplicado toxina botulínica en los últimos 6 meses

4. ¿Su hijo(a) tiene que formar parte forzosamente de la investigación médica?

La participación de su hijo(a) es voluntaria, anónima y confidencial, no tiene que participar forzosamente. No existirán consecuencias adversas en términos de sus derechos como paciente, esto es, no habrá impacto si decide no participar o retirarse de la investigación médica en cualquier momento, porque no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención que reciba en el INR-LGII. Puede solicitar que sean retirados sus datos después de su publicación en medios científicos sin dar explicación alguna y sin ningún prejuicio.

Si retira sus datos de la investigación médica, sucederá lo siguiente para su participación y sus datos:

- Los datos identificables que hayan sido recolectados serán retenidos si nos lo permite.
- Los datos anónimos que hayan sido recolectados serán utilizados (porque no podemos rastrear la información hacia usted o su hijo).

Posteriormente, ningún dato adicional será recolectado o ningún otro procedimiento de investigación será realizado con su hijo(a).

5. ¿Qué requerirá la participación de su hijo(a)?

Si está de acuerdo en que su hijo(a) participe, le pediremos firme esta carta de consentimiento informado y su hijo el asentimiento. Después, se le asignará un número al niño y se sorteará de forma aleatoria si recibirá terapia física convencional o sesiones de interacción basada en movimiento. El sorteo aleatorio consiste en la generación de un número entero (del 1 al 10) desde la plataforma

Google. De resultar par, recibirá solamente terapia física convencional, de lo contrario (non), se recibirá interacción basada en movimiento. En cualquier caso su participación consistirá en:

1. Permanecer 5 días hospitalizado donde: Tiempo Requerido
a. El primer día a su niño(a) se le harán una serie de preguntas. También se le hará una serie de pruebas clínicas para valorar la función de sus brazos y manos, colocándole unos sensores sobre la mano, para que después su niño(a) acomode unas piezas de madera en un tablero. 4 horas en total

b. Durante los 5 días de hospitalización, se recibirá una sesión de terapia física convencional o sesión de interacción basada en movimiento de acuerdo al grupo asignado en el sorteo. 45 minutos por sesión

2. Posteriormente se dará de alta y será necesario asistir al INR-LGII a:

a. 12 sesiones de terapia, una cada tercer día, durante un mes 45 minutos por sesión

b. 4 sesiones de evaluación, una cada 3 meses, hasta el mes 6 y una última a los 12 meses, donde nuevamente se aplicará la escala clínica y la valoración de brazos y manos usando sensores. Por lo que tendrá que acudir en días adicionales.

En la última sesión se realizará la evaluación del cuestionario ABILHAND-kids de forma objetiva en el piso 7, en la torre de Investigación (Laboratorio de análisis de marcha) 1 hora por sesión.

Si decide que su hijo(a) forme parte de la investigación médica, le daremos duplicado de esta información y un duplicado de la carta de consentimiento informado, firmada. Si no puede asistir a alguna de las sesiones, le solicitamos nos avise para reprogramar las fechas. En dado caso de que falte a 3 sesiones sin avisar, no se le podrá tomar en cuenta dentro de esta investigación médica. En dado caso que el médico determine que se pone en peligro su evolución, se podrá suspender el tratamiento.

6. ¿Qué tendrá que hacer su hijo(a)?

Al participar en esta investigación médica, su hijo(a) asistirá a la Unidad Hospitalización para la Rehabilitación infantil ubicada en el 4to piso del edificio de Rehabilitación para que se le aplique la evaluación psicométrica, la escala clínica ABILHAND-kids y la valoración funcional de miembro superior usando el SBB. Después asistirá a sesiones de terapia de acuerdo con el grupo en el que quedó en el sorteo. Durante estos procedimientos se le tomarán fotografías y videos, con el fin de documentar.

7. ¿Qué sucederá con los datos que proporcione de su hijo(a)?

Los datos de la investigación son guardados de manera segura al menos 10 años posteriores al último acceso, y los datos de la investigación médica (concernientes a la administración de la misma, por ejemplo, el consentimiento informado) por 5 años de acuerdo a las políticas del INR-LGII.

Los datos personales obtenidos en esta investigación serán considerados confidenciales, de conformidad con lo dispuesto en la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, por la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y demás disposiciones aplicables en la materia.

Las fotografías y videos que lleguen a ser tomados serán utilizados para los fines de la investigación médica que incluyen documentación, investigación y enseñanza, no será posible proporcionarle copia de esta documentación ya que se almacena de forma anónima.

Con su consentimiento, para aprovechar al máximo su participación y para apoyar avances eficientes en la ciencia, todos los datos anónimos podrán ser utilizados en investigaciones futuras. No podemos decirle en estos momentos qué implican estas investigaciones o qué análisis serán realizados, pero podemos asegurarle que las aprobaciones legales y éticas estarán en orden. Por razones prácticas su consentimiento no será buscado de nuevo. Adicionalmente, datos anónimos que no puedan ser identificados con su hijo podrán ser puestos en un sitio de difusión-divulgación de investigación.

Se recolectará la información necesaria, de manera confidencial, que será utilizada en la evaluación de la investigación médica y puede usarse en el futuro en otras investigaciones médicas relacionadas, que deberán contar con la autorización de los Comités de Investigación y de Ética en Investigación del INRLGII para poder llevarse a cabo.

8. ¿Cuáles son los posibles beneficios que tendrá su hijo(a) al formar parte de la investigación médica?

Se hará una evaluación de la movilidad del miembro superior del niño y se le proporcionarán los resultados de la investigación médica. No obstante, algo muy importante es que su tiempo ayudará a mejorar el diseño de un procedimiento de rehabilitación nuevo integrando tecnología lúdica a través de un juego de video. Los procedimientos alternativos que se proporcionan en el INR-LGII son la terapia física convencional que está contemplada en uno de los grupos de esta investigación médica. Si su hijo(a) quedó sorteado en el grupo que recibirá terapia convencional, al finalizar la investigación se le ofrecerán sesiones de terapia de interacción basado en movimiento con Kinect si lo desea, y solamente si esta terapia haya resultado en un beneficio extra para su rehabilitación.

9. ¿Cuáles son las posibles desventajas o riesgos para su hijo(a) de formar parte de esta investigación médica?

No existen riesgos relacionados con la participación de su hijo(a) en este experimento. Aunque esta investigación se considera de riesgo mayor al mínimo debido a que se emplean métodos aleatorios de asignación a esquemas terapéuticos. La terapia física convencional y la terapia de interacción basada en movimiento con Kinect® son no invasivas. El protocolo de rehabilitación utilizado será realizado por personal calificado, y esta validado en cuanto a su seguridad y beneficio, sin embargo, pueden presentarse molestias como dolor articular; dolor muscular leve; fatiga; y riesgo bajo de caídas. En caso de presentarse algún evento adverso, este será evaluado y atendido por el personal adscrito del servicio de rehabilitación pediátrica, de acuerdo a las guías de manejo clínico y en caso de

ser necesario, será canalizado a otro servicio o instancia dentro del INR-LGII. Además, se puede dar por terminada su participación en esta investigación médica en cualquier momento si no desea continuar, si se presenta alguna enfermedad que no le permita continuar, o si se cancela la investigación.

10. ¿Recibiré alguna remuneración económica por la participación de mi hijo(a) en la investigación médica?

No, no habrá remuneración económica por la participación de su hijo(a) en esta investigación médica. Participar en esta investigación no representará ningún gasto adicional para usted, no se contemplan gastos adicionales motivo de esta investigación. Sin embargo, si será necesario que pague las terapias y la hospitalización que recibirá el niño, porque ellas forman parte del tratamiento convencional que se ofrece en el INR-LGII y lo único que cambia será la modalidad de tratamiento. En caso de que existan gastos adicionales, éstos serán absorbidos por el presupuesto de la investigación, Art 21 Fracción XI, RLGSMIS.

11. ¿Qué sucede cuando la investigación termina?

Los resultados anónimos podrán ser publicados en revistas de investigación científica o podrán ser presentados en congresos. El consentimiento incluye la toma de fotos y video, los cuales serán anónimos.

12. ¿Puedo tomar fotos y video por mi cuenta durante la investigación médica?

No, no está permitido tomar fotografías o video de las instalaciones del INR-LGII, ni de los procedimientos y herramientas de la presente investigación médica.

13. ¿Qué sucede si hay algún problema?

Cualquier duda, preocupación o queja acerca de cualquier aspecto de esta investigación médica o de la forma en que ha sido tratado durante el transcurso de la misma por favor contacta a los investigadores principales al teléfono del INR-LGII (59 99 10 00), Dra. María Elena Arellano Saldaña ext. 13504 y/o al correo electrónico elenarellanomx@gmail.com en primera instancia, o a la Dra. Ivette Ossio Leon, ivi_ossio@hotmail.com.

Se hace de su conocimiento que existe la disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendría derecho por parte del INR-LGII, solamente en el caso de sufrir daños que lo ameriten directamente causados por esta investigación. En caso de presentarse alguna complicación médica relacionada con esta investigación favor de comunicarse con la Dra. María Elena Arellano Saldaña ext. 13504.

Se le informa que tiene el derecho de recibir respuesta por parte de la investigadora principal, así como de los participantes en la investigación, cuyos nombres, dirección y extensiones telefónicas se encuentran en el presente documento, a cualquier pregunta, aclaración o duda, acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros aspectos relacionados con la investigación y la participación, la cual podrá solicitar en cualquier momento. Esta información será específica de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento del sujeto. Art 21 Fracción VI, RLGSMIS.

14. ¿La participación de mi hijo(a) en la investigación médica será guardada confidencialmente?

Sí, los datos del niño(a) serán guardados en completa confidencialidad y seguirán las prácticas éticas y legales en relación con todos los procedimientos de investigación. Nombre completo, detalles de contacto, grabaciones de audio y/o video serán resguardados bajo contraseña en la computadora del investigador responsable, para que de esta forma individuos no autorizados no puedan tener acceso a ellos. Se codificarán los instrumentos de registro de información personal, generando un listado con los datos de los participantes que estará custodiado bajo contraseña en el archivo y en la computadora del investigador responsable.

Los datos personales serán almacenados, procesados y destruidos de manera segura por miembros del equipo de investigación incluidos estudiantes e investigadores. Con el objeto de asegurarnos que la investigación está siendo conducida en los términos legales y de la buena práctica de investigación correspondientes. Todos los datos que se nos otorguen serán anónimos, y los datos personales serán destruidos de manera segura. No será identificado en ningún reporte, incluso las fotografías y videos serán modificados para que sean anónimos.

Datos de contacto completos:

Investigador principal: Dra. María Elena Arellano Saldaña:
elenarellanomx@gmail.com; ext 13504

Dra. Elisa Sará Calvo Besares calvoelisa03@gmail.com; ext 13504

Dr. Yannick Quijano González:

yannick.quijano@gmail.com ; ext 19801

Dirección: División de Rehabilitación Pediátrica, 4to Piso de Rehabilitación.
Avenida México-Xochimilco 289 Col. Arenal de Guadalupe, Del Tlalpan CDMX

15. ¿Quién está organizando y patrocinando esta investigación?

Esta investigación está siendo organizada por la División de Rehabilitación Pediátrica del INR-LGII y no recibe patrocinio externo.

16. ¿Quién ha revisado la investigación médica?

Esta investigación ha sido revisada por un grupo independiente de personas llamados Comité de Investigación y Comité de Ética, para proteger tus intereses. Esta investigación médica ha sido revisada y ha recibido una opinión ética favorable para su realización.

Gracias por tomarse el tiempo de leer esta hoja de información

Formato de Consentimiento [versión junio/2019]
{Todos los participantes}
Cambios en la función de miembro superior en
pacientes con parálisis cerebral posterior a terapia de
interacción basada en movimiento comparada con
terapia convencional

Por favor ponga una x en cada cuadro si está de acuerdo:

- He leído y entendido la Hoja de Información para el Paciente (**versión 4, 06/junio/2018**). Los investigadores me han explicado completamente la naturaleza, objetivo, lugar y duración aproximada de esta investigación médica, y lo que se espera que realice mi hijo (a) durante su participación en la investigación.
- Me han sido explicados cualquier riesgo o incomodidades que puedan resultar de la participación de mi hijo(a) en esta investigación médica. Me han dado la oportunidad de preguntar cualquier cosa sobre la investigación y he comprendido las respuestas que se me han dado.
- Estoy de acuerdo en cumplir con los requisitos de la investigación descritos de acuerdo con las habilidades de mi hijo(a) (debo informarle a los investigadores inmediatamente si tengo cualquier preocupación).
- Estoy de acuerdo en que los datos anónimos de mi hijo(a) puedan ser utilizados en esta investigación.
- Doy mi consentimiento para que las pruebas de esta investigación puedan ser grabadas, fotografiadas y videogradas.
- Doy mi consentimiento para que las fotografías y videos sean utilizados en reportes (de manera anónima).
- Comprendo que todos los datos de la investigación médica serán guardados por 5 años y que todos los datos de la investigación serán guardados por lo menos 10 años de acuerdo con las políticas del Instituto Nacional

de Rehabilitación LGII. Además comprendo que los datos personales son guardados y procesados con estricta confidencialidad.

- Estoy enterado que puedo contactar a los investigadores de esta investigación médica, si quiero conocer los resultados de la participación de mi hijo(a).

- Estoy de acuerdo en que los datos *anónimos* de mi hijo(a) sean compartidos en bases de datos en línea.

- Comprendo que mi hijo es libre de abandonar la investigación médica en cualquier momento sin la necesidad de justificar mi decisión, sin prejuicio y sin que sus derechos como paciente del INR-LGII se vean afectados.

- Comprendo que puedo solicitar que los datos de mi hijo(a) sean retirados hasta la presentación de los datos en artículos científicos y que posterior a mi solicitud, los datos personales serán destruidos, pero permito a los investigadores que utilicen los datos de manera anónima que ya han sido recolectados.

- Confirmando que he leído y entendido lo anterior y que doy mi consentimiento libremente para que mi hijo(a) participe en esta investigación médica, todas mis preguntas han sido respondidas de manera clara y a mi entera satisfacción, por parte de _____.
Se me ha dado tiempo suficiente para valorar la participación de mi hijo(a) en la investigación médica.

Por lo tanto, Yo _____, nacido(a) en _____, bajo protesta de decir verdad manifiesto que fui informado(a) del propósito y tiempo de participación en la investigación médica titulada **Cambios en la función de miembro superior en pacientes con parálisis cerebral posterior a terapia de interacción basada en movimiento comparada con terapia convencional**, con número de registro _____, con las características señaladas, y en pleno uso de mis facultades, es mi voluntad para que mi hijo(a) _____ participe en dicha investigación

NOMBRE Y FIRMA DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL

NOMBRE Y FIRMA DEL PADRE O TUTOR LEGAL

TESTIGOS:

NOMBRE Y FIRMA

NOMBRE Y FIRMA

Dirección:

Dirección:

PARENTESCO:

PARENTESCO:

CD DE MÉXICO a _____ de _____ del _____

Nota 1: Se extiende por duplicado

Nota 2: Los datos personales contenidos en la presente Carta de Consentimiento Informado, son considerados confidenciales de conformidad con lo dispuesto por

la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública DOF: 27/01/2017, por lo que la información confidencial proporcionada será utilizada exclusivamente para propósitos científicos y de enseñanza, siempre conservando la confidencialidad.

POR SER MENOR DE EDAD: ASENTIMIENTO INFORMADO

Cambios en la función de miembro superior en pacientes con parálisis cerebral posterior a terapia de interacción basada en movimiento comparada con terapia convencional

Como ya hemos explicado en la hoja la Hoja de Información para el Paciente (**versión 4, 06/junio/2018**) queremos saber si podemos realizar este tipo de terapia a **niño(a)s como tu**, haciendo una serie de movimientos con tus brazos; los movimientos son como un juego y no te dolerá.

Lo único que te haremos será colocarte frente a una pantalla de televisión y realizarás los movimientos que marca el juego de video, no olvides que deberás seguir las instrucciones del médico para realizar los movimientos. Para las pruebas te colocarán un sensor sobre tu mano, es una cajita pequeña que será pegada con una banda elástica que **no duele ni daña la piel**. Después te pediremos que sigas un juego moviendo los brazos y manos.

Tu participación en esta investigación médica es **voluntaria**, es decir, aun cuando tu papá o tu mamá hayan dicho que puedes participar, si tú no quieres hacerlo **puedes decir que no**, es tu decisión si participas o no en la investigación médica. También es importante que sepas que si en un momento dado ya no quieres continuar en la investigación, no habrá ningún problema.

Toda la información que nos proporciones y las mediciones que realicemos nos ayudarán a modificar el diseño de la terapia de rehabilitación para que se pueda utilizar en otros niños y no diremos a nadie tus respuestas o resultados de mediciones, sólo lo sabrán las personas que forman parte del equipo de esta investigación.

Si aceptas participar, te pido que por favor pongas una (X) en el cuadrado de abajo que dice "sí quiero participar" y escribe tu nombre. Si no quieres participar, no pongas ninguna (X), ni escribas tu nombre.

Sí quiero participar. Nombre:

AUTORIZA

NOMBRE DEL PADRE O TUTOR

NOMBRE Y FIRMA DEL
INVESTIGADOR PRINCIPAL

QUIEN SE IDENTIFICA CON:

TELÉFONO:

DIRECCIÓN:

TESTIGOS:

NOMBRE Y FIRMA
QUIEN SE IDENTIFICA CON:

PARENTESCO:
TELÉFONO:
DIRECCIÓN:

NOMBRE Y FIRMA
QUIEN SE IDENTIFICA CON:

PARENTESCO:
TELÉFONO:
DIRECCIÓN:

CD DE MÉXICO a ____ de _____ del _____.

Nota 1: Se extiende por duplicado

Nota 2: El presente asentimiento informado fue obtenido a través de una entrevista con el paciente voluntario; en compañía de su padre o tutor.

Nota 3: Los datos personales contenidos en la presente Carta de Asentimiento Informado, son considerados confidenciales de conformidad con lo dispuesto por la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública DOF: 27/01/2017, por lo que la información confidencial proporcionada será utilizada exclusivamente para propósitos científicos y de enseñanza, siempre conservando la confidencialidad.

BIBLIOGRAFIA

- 1- Damiano D. Activity: Rethinking Our Physical Therapy Approach to Cerebral Palsy.
- 2- Physical Therapy. 2006;86(11):1534-1540.
- 3- Weightman A, Preston N, Levesley M, Bhakta B, Holt R, Mon-Williams M. The nature of arm movement in children with cerebral palsy when using computer-generated exercise games. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2013;9(3):219- 225.
- 4- Diez M, Muñoz E. Empleo de sistemas de realidad virtual sobre la extremidad superior en niños con parálisis cerebral. *Revisión de la literatura. Fisioterapia*. 2013;35(3):119-125.
- 5- Ökmen B, Aslan M, NakipoğluYüzer G, Özgirgin N. Effect of virtual reality therapy on functional development in children with cerebral palsy: A single-blind, prospective, randomized-controlled study. *Turk J Phys Med Rehab* 2019;65(4):371-378
- 6- Cabrera R, Molina A, Gómez I, García-Heras J. Kinect as an access device for people with cerebral palsy: A preliminary study. *International Journal of Human-Computer Studies*. 2017;108:62-69.
- 7- Kasee C, Hunt C, Holmes M, Lloyd M. Home-based Nintendo Wii training to improve upper-limb function in children ages 7 to 12 with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine: An Interdisciplinary Approach* 10,2017, 145–154
- 8- Bedair R, Al-Talawy H, Shoukry K, Abdul-Raouf E. Impact of virtual reality games as an adjunct treatment tool on upper extremity function of spastic hemiplegic children. *International Journal of PharmTech Research*, 2016,9(6),pp 01-08.
- 9- Garrido J, Ruiz V, Lozano M. Movement-Based Interaction Applied to Physical Rehabilitation Therapies. *Journal of Medical Internet Research*. 2014;16(12):281.
- 10- Anaya L.E., Quijano Y, Quiñones I, Alessi A, Bueyes V, Chong J. Segmentación automática del movimiento en la valoración funcional del miembro superior en niños con parálisis cerebral. *Rev Mex Ing Biomédica*. 2017;38(1):336–48
- 11- Quijano, Y.; Melendez, A.; Burdet, E.; Chong, J.; Villanueva, D.; Perez, J. Upper limb functional assessment of children with cerebral palsy using a sorting box.
- 12- Engineering in Medicine and Biology Society.2014; 2330-33.
- 13- Quijano, Y. Comparison of 4 Different Smoothness Metrics for the Quantitative Assessment of Movement's Quality in the Upper Limb of Subjects with Cerebral Palsy.2014;6(8):88-89.
- 14- Rincon V, Quijano Y, Chong J.E, Villanueva D, Perez J.C. Comparison of 4 different smoothness metrics for the quantitative assessment of movement's quality in the upper limb of subjects with cerebral palsy. *Health Care Exchanges*. 2014.
- 15- Quijano González, Y. et al. IMU placement in the assessment of the upper limb using smoothness metrics. *GCMAS Annual Conference*. 2016.
- 16- Quijano Y. et al. Sorting Block Box, Dispositivo para la valoración funcional del miembro superior en niños con parálisis cerebral." VI Congreso

Internacional de Investigación en Rehabilitación

- 17- Klein J, Chen A, Burdet E, Instrumented sorting block box for children, a preliminary experiment. IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics. 2011. June 29 - July 1,
- 18- Balasubramanian S, Melendez A, Burdet E. A robust and sensitive metric for quantifying movement smoothness. 2011 IEEE Transactions on Biomedical Engineering,
- 19- Melendez L, Bagutti B, Pedrono and Burdet E. Hi5: a versatile dual-wrist device to study human-human and bimanual interaction control. September 2011 International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), San Francisco, USA,.
- 20- Villalobos C, Cambios En La Función De Miembro Superior En Pacientes Con Parálisis Cerebral Posterior A Terapia De Interacción Basada En Movimiento Comparada Con Terapia Convencional. [posgrado]. Universidad Autónoma de México. 2019.
- 21- Ossio I, Estudio de seguimiento comparativo en la función de miembro superior en pacientes con parálisis cerebral posterior a terapia de interacción basada en movimiento comparada con terapia convencional. [posgrado]. Universidad Autónoma de México. 2020.
- 22- Krasner M, Winger N.H, Kim W, Craelius. Reaching toward quantitative metrics of spasticity, Bioengineering Conference. 2011(37th)1-3.
- 23- Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2001;42(12):816.
- 24- Archivo interno, Instituto Nacional de Rehabilitación, Rehabilitación Pediátrica, 2015.
- 25- Lopes S, et al. Games Used With Serious Purposes: A Systematic Review of Interventions in Patients With Cerebral Palsy. *Frontiers in Psychology*. September 2018 | Volume 9 | Article 1712
- 26- Levin M, Weiss P, Keshner E. Emergence of Virtual Reality as a Tool for Upper Limb Rehabilitation: Incorporation of Motor Control and Motor Learning Principles. *Phys Ther*. 2015;95:415–425.
- 27- Kesar TM, Sawaki L, Burdette JH, et al. Motor cortical functional geometry in cerebral palsy and its relationship to disability. *Clin Neurophysiol*. 2012; 123(7):1383-1390.
- 28- Adamovich, S. V., Fluet, G. G., Tunik, E., & Merians AS. Sensorimotor Training in Virtual Reality: A Review Sergei. *J NeuroRehabilitation*. 2010;25(1):1-21.
- 29- Bryanton C, Bosse J, Brien M, McLean J, McCormick A, Sveistrup H. Feasibility, motivation, and selective motor control: virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy. *Cyberpsychol Behav* 2006;9:123– 128.
- 30- Chen YP, Kang LJ, Chuang TY, Doong JL, Lee SJ, Tsai MW, Jeng SF, Sung WH. Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design. *Phys Ther* 2007;87:1441–1457.
- 31- Deutsch JE, Merians AS, Adamovich S, Poizner H, Burdea GC. Development and application of virtual reality technology to improve hand use and gait of individuals post-stroke. *Restor Neurol Neurosci* 2004;22:371–386.
- 32- Diez-Alegre MI, Muñoz-Hellín E. Empleo de sistemas de realidad virtual sobre la extremidad superior en niños con parálisis cerebral. Revisión de la literatura. *Fisioterapia*. 2013;35(3):119–125.

- 33- Harris K, Reid D. The influence of virtual reality play on children's motivation. *Canadian Journal of Occupational Therapy* 2005; 72:21–9
- 34- Hye Do J, Young Yoo E, Ye Jung M, Yean Park H. *NeuroRehabilitation* 38 (2016) 115–127
- 35- Mohamed El-Shamy S, Fawzy El-Banna M. Effect of Wii training on hand function in children with hemiplegic cerebral palsy. *Physiotherapy Theory And Practice*.
- 36- Bedair R, Al-Talawy H, Shoukry K, Abdul-Raouf E. Impact of virtual reality games as an adjunct treatment tool on upper extremity function of spastic hemiplegic children. *International Journal of PharmTech Research*, 2016,9(6),pp 01-08.
- 37- Johansen T et al. Effectiveness Of Training With Motion-controlled Commercial Video Games For Hand And Arm Function In People With Cerebral Palsy: A Systematic Review And Meta-analysis. *J Rehabil Med* 2020; 52: jrm00012
- 38- Rathinam C, et al. Effectiveness of virtual reality in the treatment of hand function in children with cerebral palsy: A systematic review. *Journal of Hand Therapy* xxx (2018) 1-8
- 39- Ravi D, Kumara N, Singh P, Effectiveness of virtual reality rehabilitation for children and adolescents with cerebral palsy: an updated evidence-based systematic review. *Physiotherapy* 103 (2017) 245–258
- 40- Goršič M, Cikajlo I, Novak D. Competitive and cooperative arm rehabilitation games played by a patient and unimpaired person: effects on motivation and exercise intensity. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* (2017) 14:23
- 41- Chang Y, Han W, Tsai Y. A Kinect-based upper limb rehabilitation system to assist people with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* 34 (2013) 3654–3659