

**PROPUESTA DE PROTOCOLO: ESTUDIO PILOTO DE
VIABILIDAD DE REHABILITACIÓN Y
TELEREHABILITACIÓN DEL MIEMBRO SUPERIOR
HEMIPLÉJICO A TRAVÉS DE LA REALIDAD VIRTUAL**

MÁSTER UNIVERSITARIO EN NEURORREHABILITACIÓN 3ª EDICIÓN
2021-2022

Autora: Rosa Pesudo Marí

Tutores:

Dr. Josep M. Tormos

Sr. Manel Ochoa

Sr. Leonardo Boccuni

Barcelona, Mayo de 2022

ABSTRACT

Introducción: la realidad virtual es una técnica eficaz dentro del equipo multidisciplinar, creando una retroalimentación multisensorial que permite a los pacientes realizar tareas específicas y repetitivas en un entorno motivador y controlado. El objetivo del estudio es crear un protocolo de intervención mediante realidad virtual para incrementar la función motora del miembro superior hemipléjico tras un ictus. De manera secundaria producir mejoras específicas en el control motor, reducir la espasticidad e incrementar la fuerza, el rango articular y la coordinación bimanual, la autonomía del individuo y proporcionar una mejoría en la calidad de vida; aumentar la accesibilidad de los pacientes a rehabilitación.

Metodología: propuesta de estudio piloto. El tratamiento intensivo se conforma de 6,5 horas/semana, tanto domiciliarias como dos bloques en el gimnasio de rehabilitación. El primero de terapia convencional individualizada para el miembro superior hemipléjico (30 minutos/día) y el segundo, terapia de realidad virtual con el dispositivo HTC VIVE Pro-2 (60 minutos/día). Para la telerehabilitación se emplea Mind Motion™ GO 2 días/semana (60 minutos/día) . El total de 6 semanas inicia y termina con una valoración; el análisis estadístico se llevará a cabo mediante el software IBM SPSS statistics versión 26.0 (SPSS Inc, Chicago, IL). Estableciéndose la significación estadística en un valor $p < 0,05$. El estudio piloto no obtiene financiación.

Resultados esperables: para la función del brazo los resultados esperados son favorables, existiendo bastante literatura científica que avala el uso de la terapia virtual combinada con terapia convencional. Se espera que la función motora, la destreza manual, la fuerza y el rango articular aumenten significativamente. La capacidad funcional, calidad asistencial del miembro superior, coordinación bimanual y el grado de espasticidad existe incertidumbre. Respecto al estado funcional del paciente y su capacidad para realizar AVD se espera un aumento de puntuaciones en las escalas FIM y MAL, pero para la calidad de vida existen pocos estudios que utilicen la ECVI-38.

Conclusiones: Este protocolo puede conseguir efectos beneficiosos, a la vez, que los pacientes aumentan su acceso a rehabilitación. Es necesario llevar a cabo este estudio piloto para demostrar de manera práctica la viabilidad del mismo para después validar su eficacia en la población. Es importante seguir indagando en el campo de las nuevas tecnologías, exprimiendo al máximo todas las ventajas para el campo de la neurorrehabilitación.

ÍNDICE

ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Justificación	6
1.2 Antecedentes	7
1.2.1 Ictus.....	7
1.2.1.1 Etiología	7
1.2.1.1.1 Síndrome clínico de la oclusión de la arteria cerebral media	7
1.2.2 Miembro superior hemipléjico	8
1.2.2.1 Red neuronal de integración sensorio motora del miembro superior	8
1.2.2.2 Manifestaciones clínicas y déficits motores	9
1.2.3 Realidad virtual	10
1.2.3.1 Tipos de realidad virtual	10
1.2.3.1.1 Sistemas Inmersivos	10
1.2.3.1.2 Sistemas no inmersivos	10
1.2.3.2 Nivel de evidencia	11
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo principal	12
1.3.1 Objetivos secundarios	12
2. METODOLOGÍA	13
2.1 Diseño del estudio	13
2.1.1 Aspectos éticos.....	13
2.2 Participantes	13
2.2.1 Criterios de inclusión.....	13
2.2.2 Criterios de exclusión	13
2.3. Instrumentos de medida.....	14
2.3.1 Función del miembro superior.....	14
2.3.1.1 Escala de deterioro motos del MS de Fugl-Meyer (FMA-UE).....	14
2.3.1.2 Box and Block test (BBT).....	14
2.3.1.3 Dinamometría	15
2.3.1.4 Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI).....	15
2.3.1.5 Escala Ashworth Modificada (MAS).....	15
2.3.1.6 Rango articular	15
2.3.2 Autonomía y calidad de vida del paciente	16
2.3.2.1 Functional independence measure (FIM).....	16
2.3.2.2 Motor activity log (MAL).....	16
2.3.2.3 Escala de calidad de vida para el ictus (ECVI-38).....	16
2.4 Intervenciones	17
2.4.1 Terapia Convencional	17
2.4.2 Terapia con realidad virtual	18
2.4.2.1 En el gimnasio	18
2.4.2.1.1 Juegos HTC VIVE Pro-2	19
2.4.2.2 En el domicilio.....	20
2.4.2.2.1 Juegos Mind Motion™ GO.....	20
2.4.3 Cronograma.....	23
2.5 Medios del estudio.....	23
2.5.1 Entorno del estudio.....	23
2.5.2 Recursos humanos	23
2.5.3 Recursos materiales	24

2.5.4 Viabilidad.....	24
2.5.5 Difusión del protocolo.....	25
2.6 Análisis de datos	25
3. RESULTADOS ESPERABLES.....	27
3.1 Función del miembro superior hemipléjico.....	27
3.2 Actividades de la vida diaria y calidad de vida	28
4. VALORACIÓN CRÍTICA	29
4.1 Limitaciones	29
4.2 Fortalezas.....	29
5. CONCLUSIONES	30
6. BIBLIOGRAFÍA.....	31
7. ANEXOS	35
Anexo 1. Consentimiento informado	35
Anexo 2. Escala Fugl-meyer extremidad superior	39
Anexo 3. Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI)	42
Anexo 4. Escala Ashworth Modificada	43
Anexo 5. Functional Independence Measure (FIM).....	44
Anexo 6. Motor activity Log (MAL)	45
Anexo 7. Escala De Calidad De Vida Para El Ictus (ECVI-38)	46
Anexo 8. Identificación del protocolo	49

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2.1 FUNCIONES DEL MIEMBRO SUPERIOR QUE SE FOMENTAN EN EL HTC VIVE Pro-2</i>	20
<i>Tabla 2.2 FUNCIONES DEL MIEMBRO SUPERIOR QUE SE FOMENTAN EN LA MINDMOTION™ GO</i>	22
<i>Tabla 2.3 CRONOGRAMA DEL ESTUDIO</i>	23
<i>Tabla 2.4 JUSTIFICACIÓN DE VIABILIDAD</i>	25
<i>Tabla 2.5 VARIABLES DEL ESTUDIO</i>	26

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

De manera anual 15 millones de personas alrededor del mundo, se ven afectadas por un ictus; 5 millones fallecen y de los supervivientes, sólo un 20% se recupera completamente¹. Todos los individuos restantes, aprenden a convivir en su día a día con diferentes grados de déficits neurológicos que van a depender de diferentes factores pronóstico². La afectación motora hemipléjica en el miembro superior (MS) es la secuela más incapacitante³, en fase aguda un 85% de los casos sufre un déficit de función, persistiendo meses más tarde en el 55-75% de los afectados y solamente recupera cierta destreza el 30-40% de los pacientes, pasados los 6 meses del accidente cerebrovascular (ACV)⁴.

Es por estas cifras que la organización mundial de la salud (OMS)⁵ señala al ictus como primera causa de discapacidad en edad adulta, la segunda de demencia⁶ y la tercera de muerte en el mundo occidental. Cabe señalar que a pesar de que la incidencia en España es más reducida que en otros países, cada seis minutos un habitante sufre un ictus⁷ y la previsión es que siga incrementando por el factor de riesgo de la edad, debido a que la población española se convertirá en una de las más envejecidas del mundo en el año 2050⁵.

El desarrollo de nuevas tecnologías, como la realidad virtual (RV), en la neurorrehabilitación tiene como objetivo final influenciar en la plasticidad y la reorganización cortical, demostrándose superior a la metodología de terapia convencional en cuanto a la intensidad del ejercicio necesaria para inducir la plasticidad neuronal⁸. Este sistema de estimulación multisensorial interactivo del córtex sensoriomotor excita el hemisferio patológico⁹, facilitando la reorganización cerebral al trabajar de forma imaginaria en un entorno real, consiguiendo activar los sistemas de neuronas en espejo a través de mecanismos de aprendizaje por imitación¹⁰. Esto se ha comprobado gracias a la investigación mediante las diferentes pruebas de neuroimagen⁹.

En la actualidad, el crecimiento exponencial de pacientes que han sufrido un evento cerebrovascular ya es un hecho que ha desbordado el número de fisioterapeutas disponibles en los centros de neurorrehabilitación tanto públicos como privados. Así mismo, los pacientes no reciben la cantidad de sesiones de rehabilitación necesarias para poder recuperar mayor funcionalidad, ni de manera global ni del MS, dando como resultado una pérdida de autonomía (dependencia de terceras personas)⁷, que desencadenará en baja autoestima y el deterioro de la calidad de vida¹¹.

En consecuencia, en virtud de su cada vez mayor asequibilidad y portabilidad, la RV es una herramienta que va a permitir intensificar el programa de ejercicios optimizando la recuperación funcional del MS¹⁰, a la vez, de aumentar la accesibilidad a los centros sanitarios. Por lo tanto, estas razones son las principales motivaciones para la creación del protocolo de estudio: Rehabilitación y telerehabilitación del miembro superior hemipléjico a través de la realidad virtual.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Ictus

De acuerdo con la OMS se define ACV o ictus como “el rápido desarrollo de signos focales o globales de compromiso de la función cerebral, con síntomas de 24 horas o más, o que lleven a la muerte sin otra causa que el origen vascular” cuyo déficit motor se caracteriza por el compromiso del hemicuerpo contralateral al hemisferio lesionado (hemiplejia), al que pueden acompañar alteraciones cognitivas, perceptuales, sensitivas y del lenguaje ^{12,13}.

1.2.1.1 Etiología

Dado que las enfermedades vasculares isquémicas y hemorrágicas, tanto del cerebro como del tronco cerebral, ocupan el 69% de los casos que generan hemiplejia¹⁴, produciéndose en un 80% de estos pacientes de forma aguda y en más del 40% de forma crónica¹⁵. El desarrollo del protocolo se centra en esta etiología; de manera más concreta, suele aparecer hemiplejia por un síndrome clínico de la oclusión de la arteria cerebral media (ACM) con afectación del MS.

1.2.1.1.1 Síndrome clínico de la oclusión de la arteria cerebral media

La alteración motora conocida como hemiplejia, se produce por una disfunción de la corteza motora situada en el giro precentral, y de manera más concreta de las células piramidales (capa V) que conforman el fascículo piramidal o corticoespinal integrando las fibras eferentes motoras.¹⁶

Una de las arterias encargada de irrigar mayoritariamente el lóbulo frontal del hemisferio cerebral y sus estructuras subcorticales profundas, además del lóbulo parietal y occipital, es la ACM, que se subdivide en superior e inferior. El giro precentral se encuentra ubicado en el lóbulo frontal, por tanto pertenece al subgrupo de clasificación: Infarto total de la circulación anterior o infarto parcial de la circulación anterior.

La ACM es el vaso que se ve comprometido con más frecuencia en el ictus isquémico¹⁷. Estudios anatomopatológicos han demostrado que la mayor parte de las oclusiones se deben a embolias, al contrario de lo que se creía tradicionalmente, tan solo el 10% se produce por un trombo¹⁸.

La división superior de la ACM es la responsable de irrigar la representación cortical sensorial y motora completa del rostro, mano y brazo, al igual que el área del lenguaje expresivo (de Broca) en el hemisferio dominante. La división inferior se encarga de la visión macular y el área del lenguaje receptivo (de Wernicke) del hemisferio dominante. Finalmente, en la porción más proximal se sitúan las ramas lenticuloestriadas que aportaran sangre a los ganglios basales, al igual que las fibras motoras relacionadas con el rostro, mano, brazo y pierna, a medida que descienden en la rodilla y el brazo posterior de la cápsula interna¹⁷.

1.2.2 Miembro superior hemipléjico

La hemiplejia se considera la parálisis o debilidad de los músculos, fundamentalmente del hemicuerpo contralateral al hemisferio cerebral lesionado. Es la forma más común de parálisis, a excepción de algunas patologías inusuales. Este patrón es el resultado de las vías corticoespinales (vía piramidal), aunque el nivel de lesión suele deducirse de los hallazgos neurológicos asociados¹⁹.

Respecto a la hemiplejia en MS es frecuente encontrar una dificultad al componente funcional, individual y bilateral, especialmente en la movilidad de la mano²⁰. Esta alteración motora abarca falta de coordinación, pérdida de control motor, aumento de espasticidad, disminución de movimientos selectivos y, además, debilidad.

1.2.2.1 Red neuronal de integración sensorio motora del miembro superior

El sistema nervioso se presenta como una red neuronal de integración sensoriomotora entre la persona y el medio. El proceso de comportamiento motor es el fruto de la fusión entre los componentes corticales y periféricos asociados a la identificación, adquisición y procesamiento de estímulos sensoriales procedentes del medio externo. Estos factores son los componentes principales de la planificación y el ajuste de un gesto motor, formando parte del proceso de integración entre los diferentes centros especializados que median en la realización del movimiento²¹.

El control de ambos MMSS se encuentra determinado por tres componentes que contribuyen al procesamiento sensorio motor: las limitaciones propias del individuo, el tipo de tarea y las restricciones específicas del entorno.

Del mismo modo, los elementos clave en las habilidades de alcance, prensión y manipulación de las extremidades superiores son la localización de un punto de interés (referencia visual) donde se deberán coordinar los movimientos de ojo-cabeza para guiar a la mano; el desplazamiento del brazo y la mano en el espacio, así como, el apoyo postural; combinación de diferentes acciones como agarrar y soltar junto con empuñar; además de la habilidad de manipular. Debido a la heterogeneidad de los requisitos del movimiento, se propone que la coordinación ojo-cabeza no esté bajo control de un solo mecanismo, sino que más bien sea efecto de la interacción de diferentes engranajes nerviosos²².

Los estímulos sensoriales provenientes de la periferia, son los encargados de mostrar el entorno a la persona, su posición espacial y la posición de las articulaciones entre sí, creando un mapa del cuerpo en el espacio. Los estímulos aferentes sensoriales procedentes del sistema visual cursan por dos vías paralelas que intervienen en las maniobras de alcance dirigidas a un objetivo: una vinculada con lo que se intenta alcanzar (percepción y reconocimiento del objeto) y la otra en relación con el sitio en que el objeto se localiza en el espacio extrapersonal (localización), además de los sistemas de acción que participan en la manipulación del objeto.

Esta información sensorial asciende hasta las cortezas de asociación, donde se produce la transición de percepción a acción, interaccionando el procesamiento cognitivo y el perceptivo.

La vía perceptiva transcurre de la corteza visual a la temporal, mientras que la vía de localización y acción, lo hace de la corteza visual al lóbulo parietal²². Estas cortezas comprenden centros para el procesamiento sensorial y el procesamiento cognitivo abstracto del nivel superior. Simultáneamente, actúan de manera recíproca con las áreas de procesamiento sensorial en el lóbulo parietal y de igual manera, con los núcleos basales y áreas cerebelosas identificando hacia donde se quiere mover el sujeto, el plan del movimiento y, finalmente, la ejecución de la acción.²²

La información procesada en la corteza motora primaria sobre un determinado plan motor se envía hacia la médula espinal y al mismo tiempo, paralelamente, una copia se envía al cerebelo. Este, a su vez, recibe información de retroalimentación sensorial (referente) desde los receptores sobre los movimientos mientras se realizan. Envía una actualización del plan de movimiento de salida a la corteza motora y al tronco del encéfalo donde confluye tanto información somatosensorial de la piel con los músculos de la cabeza, así como información sensorial proveniente de los sistemas vestibular y visual. Las vías descendentes en ambas regiones activan las redes de la médula espinal²².

Las vías que viajan entre núcleos basales-corteza-médula espinal son importantes para el control de los movimientos voluntarios, mientras que las vías que viajan entre los núcleos basales-tronco del encéfalo-médula espinal contribuyen a su automatización²².

Tanto para los tractos sensoriales, como para los motores existen haces en paralelo; de esta manera se efectuará un mayor procesamiento sensorial y se podrán realizar determinadas secuencias de acciones. La combinación de control paralelo y jerárquico permite cierta superposición de funciones, por lo que un sistema puede ser sustituto de otro cuando las condiciones del entorno o la actividad así lo requieran, permitiendo cierta recuperación al utilizar vías alternativas tras una lesión nerviosa como la hemiplejia²².

1.2.2.2 Manifestaciones clínicas y déficits motores

La desorganización global del hemicuerpo pléjico, subsiguiente al evento cerebrovascular, juntamente con la alteración del control motor correlacionado con el déficit en los procesos neuromotrices de planeación y ejecución de secuencias motoras adecuadas, son las manifestaciones clínicas más comunes en el MS. Además de la incapacidad de realizar procesos de anticipación y de retroalimentación, discronometrías, asimetrías y alteraciones en la ejecución de patrones de movimiento por presencia de sinergias anormales como resultado de la espasticidad²⁰. Del mismo modo, la funcionalidad se ve influenciada por la afectación cognitiva y sensitiva⁴, especialmente propioceptiva y cinestésica²⁰.

En cuanto a las alteraciones biomecánicas y mioneurales, se evidencian por problemas en el tejido blando, disminuyendo el rango articular. Por otro lado, la atrofia muscular se relaciona con la falta de información sensorial de los centros superiores hacia los inferiores, reduciendo el reclutamiento de unidades motoras y generando dificultades en la sincronización del movimiento, la disminución de la potencia muscular, de la fuerza de producción y ralentización de la velocidad de contracción muscular²⁰. Todas estas limitaciones impiden llevar a cabo actividades como alcanzar, recoger y sostener objetos¹⁵.

Como secuela de estos déficits, los pacientes anulan esta extremidad, utilizando la no afectada. Funcionalmente este “uso no aprendido” contribuye a la alteración de la coordinación e integración bimanual sin posibilidad de que se produzca efecto de reorganización cortical, ni mejoría en la ejecución manual. Esto, juntamente con las carencias de alineación, estabilidad y control del movimiento del tronco superior e inferior que se implican directamente en la actividad de los MMSS²⁰ dará como resultado una incorrecta ejecución de las actividades de la vida diaria (AVD). Afectando sobre todo a las tareas del vestido, higiene, tareas de autocuidado y escritura.

1.2.3 Realidad virtual

La RV es una técnica innovadora de rehabilitación neurológica que se asienta en la creación de un entorno evocador de la realidad a través de un ordenador y una interfaz que crea una retroalimentación multisensorial interactiva en tiempo real¹⁰.

La accesibilidad y el bajo coste de las consolas comerciales, inicialmente desarrolladas para el ocio, son las principales ventajas de una tecnología que permite a los paciente practicar tanto tareas específicas, simples como complejas, de manera repetitiva durante la sesión en un entorno motivador y controlado. Al mismo tiempo que al fisioterapeuta le permite evaluar en cada sesión la progresión²³ y modificar los ejercicios en función de los objetivos alcanzados, proporcionando un feedback sensorial sobre el resultado²⁴. La repetición, el feedback, y la motivación del paciente son tres elementos claves en la neurorrehabilitación.

1.2.3.1 Tipos de realidad virtual

Según las características del software, se describen dos sistemas de aplicación de la terapia: inmersivos y no inmersivos.

1.2.3.1.1 Sistemas Inmersivos

Los sistemas inmersivos son los que mediante un ordenador crean un ambiente virtual tridimensional y el paciente interaccionan por medio de un hardware como los guantes de datos, casco de visualización estereoscópica, pantallas interconectadas que abarcan un amplio campo de visión y cabinas o cuevas virtuales que representan escenarios virtuales en los que se realizan los ejercicios programados.

La forma más común de simuladores de entornos virtuales en la neurorrehabilitación es la pantalla en formato casco de visualización estereoscópica²⁵. Del mismo modo, otros dispositivos muy utilizados en la rehabilitación son el sistemas IREX, el Rutger Master II-NDs, el Rutgers Ankle rehabilitation systems y el cyberglobes¹⁰.

1.2.3.1.2 Sistemas no inmersivos

Por otro lado, los entornos no inmersivos no necesitan de otros dispositivos adicionales, motivo que explica su bajo coste y su mayor accesibilidad. El individuo a través de una ventana de escritorio, interactúa con el mundo virtual solamente con un mando¹⁰.

Las consolas comerciales idóneas para esta aplicación son la Nintendo Wii y Sony PlayStation 2 Eye Toys.

1.2.3.2 Nivel de evidencia

La técnica de RV es válida para realizar la neurorrehabilitación después de un ictus²⁶, ya que, permite superar barreras espacio temporales, configurando un entorno donde la información y la comunicación se muestran asequibles desde perspectivas hasta ahora desconocidas en cuanto a volumen y posibilidades¹⁰.

La evidencia señala que es una herramienta eficaz dentro del equipo multidisciplinar debido a que contribuye en la totalidad del paciente mediante un entrenamiento dirigido a aumentar la motivación del individuo, su disfrute y la adherencia al tratamiento²⁶.

Algunos de los efectos beneficiosos descritos son: la recuperación motora y funcional del MS, la mejoría del control postural, mejoría de los parámetros de la marcha y aumento del equilibrio estático y dinámico, evitando los principales factores de riesgo de caídas. Del mismo modo, es útil en la rehabilitación cognitiva dirigida hacia la atención, las funciones ejecutivas, las capacidades visuoespaciales, la memoria y el lenguaje⁸. Cabe remarcar que se ha demostrado que produce facilitación de la activación corticoespinal debido a la retroalimentación visual continua²⁷.

Al revisar esta técnica en la bibliografía científica, según diferentes criterios, se encuentran diversidad de conclusiones. Por un lado, no deberían existir diferencias significativas entre los sistemas inmersivos y no inmersivos resultantes de la cronicidad²⁶. Por otro lado, según la finalidad de aplicación de RV existe más evidencia de eficiencia en pacientes agudos²⁸ y subagudos, que en los crónicos.

La superioridad de la terapia de RV en estos periodos más tempranos se asocia a la suma de varios principios que posiblemente encaminan a un mayor efecto en la rehabilitación: práctica específica de la tarea, retroalimentación explícita, dificultad creciente, retroalimentación implícita, práctica variable y mecanismos para promover el uso de la extremidad parética²⁶.

En etapas agudas y subagudas la terapia se aplicará para la recuperación de la heminegligencia unilateral, el patrón de marcha y equilibrio¹⁰. En relación con el MS hemipléjico, se han conseguido evidenciar los siguientes beneficios moderados: aumento de la funcionalidad, recuperación motora⁸, mejoría en la cinemática y fuerza del alcance y la presión¹⁰, destreza de los dedos y la resistencia²³. Estos estudios se encuentran limitados a pacientes con paresia no muy grave de la extremidad superior (conservan al menos un 20º de extensión de muñeca) y no presentan deterioro severo de la esfera cognitiva, ni del equilibrio.

No se han conseguido demostrar tantos efectos significativos en el MS hemipléjico de pacientes crónicos, ya que, se necesitan ensayos con un número mayor de participantes. En cambio sí que se ha validado como una intervención segura en fases crónicas²⁹ y que mejora el equilibrio.³⁰

La terapia de RV es una técnica emergente desde hace unos años y en la actualidad, en el campo de la neurorrehabilitación, es por esto, la necesaria realización de futuros ensayos clínicos que apoyen su eficiencia y eficacia como método terapéutico individual³¹. Además, en los estudios existentes, se utiliza el término de RV de manera generalizada. Este hecho provoca un bajo nivel de calidad científica, ya que, se compara su impacto sin contrastar sistemas virtuales similares en la rehabilitación de la misma patología, sino que más bien se incluyen sistemas o tecnologías de carácter heterogéneo sin diferenciación según la discapacidad²⁶.

Es por estos motivos que en la actualidad, la RV solo se utiliza como terapia coadyuvante en la práctica clínica diaria. Por ejemplo, se puede utilizar como ampliación de la terapia convencional o con la terapia combinada con estimulación eléctrica funcional (FES) provocando una intención motora sostenida y mejorando la función de las extremidades superiores³².

Otras limitaciones que ralentizan el futuro prometedor de la RV en la neurorrehabilitación son las dificultades técnicas para adaptar el uso de consolas comerciales y videojuegos a los déficits propios de cada paciente¹⁰ y, pese a su fácil distribución, sigue siendo una terapia con un alto coste económico²³.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo principal

Crear un protocolo de intervención mediante realidad virtual para incrementar la función motora del miembro superior hemipléjico tras un ictus.

1.3.1 Objetivos secundarios

Los objetivos secundarios que se pretenden conseguir con este protocolo son:

- Producir mejoras específicas en el control motor de la extremidad superior hemipléjica, reducir la espasticidad e incrementar la fuerza, el rango articular y la coordinación bimanual.
- Incrementar la autonomía del individuo con miembro superior hemipléjico tras sufrir un ictus, proporcionando una mejoría en la calidad de vida tras realizar el protocolo.
- Aumentar la accesibilidad de las personas que han sufrido un ictus al sistema sanitario.

2. METODOLOGÍA

2.1 Diseño del estudio

Se trata de una propuesta de estudio piloto para poder demostrar el funcionamiento del protocolo aplicado a pacientes tras sufrir un ictus con secuela de MS hemipléjico del servicio de neurorrehabilitación del Instituto Guttmann, en Barcelona (España).

2.1.1 Aspectos éticos

Todos los procedimientos se deberán realizar de acuerdo con la Declaración de Helsinki³³. Los participantes inscritos y sus familiares recibirán un consentimiento informado que deberán devolver por escrito, protegiendo los derechos de los sujetos (anexo 1). El Comité Institucional de Ética en Investigación Humana deberá aprobar el protocolo del estudio.

La participación en el protocolo será voluntaria y cualquier sujeto podrá abandonar el mismo en cualquier momento si así lo desea. Los datos recogidos y la historia clínica de los sujetos serán confidenciales.

2.2 Participantes

Para la reproducción de este estudio piloto de propuesta de protocolo será necesario una pequeña muestra de pacientes. Según García-García et al., el tamaño de la muestra recomendado para este tipo de estudios es entre 30 y 50 participantes³⁴, entre los cuales se cumplan tanto los criterios de inclusión como de exclusión.

2.2.1 Criterios de inclusión

Los candidatos para participar en el protocolo serán:

- Hombres y mujeres con ictus hemipléjico en fase subaguda de la patología^{23,8}.
- Paciente estable farmacológicamente²⁷.
- Ningún problema con el funcionamiento auditivo o visual²⁷.
- Pacientes con Fugl-Meyer superior a 25 puntos³⁵.
- Capacidad de ejecutar al menos 20º de flexión y abducción activa del hombro contra la gravedad⁸.

2.2.2 Criterios de exclusión

No podrán participar aquellos que:

- Condiciones comórbidas que afectasen a su potencial de rehabilitación (problemas cardíacos, respiratorios, artríticos o historias de epilepsia)^{29,8}.
- Dolor en el brazo en una escala visual analógica de más de 6/10²⁹.

- Puntuación total menor de 21 en el Mini-Mental State Examination (MMSE)²⁷.
- Espasticidad mayor de 2 en la escala de Asworth³⁶.

2.3. Instrumentos de medida

A los usuarios del protocolo se les explorará con estas escalas antes de iniciar y pasadas las seis semanas de intervención, para poder comparar su estado de función del brazo, su control motor, espasticidad, fuerza, coordinación, rango articular y el impacto de este tratamiento, tanto en su autonomía como en su calidad de vida.

2.3.1 Función del miembro superior

Las personas que han sufrido un ictus presentan un amplia variedad de déficits motores de las extremidades superiores³⁵, como pueden ser, la falta de control motor, la espasticidad, la disminución de la fuerza y el déficit de coordinación bimanual. Para su evaluación de manera exhaustiva se utilizarán las siguientes escalas: Fugl-Meyer para extremidad superior (FMA-UE), el Box and Block test (BBT), la “medical research council”, la “Chedoke Arm and Hand Activity Inventory” (CAHAI) y la escala Ashworth modificada.

2.3.1.1 Escala de deterioro motor de la MS de Fugl-Meyer (FMA-UE)

La Escala de Deterioro Motor de la Extremidad Superior de Fugl-Meyer (FMA-UE) es el criterio de evaluación más utilizado para medir el déficit de la función motora tras sufrir un ictus³⁵.

Se compone de cuatro apartados (hombro-brazo, muñeca, mano y coordinación-velocidad) que evalúan tanto el deterioro de proximal a distal, como el de sinergia a movimiento voluntario aislado. Esta escala se constituye por 33 ítems que se puntúan en una escala ordinal de 0 (ausente), 1 (deterioro parcial) y 2 (sin deterioro), siendo la puntuación más baja 0 y la más alta 66³⁵. Todos los ítems se pueden observar en el anexo 2.

En este caso, un criterio de inclusión para los pacientes es un mínimo de 25 puntos en la FMA-UE, es decir, se incluirán pacientes que presenten desde un deterioro moderado con movimientos limitados fuera de sinergia a un deterioro parcial de las sinergias de los músculos extensores y flexores de una sola articulación así como de los movimientos de la mano, la muñeca y las articulaciones múltiples; hasta pacientes que tengan un deterioro mínimo y puedan realizar movimientos sin sinergia con el movimiento completo del brazo.

2.3.1.2 Box and Block test (BBT)

Para esta prueba consiste en evaluar la función y destreza manual. El material necesario es una caja dividida por la mitad y bloques de madera de las siguientes dimensiones: 2,5 x 2,5 x 2,5 cm.

La finalidad es cuantificar el número de bloques que puede pasar de una caja a la otra en un minuto^{8, 37}.

2.3.1.3 Dinamometría

Esta prueba con el dinamómetro tiene como objetivo cuantificar de forma objetiva la fuerza de agarre en la mano. El paciente se posicionará sentado con el hombro en aducción y rotación neutra, el codo en flexión de 90º, posicionando la muñeca de manera neutra.

Se le explicará al paciente que debe agarrar, de manera rápida pero prolongada en el tiempo, el instrumento, realizando la máxima fuerza posible. Se repetirá para obtener tres mediciones, con una pausa de 60s entre ellas, evitando la fatiga muscular. Finalmente, los datos se transformarán en kg³¹.

2.3.1.4 Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI)

La “Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI)” tiene como objetivo valorar la capacidad funcional, la calidad asistencial del MS y la coordinación para la ejecución de tareas bimanuales.

Si observamos el anexo 3 adjunto está formada por 13 ítems: abrir un tarro de café, Marcar 911, Dibujar una línea con una regla, Verter un vaso de agua, Exprimir una toalla, Abotonar 5 botones, Secar con una toalla, Poner pasta de dientes en un cepillo de dientes, Cortar la masilla, Limpiar las gafas, Subir una cremallera, Colocar un envase sobre una mesa, Subir las escaleras llevando una bolsa³⁸.

Cada ítem se cuantificará de 1 (asistencia total) a 7 (independencia total) puntos. Así mismo, también se otorgará una puntuación basándonos según el papel que asuma el MS durante cada ítem³⁸.

2.3.1.5 Escala Ashworth Modificada (MAS)

La escala Ashworth Modificada (MAS) (anexo 4) tiene como finalidad valorar el grado de espasticidad, su puntuación será del 0 (no hay aumento del tono) hasta el 4 (máxima resistencia al movimiento pasivo).

La valoración se realizará en los músculos típicos del MS hemipléjico: musculatura rotadora interna (Pectoral mayor, dorsal ancho, redondo mayor y subescapular) y aductora de hombro (Pectoral mayor y dorsal ancho), flexora del codo (bíceps, braquial anterior y braquiorradial), de la muñeca (flexor radial y cubital del carpo y palmar largo), además, en la musculatura de los flexores superficiales y profundos de dedos y el oponente del pulgar³⁹.

2.3.1.6 Rango articular

El goniómetro es un instrumento con un brazo móvil y otro fijo que mide en grados (º) el ángulo de movimiento.

Con él se realizan tres mediciones de cada movimiento de las articulaciones del hombro, codo, muñeca, metacarpofalángicas e interfalángicas, seleccionando la de mayor resultado⁴³.

2.3.2 Autonomía y calidad de vida del paciente

La pérdida de función motora del MS hemipléjico da como resultado una incorrecta ejecución de las AVD, por tanto, para medirlas utilizaremos la “functional independence measure” (FIM), la “Motor activity log” (MAL) y el índice de Barthel. Como consecuencia final, la pérdida de autonomía y la dependencia de terceras personas conllevan un deterioro en la calidad de vida, que para cuantificar su impacto utilizaremos la escala de calidad de vida para el ictus (ECVI-38).

2.3.2.1 *Functional independence measure (FIM)*

La functional independence measure (FIM) es una escala de valoración utilizada con la finalidad de medir el estado funcional de los pacientes que han sufrido un evento cerebrovascular. Otro objetivo de esta escala es determinar el grado de asistencia que va a necesitar la persona para realizar las AVD.

Esta escala evalúa 18 ítems, subdivisibles en tareas motrices (13) y tareas cognitivas (5)⁴⁰. Las tareas para realizar son: alimentación, higiene y cuidado personal, ducha/baño, vestido de la parte superior, vestido de la parte inferior, uso del lavabo, control de la vejiga y control intestinal, transferencia cama-silla, transferencia al lavabo, transferencia en la ducha, locomoción (marcha o en silla de ruedas), escaleras, comprensión cognitiva, expresión, interacción social, resolución de problemas y memoria (se pueden observar en el anexo 5).

Los ítems se puntúan del 1 al 7, siendo el 1 la asistencia total y el 7 completamente independiente. La máxima puntuación es de 126 puntos siendo la mínima de 18 puntos⁴⁰.

2.3.2.2 *Motor activity log (MAL)*

La escala “Motor activity log (MAL)” es una medida de 30 ítems (anexo 6) con resultado subjetivo del rendimiento funcional del MS, determinando la cantidad del uso y lo bien que la persona utiliza su extremidad superior en su entorno⁴¹. Está compuesta de dos escalas:

- Escala de Cantidad de Uso (AOU): determina la cantidad que el individuo utiliza el brazo parético.
- Escala de calidad de movimiento (QOM): la calidad de movimiento percibida por el paciente mientras realiza la actividad funcional

Los ítems se puntúan según las veces y el rendimiento de la tarea, o bien en la última semana o en los últimos tres días. Esta puntuación se establece de 0 (nunca) a 5 (igual/normal) puntos⁴¹.

2.3.2.3 *Escala de calidad de vida para el ictus (ECVI-38)*

La escala de calidad de vida para el ictus (ECVI-38) es una medida fiable y válida. Consiste en una entrevista de 38 ítems, agrupados en ocho dominios (anexo 7): estado físico, comunicación, cognición, emociones, sentimientos, actividades básicas de la vida diaria, actividades comunes

de la vida diaria, y funciones sociofamiliares; también, dos preguntas adicionales sobre la función sexual y la actividad laboral⁴².

La persona responde según una escala de cinco puntos donde el 5 es la situación extrema (peor imaginable) y el 1 es la ausencia de afectación. La puntuación total de la escala se obtiene del promedio de la puntuación de los dominios que se calcula según la siguiente fórmula⁴²:

$$\text{Puntuación} = (\text{media} - 1 / 5 - 1) \times 100.$$

2.4 Intervenciones

Para el diseño de las intervenciones se analizan los criterios de duración, intensidad y magnitud del tratamiento de los estudios científicos anteriores, estableciendo que se realizará durante seis semanas, en un periodo de tres sesiones semanales en el gimnasio de rehabilitación^{30, 43} y dos sesiones semanales en el domicilio.

El tratamiento se conforma de las sesiones en el gimnasio de una duración de 120 minutos subdividida en dos bloques y las sesiones en casa del paciente de 60 minutos. La primera parte en el centro de rehabilitación consistirá en una sesión de terapia convencional destinada para el MS hemipléjico con una duración de 30 minutos. La segunda parte, es donde interviene la terapia de RV, ya que, se dejará al paciente con una sesión pre-programada de 60 minutos⁴³. De este modo, el paciente durante la semana realizará 6,5 horas semanales de rehabilitación intensiva.

2.4.1 Terapia Convencional

La sesión de rehabilitación convencional se realizará en el gimnasio con el material que se utilice en cada centro. Será una terapia individualizada (un profesional, un paciente), donde se trabajará mediante ejercicios los objetivos establecidos según las condiciones del paciente, como por ejemplo, minimizar la espasticidad, control de tronco, potenciación global de las extremidades superiores, trabajo en sedestación, cuadrupedia, bipedestación y práctica de las AVD⁸.

La batería de ejercicios establecidos para poder conseguir los objetivos anteriores es:

- **Estiramientos musculares:** con el objetivo de normalizar el tono muscular, mantenimiento o mejora del rango articular y flexibilidad. Se realizarán de manera activa, activo-asistida o pasiva en el trapecio superior, pectoral, bíceps, tríceps, rotadores del hombro, dorsal ancho, romboides, serrato anterior, epicondíleos y epitrocleares del antebrazo⁸.
- **Movilizaciones:** su finalidad es disminuir la rigidez y mantener o mejorar el recorrido articular de la extremidad superior. Por lo tanto, se le pedirá al paciente de manera activa, activa-asistida o pasiva los movimientos de flexión, extensión, abducción, aducción y rotaciones de hombro; flexión y extensión de codo, pronosupinación, flexión, extensión y desviaciones de muñeca; y flexión, extensión, abducción y aducción de dedos⁸.
- **Trabajo de fuerza:** con el objetivo de incrementar la fuerza del MS. Iniciaremos con una carga suave e incrementaremos a carga media y máxima de manera progresiva. La

potenciación se enfocará a la musculatura flexora, extensora, abductores y aductores del hombro; flexora y extensora del codo; y la flexora y extensora de la muñeca⁸.

- **Actividades de destreza manual:** con la finalidad de mejorar la capacidad con la que el sujeto realiza una tarea. Las actividades propuestas, como puede ser apilar conos, enroscar tuercas o introducir abalorios van requerir una cierta habilidad con la mano⁸.
- **Trabajo de motricidad fina:** el objetivo final es realizar pinzas manuales, tanto digitales como palmares y centrales. Se trabajará la pinza por oposición terminal, por oposición subterminal, y la interdigital lateral utilizando una aguja, un papel y un lápiz o bolígrafo. Así mismo se trabajarán las pinzas pluridigitales con canicas, pelotas pequeñas o tapones de botellas y las pinzas centrales se trabajarán con los cubiertos⁸.
- **Tareas funcionales:** se enseñará la reeducación de actividades funcionales para conseguir una mejoría en la ejecución de las AVDs, como por ejemplo, de la higiene personal, el vestido y desvestido, las transferencias y la alimentación⁸.

2.4.2 Terapia con realidad virtual

La aplicación de la RV consta de dos partes: el tratamiento en el gimnasio y el tratamiento desde el domicilio.

2.4.2.1 En el gimnasio

Por un lado, para el tratamiento de rehabilitación con RV en el gimnasio se debe realizar una inmersión correcta en el entorno empleando el dispositivo HTC VIVE Pro-2 que consiste en un hardware en forma de gafas que se ajustan en la cabeza y reproducirá la imagen virtual creada por el software 3D del ordenador (SteamVR Base Station 2.0). El paciente sostendrá dos controladores en las manos que serán captados por los sensores colocados en la pared.

Los cuatro sistemas del dispositivo HTC VIVE Pro-2 se situarán en una sección específica del lugar de rehabilitación, donde se posicionarán los cuatro puestos de RV con sus componentes, además de una silla para cada paciente para realizar los ejercicios sentado.

Durante 60 minutos el paciente trabaja la función motora del MS hemipléjico con siete juegos diferentes diseñados específicamente para este tipo de software. La duración de la intervención se organizará de forma que cada actividad se realice durante 6 minutos, y se descansará 3 minutos entre el cambio de juego.

El paciente se sienta en una silla posicionada entre los dos sensores y se colocará un controlador en cada mano, fijando a su vez la cuerda a la muñeca para evitar que se caiga; si no tiene capacidad de agarre se podrá posicionar con una ayuda técnica tipo guante. El auxiliar, supervisor de la zona de RV, le ayudará a ponerse las gafas e iniciará el programa de ejercicios. Así mismo se encargará de anotar las puntuaciones de cada paciente al terapeuta responsable el cual creará una base de datos para justificar la evolución del tratamiento.

2.4.2.1.1 Juegos HTC VIVE Pro-2

Los diferentes juegos se han creado específicamente con el único fin de aplicarse en las sesiones de rehabilitación para conseguir una mejoría de diferentes funciones. Para la función motora del MS hemipléjico se han creado distintos juegos (tabla 2.1) con la finalidad de diferentes funciones articulares. Los juegos específicos que se utilizan en la función motora son:

- **Hot air Balloon:** consiste en dirigir un globo aerostático e intentar no colisionar con los edificios. El brazo hemipléjico del paciente se convierte en el timón, y por lo tanto, debe mantenerlo en la posición hacia donde quiere guiar el globo; fomentando la práctica de resistencia. En este juego se puede modificar la velocidad del globo, el brazo derecho o izquierdo y la cantidad de distractores (edificios).
- **Moon:** el paciente se encuentra en el espacio y debe explotar los distintos asteroides que van apareciendo a diferentes alturas. El comando con el brazo seleccionado le aparecerá al paciente como una pistola láser, y pulsando un botón disparará. La finalidad es practicar alcances, agarres, motricidad fina, presión, disociación digital y atención. En este juego solo se puede modificar qué brazo utilizar.
- **Msby:** se trata de parar tantos balones de fútbol como intenten llegar a la portería. Los objetivos con este juego son trabajar, además de la movilidad del brazo, la rapidez de movimiento, la atención y la coordinación bimanual. Se puede seleccionar si jugar con uno o los dos MMSS.
- **Butterflys:** en este juego el comando de la extremidad superior seleccionada se convierte en una red de cazar mariposas que salen a diferentes alturas; el entorno es un parque. En él se trabajan alcances y agarres, además de atención. Se ofrece la opción de elegir entre el comando derecho o izquierdo.
- **Circus:** consiste en disparar globos. El juego se desarrolla en un circo y el controlador del paciente se convierte en una pistola, con la que disparara a los globos. Se fomenta practicar alcances, agarres, motricidad fina, presión, disociación digital y atención. En este juego solo se puede modificar qué brazo utilizar.
- **Kayak:** el paciente visualiza que está en medio del mar y debe seguir una flecha remando con su kayak. Para este juego es esencial utilizar ambos controladores ya que, el objetivo final es el trabajo de coordinación bimanual.
- **Cooking:** se desarrolla en el entorno de un local de comida rápida, donde el cocinero es el paciente y debe hacer la comida que se le pide. En este juego se practican alcances y agarres, además de la atención y la coordinación bimanual.

Tabla 2.1 FUNCIONES DEL MIEMBRO SUPERIOR QUE SE FOMENTAN EN EL HTC VIVE Pro-2

Juegos HTC VIVE Pro-2	Función del MS								
	Flex/Ext Hombro	Abd/Add Hombro	Rot. Int/Extrn Hombro	Flex/Ext codo	Prono-supinación antebrazo	Flex/Ext Muñeca	Abd /Add Muñeca	Mov Mano	Mov. Dedos
Hot air balloon									
Moon									
Msby									
Butterflys									
Cirus									
Kayak									
Cooking									

Abreviaturas: Flex= flexión, Ext= Extensión, Abd= abducción, Add= aducción, Rot. Int= rotación interna, Rot. Extrn.= rotación externa, mov= movilidad.

2.4.2.2 En el domicilio

Por otra parte, para el tratamiento de telerehabilitación será indispensable emplear el dispositivo de software médico Mind Motion™ GO. Pese a que su instalación en el domicilio es sencilla e intuitiva, sus dos únicos requisitos son conexión a una red Wifi y a un televisor; personal de la marca Mind Maze se encontrará disponible si es necesario soporte técnico.

Este sistema de RV no inmersivo ofrece juegos terapéuticos en entornos motivadores que fomentan el movimiento, fortalecen los músculos y ayudan a mejorar la coordinación. El paciente se convierte en el avatar del juego y el dispositivo va a captar mediante cámaras movimientos para reproducirlos en la pantalla.

El paciente sentado en una silla frente al televisor del domicilio, doble flexión de 90º tanto cadera como rodilla, solo deberá realizar la terapia preprogramada por su terapeuta según sus necesidades y objetivos. La duración será de 60 minutos dos días por semana y podrá realizarlos de manera independiente.

Los juegos de la sesión irán enfocados a la rehabilitación del MS hemipléjico y se realizarán durante 6 minutos con un intervalo de descanso entre cada uno de 3 minutos. Antes de cada juego aparecerá una pantalla de explicación sobre qué se debe hacer y se iniciará en el nivel alcanzado en la última sesión. Al finalizar, se enviará un informe al terapeuta para que pueda realizar el seguimiento.

2.4.2.2.1 Juegos Mind Motion™ GO

El software Mind Motion™ GO ofrece una gran variedad de juegos para trabajar, equilibrio, miembro inferior, control de tronco y miembro superior. El terapeuta que prepare el programa de entrenamiento los entremezcla para ofrecer una gran variedad al paciente y entrenar diversas funciones del MS (tabla 2.2). Los juegos específicos que se utilizan para los movimientos de la extremidad superior son:

- **Coche volador:** El objetivo del juego es controlar el coche volador (arriba/abajo) para recoger monedas y evitar conos de construcción. Se puede jugar tanto con la palma de la mano como con el brazo. Este juego se utiliza para la mejoría de la función motora (muñeca o hombro) y refuerzo de los músculos pléjicos con mejoría de la precisión del movimiento.
- **Vagoneta minera:** este juego consiste en ir avanzando en una vía minera mientras se recoge oro y se esquivan diferentes obstáculos. El paciente se debe situar enfrente de la cámara y deberá flexionar y extender los brazos para mover la camioneta; en niveles superiores, deberá incluir inclinaciones de tronco a ambos lados para recoger/esquivar objetos. Los objetivos de esta actividad son: mejorar la coordinación de los MMSS, facilitación de la extensión activa de hombro y mejorar la estabilidad dinámica del tronco.
- **Alfombra mágica:** el avatar de este juego va volando sobre una alfombra mientras que debe recoger con sus brazos diferentes gemas y evitar otras. El paciente se deberá situar sentado frente a la cámara, con los brazos rectos y levantarlos a ambos/a un lado para recoger gemas. Si solamente se realiza con un MS: la finalidad es la mejoría de la función motora de los hombros y el refuerzo de la musculatura parética; si se realiza con ambos MMSS: se añaden la coordinación (simétrica y asimétrica) de las extremidades superiores.
- **Carreras de coches:** la actividad se basa en un coche que debe ir recogiendo. Monedas sin chocar con los demás vehículos que pasan por la autopista. El paciente, colocado en frente de la cámara, puede mover el coche de diferentes formas: girando los brazos de la misma manera que cuando conducía (aumentando y reduciendo velocidad con extensión/flexión de brazos) o moviendo el brazo hacia la derecha o la izquierda. Con el primer modo, mejora la función motora del MS, la coordinación bimanual, refuerza los músculos paréticos y mejora la precisión del movimiento. Con el segundo modo, produce mejora la función motora de los hombros, la precisión del movimiento y la coordinación.
- **Constructor de torres:** el objetivo del juego es construir la torre más alta (apilando bloques) y en los niveles superiores, evitar la explosiones. El paciente puede interactuar de diferentes maneras, abriendo/cerrando la mano o realizando la pinza con el dedo índice y pulgar. Los suplementos terapéuticos son la mejora de las habilidades motoras finas o de la función de la mano respectivamente.
- **Cruzar la carretera:** el avatar del paciente será un conejo que debe cruzar una carretera y al mismo tiempo recoger tantas monedas como sea posible. Para mover el conejo hacia adelante, la muñeca deberá movilizarse hacia arriba con el fin de mejorar la función motora de la muñeca y reforzar los músculos paréticos.
- **Avión:** el paciente será el conductor de una nave que debe recoger los objetos flotantes y esquivar obstáculos. El pilotaje del avión se realizará con el giro del antebrazo para fomentar la movilización activa de prono/supinación, mejorar la función motora y al mismo tiempo, aprovechar la supinación para estirar la musculatura hiperactiva (pronadores) y reforzar los músculos pléjicos (supinadores).
- **Defensa de la bruja:** El castillo se debe proteger interceptando las balas del cañón y lanzándose de vuelta a los enemigos para así liberar el hechizo. Para protegerse el paciente deberá girar el antebrazo con la palma mirando hacia arriba y para disparar la palma de la mano estará hacia abajo. Se produce la mejora de la función motora del antebrazo y refuerza los músculos paréticos.

- **Esquí en línea:** necesitamos que el pingüino (avatar) termine el slalom para llegar a la línea de meta, para ello el paciente deberá mover su muñeca hacia cubital si quiere desplazar hacia la derecha y hacia radial si quiere que vaya a izquierda. Se trabaja la función motora de la muñeca.
- **Patines en línea:** con el giro del antebrazo, el paciente va a poder controlar el bastón de caramelo para recoger tantos dulces como sea posible evitando los obstáculos. Con el objetivo terapéutico de trabajar la función motora del antebrazo y mejorar su precisión del movimiento.
- **Muro de escalada:** el paciente deberá seguir el camino de escalada hasta la meta recogiendo el oro del camino y evitando las arañas. La mano del paciente se deberá mantener unos segundos sobre la agarradera con la finalidad de activarla, además, quizás necesite ayuda con la otra mano para escalar más alto y llegar a la siguiente agarradera. Se trabaja la mejora de la función motora del MS y la coordinación bimanual (simétrica y asimétrica). Del mismo modo, si el asiento del paciente no tiene respaldo se trabajará el control de tronco y equilibrio.
- **Cuatro en raya:** el objetivo del juego es formar una línea de 4 fichas en horizontal, vertical o diagonal. para colocar las fichas se deberán alcanzar los objetos virtuales y colocarlos en los huecos del tablero. El paciente trabajará la mejora del alcance directo de objetivos y la facilitación de la extensión activa del codo y elevación del codo frente a la gravedad a través de un objetivo conducido y una tarea específica de alcance horizontal.

Tabla 2.2 FUNCIONES DEL MIEMBRO SUPERIOR QUE SE FOMENTAN EN LA MIND2MOTION™ GO

Juegos Mind Motion™ GO	Función del MS								
	Flex/Ext Hombro	Abd/Add Hombro	Rot. Int/Extrn Hombro	Flex/Ext codo	Prono-supinación antebrazo	Flex/Ext Muñeca	Abd /Add Muñeca	Mov Mano	Mov dedos
Coche volador									
Vagoneta minera									
Alfombra mágica									
Carreras de coches									
Constructor de torres									
Cruzar la carretera									
Avión									
Defensa de la bruja									
Esquí en línea									
Patines en línea									
Muro de escalada									
Cuatro en raya									

Abreviaturas: Flex= flexión, Ext= Extensión, Abd= abducción, Add= aducción, Rot. Int= rotación interna, Rot. Extrn.= rotación externa, mov= movilidad

2.4.3 Cronograma

En la tabla 2.3 se observa el cronograma final del estudio piloto. Unas semanas antes de iniciar la intervención, los participantes deberán ser conocedores de que van a realizar y dejar constancia mediante el consentimiento informado.

Del mismo modo, deben haber instalado el equipo de RV no inmersivo en sus domicilios. El proceso de seis semanas se iniciará con una sesión de valoración y terminará con una revaloración, convirtiéndose 16 sesiones en sala y 12 sesiones en el hogar en la intervención del protocolo.

Tabla 2.3 CRONOGRAMA DEL ESTUDIO

Tiempo (semanas)		Periodo de estudio								
		Antes del T		Durante el T						Final del T
		2 antes	1 ^o Sesión	1	2	3	4	5	6	Última sesión
Inscripción	Consentimiento informado									
	Explicación del T									
	Montaje de RV en el domicilio									
Intervención	T convencional									
	T RV gimnasio									
	T RV domicilio									
Valoración	E. de función del MS									
	E. de autonomía y calidad de vida del paciente									

Abreviaturas: T= tratamiento, E.= escalas, RV= realidad virtual, MS= miembro superior

2.5 Medios del estudio

2.5.1 Entorno del estudio

Este protocolo se podrá aplicar en todos aquellos centros sanitarios tanto públicos como privados de neurorrehabilitación que dispongan equipos de RV, a la vez que espacios donde poder realizarla.

2.5.2 Recursos humanos

Los profesionales encargados de llevar a cabo esta propuesta de intervención serán los fisioterapeutas y/o terapeutas ocupacionales del departamento de rehabilitación del hospital o centro.

Se formarán binomios de terapeutas, que deberán formarse con antelación para conocer cómo funciona la RV, además de saber administrar las escalas de valoración. Por último, serán los encargados de reflejar la evolución del paciente en el curso clínico de la institución.

Así mismo, participará un auxiliar formado también en la RV será el encargado de la supervisión y ayuda si en el momento del segundo bloque del tratamiento en el gimnasio.

2.5.3 Recursos materiales

En el gimnasio de rehabilitación será necesario una sala de valoración y una sala de intervención; con sillas, mesas, camillas, material propio de gimnasio (conos, bandas elásticas, abalorios, cuerdas, agujas, monedas, pelotas...), goniómetro y dinamómetro. Para la zona de RV será necesario un espacio con cuatro ordenadores portátiles, además de cuatro dispositivos HTC VIVE Pro-2 (gafas, dos controladores y dos sensores de movimiento).

En el domicilio será necesario un espacio amplio y despejado, donde ubicar una silla enfrente del televisor con el equipo Mind Motion Go. Siendo necesaria conexión a internet.

2.5.4 Viabilidad

En la tabla 2.4 se puede observar que con la aplicación de este protocolo se aumenta la accesibilidad de los pacientes al sistema sanitario sin sobrecargar de trabajo a los terapeutas, al mismo tiempo, que se aumentan las horas de trabajo semanales de los pacientes. Con el sistema actual, dos terapeutas realizan en 4 horas a 8 pacientes y con esta propuesta de protocolo se realizan en 4 horas a 12 pacientes, entre dos terapeutas y un auxiliar.

Del mismo modo, el paciente que anteriormente solo acudía a dos o tres horas semanales de terapia ahora realizará 1,5 hora de modo convencional, 3 h de terapia de RV presencial y 2 horas de telerehabilitación, permitiendo de este modo la incorporación de más pacientes a esta terapia.

Por otro parte, es viable para el paciente adquirir un dispositivo de Mind motion Go en el domicilio, ya que, su coste en relación a una sesión de fisioterapia y/o terapia ocupacional es mucho más económico; pese a que en primer lugar parece más elevado, se encuentra avalado por bibliografía que apoya su eficacia como terapia de telerehabilitación.

El protocolo de este estudio piloto no obtiene financiación, ya que se trata de una situación hipotética para el trabajo final de máster, pero igualmente se justifica por la decisión futura de llevarlo a cabo. Se adjunta en el anexo 8 la información identificativa que sería necesaria.

Tabla 2.4 JUSTIFICACIÓN DE VIABILIDAD

		1 Hora	2 Hora	3 Hora	4 Hora
TP1	P1	30' TP	60' SRV1		
TP2	P2	30' TP	60' SRV1		
TP1	P3		30' TP	60' SRV2	
TP2	P4		30' TP	60' SRV2	
TP1	P5		30' TP	60' SRV1	
TP2	P6		30' TP	60' SRV1	
TP1	P7			30' TP	60' SRV2
TP2	P8			30' TP	60' SRV2
TP1	P9			30' TP	60' SRV1
TP2	P10			30' TP	60' SRV1
TP1	P11				30' TP
TP2	P12				30' TP

Abreviaturas: TP = terapeuta, P=paciente, SRV= sistema de realidad virtual

2.5.5 Difusión del protocolo

Posteriormente al análisis de resultados y una vez se obtengan conclusiones, se dará a conocer el protocolo al departamento de neurorrehabilitación del hospital. Paralelamente, se divulgará tanto en revistas científicas, en congresos y jornadas relacionadas con la patología del ictus y la fisioterapia.

Por ejemplo, se puede presentar a diferentes congresos como puede ser el Congreso Anual Nacional de la Asociación Española de Fisioterapia (AEF) o el Congreso Nacional de la Federación Española de Daño Cerebral (FEDACE). Por otro lado, en revistas de neurología, al igual que de fisioterapia.

2.6 Análisis de datos

El análisis estadístico se llevará a cabo mediante el software IBM SPSS statistics versión 26.0 (SPSS Inc, Chicago, IL). El nivel de confianza o seguridad se establecerá en el 95% (valor convencional), es decir, un α como máximo del 5% de probabilidad de cometer un error tipo I (rechazar hipótesis nula H_0 siendo esta verdadera en la población). De igual forma, se fijará una potencia estadística del 80%, es decir, una β como máximo del 20% de probabilidad de incurrir un error tipo II (no rechazar hipótesis nula H_0 siendo esta falsa en la población). La significación estadística se establecerá en un valor $p < 0,05$.

Se calcularán las medias y la desviación estándar para las variables cuantitativas. Los porcentajes se calcularán para las variables nominales. Así mismo, se cotejará la presunta normalidad de los datos mediante el test de Kolmogórov-Smirnov o el test de Shapiro-Wilkes.

Las diferencias entre las puntuaciones de las diferentes variables del estudio, observables en la tabla 2.5, antes de iniciar la intervención y después de realizar el protocolo propuesto se analizarán con la prueba t de medidas relacionadas. En el caso de no poder garantizar el ajuste normal de los datos, se recurrirá al test de Wilcoxon.

Tabla 2.5 VARIABLES DEL ESTUDIO

VARIABLES DEL ESTUDIO	Tipo de variable	Instrumento de medida	Aportan datos sobre
Deterioro motor del MS	Cuantitativa discreta	Fugl-Meyer (FMA-UE)	Función del MS
Función y destreza manual	Cuantitativa discreta	Box and Block test (BBT)	
Fuerza	Cuantitativa continua	Dinamometría	
Capacidad funcional, Calidad asistencial del MS y Coordinación bimanual	Cuantitativa discreta	Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI)	
Grado de espasticidad	Cuantitativa discreta	Escala Ashworth Modificada (MAS)	
Rango articular	Cuantitativa continua	Goniómetro	
Estado funcional del paciente (AVD)	Cuantitativa discreta	Functional Independence measure (FIM)	Autonomía y calidad de vida del paciente
Percepción del rendimiento funcional del MS	Cuantitativa discreta	Motor activity log (MAL)	
Calidad de vida del paciente	Cuantitativa discreta	Escala de calidad de vida para el ictus (ECVI-38)	

Abreviaturas: MS= miembro superior

3. RESULTADOS ESPERABLES

3.1 Función del miembro superior hemipléjico

En cuanto a la función del MS hemipléjico los resultados esperados son favorables, ya que, existe bastante literatura científica que avala el uso de la terapia virtual combinada con terapia convencional para la rehabilitación de la extremidad superior post-ictus.

Según el estudio Ikbali Afsar et al., existieron diferencias estadísticamente significativas en la función y destreza manual, evaluada con el BBT (al igual que en este protocolo), después de cuatro semanas de intervención con ambas terapias. En cambio, en el mismo estudio, pese a no encontrarse significancia estadística sí que se consideró una ganancia de FMA-UE mayor en el grupo tratado con RV y terapia que en el control⁸.

Por otro lado, este aumento de función motora del MS con la escala FMA-UE se avala por estudios como el ensayo de Jang et al. donde se observan mejoras significativas que por semejanza en intensidad (5 días/semana) y duración de tratamiento (60 minutos de RV) con el protocolo propuesto, son comparables a los resultados que posiblemente se obtendrán con el estudio piloto. En este mismo estudio, también existe una mejora significativa en el BBT⁴⁴.

De igual manera, el tipo de paciente (subagudo/crónico) y el tiempo de intervención (6 semanas) propuestos también son eficaces según el metaanálisis de Saposnik et al donde se aprecia una disminución significativa del déficit motor del MS, aumentando puntuaciones en la escala FMA-UE⁴⁵.

Referente a la fuerza muscular se espera un aumento tras la intervención en los pacientes, ya que, se ha conseguido demostrar en otros estudios de RV que existen mejoras significativas tras evaluarse con el “manual muscle test” (instrumento de medida no tan objetivo como el dinamómetro)⁵⁶. Aun así, en el estudio de un caso realizado por el equipo de Broeren et al., se utiliza el dinamómetro, como en el protocolo propuesto, observándose una mejora en la fuerza de agarre que puede causar una mejoría en la resistencia²³.

Los resultados esperables para la capacidad funcional, calidad asistencial del MS y coordinación bimanual no son tan certeros debido a la poca bibliografía científica encontrada al respecto. Solamente Da Silva Cameirão et al. en su ensayo clínico aleatorizado, siendo el tratamiento de 40 minutos de terapia convencional y 30 minutos de RV durante 12 semanas (3 sesiones/semana) ha conseguido demostrar la mejoría en el test CAHAI⁴⁷.

Así mismo esta incertidumbre ocurre con la disminución de la espasticidad donde sí que se ha evidenciado una mejora significativa en la escala de Ashworth Modificada (estudio de In et al.), pero la intervención no es comparable a este protocolo por discrepancias de duración y tiempo⁴⁸.

Acerca del rango articular, Subramanian et al. encuentran una mejoría significativa en los grados de movimiento, sobre todo, en la aducción horizontal y la flexión de hombro. Estos resultados son esperables por la similitud del diseño (60 minutos de RV, 3 días/semana durante 4 semanas), incluso que el aumento sea más notable debido a que el protocolo propuesto se compone de más semanas de tratamiento con un mayor número de minutos⁴⁹. Cabe destacar, que tanto en este estudio como en el de Sin et al., se observa que en ambos grupos experimentales se mantiene la mejoría a lo largo del tiempo^{49, 50}.

3.2 Actividades de la vida diaria y calidad de vida

Las AVD y la calidad de vida son dos aspectos importantes en los pacientes post-ictus con secuela de MS hemipléjico. En el estudio piloto se proponen tres variables diferentes para contemplar su evolución y poder obtener resultados.

Respecto al estado funcional del paciente y su capacidad para realizar AVD se espera una mejoría en las puntuaciones de la escala FIM. Esto se avala por diversos estudios donde actividades como el aseo y el vestido, entre otras, se perfeccionan después de tratar a los pacientes con RV^{36, 51}. Pese a esto, se debe comprobar si realmente existe diferencia con otras terapias, ya que, según Ikbali Afsar et al., estadísticamente no son significativas entre la RV y la terapia convencional⁸.

En el ensayo clínico de Housman et al. equiparable al protocolo por el mismo número de sesiones totales, se consigue una mejoría significativa en la escala MAL que perdura durante los seis meses después del seguimiento⁵². De igual manera, en otros estudios se acredita esta percepción de mejora del paciente pero con otros instrumentos de medida²⁹. Por lo tanto, existe la convicción que los resultados de percepción del rendimiento funcional del MS del paciente serán favorables⁵².

En esa misma línea se espera el impacto favorable en la calidad de vida del paciente. Pese a esto, existen pocos estudios con resultados análogos a la propuesta de protocolo estudiado, debido a que encontramos escasa literatura científica con las mismas características que el estudio piloto, donde se evalúa esta variable con el ECVI-38. Resaltar que el único estudio encontrado asume una mejora de la calidad de vida relacionada con la salud⁵³. En el resto de ensayos se utiliza el cuestionario de salud SF-36, hallando mejoras significativas tanto en la dimensión de los aspectos emocionales como en los físicos⁵⁴.

4. VALORACIÓN CRÍTICA

4.1 Limitaciones

En relación a las limitaciones de la intervención, la participación con tecnología puede resultar desconocida y no tan sencilla para el grupo poblacional predominantemente edad adulta mayor; va a depender de cada usuario. Por otro lado, la RV inmersiva puede producir mareos.

Así mismo, se deberían poder modificar los niveles o realizar un perfil donde se mostrará un feedback de evolución del usuario en el dispositivo Steam VR base station 2.0 para poder optimizar la intervención.

4.2 Fortalezas

En cuanto a las fortalezas del protocolo cabe destacar el aumento de accesibilidad de pacientes a la terapia de rehabilitación, sin sobrecargar al personal sanitario.

Por otra parte el sistema Mind Motion™ GO da la posibilidad de crear un entorno individualizado y apropiado para cada usuario, convirtiéndolo en una herramienta sencilla, segura y motivadora para que el paciente pueda rehabilitarse en un entorno conocido y cómodo como el domicilio.

Por último, con el protocolo objeto de estudio se consigue una alta intensidad de tratamiento, con feedback positivo entre estímulo-respuesta, repetitivo y a lo largo del tiempo. Siendo estas las características básicas para que exista aprendizaje y reaprendizaje motor.

5. CONCLUSIONES

El ictus es actualmente la principal causa de discapacidad mundial, siendo bien conocido por todos que su incidencia va a seguir aumentando durante los próximos años. Es por esto, que es necesario ampliar los recursos y técnicas de neurorrehabilitación para poder abordar a estos pacientes y a sus secuelas más importantes como el MS.

La RV es una técnica innovadora y en auge dentro del mundo de la neurorrehabilitación permitiendo tratar al paciente en un entorno desde perspectivas todavía desconocidas en cuanto a volumen y posibilidades. Así mismo, esta herramienta consigue llevar a cabo un plan terapéutico repetitivo, intensivo, con feedback y motivador para el paciente, características necesarias para la reorganización cortical.

Por todas estas razones, se ha llevado a cabo la elaboración teórica de este estudio piloto para la propuesta de un protocolo donde se combine la rehabilitación convencional y la RV tanto en sala como en el domicilio para poder brindar la mejor rehabilitación a todo aquel paciente que lo necesite, sin desbordar al personal sanitario. Concluyendo que:

- Este protocolo puede conseguir efectos beneficiosos en la extremidad superior en el paciente post-ictus. A la vez que consigue que la rehabilitación sea más accesible para los pacientes.
- Es necesario llevar a cabo este estudio piloto para demostrar de manera práctica la viabilidad del mismo. Una vez comprobada, será necesario una mayor muestra de estudio para poder validar la eficacia en la población.
- Es importante seguir indagando en el campo de las nuevas tecnologías para poder exprimir al máximo todas las ventajas que puedan facilitar el campo de la neurorrehabilitación.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Sun X, Xu K, Shi Y, Li H, Li R, Yang S, et al. Discussion on the Rehabilitation of Stroke Hemiplegia Based on Interdisciplinary Combination of Medicine and Engineering. Evidence-Based Complement Altern Med. 2021 Mar 17
2. Ferrer González MB, Periñan Zarco MJ, Echevarría Ruíz de Vargas C. Adaptación y validación al español de la escala Fugl-Meyer en el manejo de la rehabilitación de pacientes con ictus. Sevilla; 2016.
3. Kwakkel G, Kollen BJ, Van der Grond J V., Prevo AJH. Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb: Impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke. Stroke. 2003 Sep 1
4. Buma FE, Lindeman E, Ramsey NF, Kwakkel G. Functional neuroimaging studies of early upper limb recovery after stroke: A systematic review of the literature. Vol. 24, Neurorehabilitation and Neural Repair. Neurorehabil Neural Repair; 2010
5. Organización Mundial de la Salud. Previsiones de cambio en la población. 2002.
6. Varona Arche JF. Ictus en el paciente adulto joven: Etiología y pronóstico a largo plazo. Madrid; 2003.
7. INE. Defunciones según la Causa de Muerte. 2020.
8. Ikbali Afsar S, Mirzayev I, Umit Yemisci O, Cosar Saracgil SN. Virtual Reality in Upper Extremity Rehabilitation of Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. J Stroke Cerebrovasc Dis [Internet]. 2018;27(12):3473–8.
9. Duff M, Chen Y, Cheng L, Liu SM, Blake P, Lobo SL, et al. Adaptive Mixed Reality Rehabilitation Improves Quality of Reaching Movements More Than Traditional Reaching Therapy Following Stroke. Neurorehabilitación Neural Repair. 2013;27(4):306–15.
10. Guevara Vega ME. Intervención kinésica en pacientes adultos que presentan hemiplejía posterior a un accidente cerebrovascular. Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2010.
11. Fernández Gómez E, Ruiz Sancho A, Sánchez Márquez G. Tratamiento de la extremidad superior en la hemiplejía desde Terapia Ocupacional. Trat la Extrem Super en la hemiplejía desde Ter Ocup . 2010;(11):1.
12. Minsal, S. G. C. (2013). Accidente Cerebro Vascular Isquémico en personas de 15 años y más. Guía Clínica AUGE. Subsecretaría de Salud Pública. División de Prevención y Control de Enfermedades Secretaria Técnica AUGE.
13. Goldstein M, Barnett H, Orgogozo JM, Sartorius N, Symon L, Vereshchagin N V., et al. Stroke—1989 recommendations on stroke prevention, diagnosis, and therapy. Stroke.1989; 20(10):1407–8.
14. Herrera E, Anaya C, Abril AM, Avellaneda YC, Cruz AM, Lozano WM. Revisión de Tema Descripción anatómica del plexo braquial. Vol. 40. 2008.
15. Hatem S, Saussez G, Della Faill M, Prist V, Zhang X, Dispa D, et al. Rehabilitation of Motor Function after Stroke: A Multiple Systematic Review Focused on Techniques to Stimulate Upper Extremity Recovery. Front Hum Neurosci. 2016;10:442.
16. Kim H, Shim J. Investigation of the effects of mirror therapy on the upper extremity functions of stroke patients using the manual function test. J Phys Ther Sci. 2015;27(1):227–9.
17. Simon R, Greenberg D, Aminoff M. Neurología Clínica.Zhurnal Eksperimental’noi i Teoreticheskoi Fiziki. 2010.

18. Parálisis Motora. En: Adams y Victor. Principios de Neurología. Mc Graw Hill Interamericana. México 2004. Séptima Edición
19. General Principles of Neurologic Localization. En: Brazis PW, Masdeu JC, Biller J. Localization in Clinical Neurology (pp 5-13). Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia 2007. 5th Edition.
20. Pinzón Bernal, M. Y. (2009). Alteraciones de la función motora de miembro superior en la hemiplejía –modelos de intervención fisioterapéutica–. *Movimiento científico*, 3(1), 101–108.
21. Machado S, Cunha M, Portella CE, Silva JG, Velasques B, Bastos VH, Basile L, Cagy M, Piedade RA, Ribeiro P. Participación de la corteza parietooccipital en el proceso de integración sensoriomotora: estudio electroencefalográfico [The role played by the parietooccipital cortex in the process of sensory-motor integration: an electroencephalographic study]. *Rev Neurol*. 2008 Aug 1-15;47(3):146-9. Spanish. PMID: 18654969.
22. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Control motor de la investigación a la práctica clínica. 5th ed. 2019. 1345 p.
23. Broeren J, Rydmark M, Sunnerhagen KS. Virtual reality and haptics as a training device for movement rehabilitation after stroke: a single-case study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004 Aug;85(8):1247-50. doi: 10.1016/j.apmr.2003.09.020. PMID: 15295748.
24. Papaiani LB, Gaggioli A, Peñasco-martín B, Reyes-guzmán ADL, Gil-agudo Á, Bernal-sahún A, et al. *Neurorrehabilitacion RV*.
25. Russo SG. Hemiplegic Upper Extremity Rehabilitation. *Neurol Rep*. 1995;19(1):17–22.
26. Maier M, Rubio Ballester B, Duff A, Duarte Oller E, Verschure PFMJ. Effect of Specific Over Nonspecific VR-Based Rehabilitation on Poststroke Motor Recovery: A Systematic Meta-analysis. *Neurorehabil Neural Repair*. 2019 Feb;33(2):112-129. doi: 10.1177/1545968318820169. Epub 2019 Jan 30. PMID: 30700224; PMCID: PMC6376608.
27. Park DS, Lee DG, Lee K, Lee G. Effects of Virtual Reality Training using Xbox Kinect on Motor Function in Stroke Survivors: A Preliminary Study. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2017 Oct;26(10):2313-2319. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.05.019. Epub 2017 Jun 9. PMID: 28606661.
28. Bayon M, Martinez J. Virtual reality-based stroke rehabilitation. *Rehabilitación*. 2010;44(3):256–260.
29. Crosbie JH, Lennon S, McGoldrick MC, McNeill MD, McDonough SM. Virtual reality in the rehabilitation of the arm after hemiplegic stroke: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil*. 2012 Sep;26(9):798-806. doi: 10.1177/0269215511434575. Epub 2012 Jan 24. PMID: 22275463.
30. Muñoz Boje, R.; Calvo-Muñoz, I. (2017). Efectos de la terapia de realidad virtual en el miembro superior en pacientes con ictus: revisión sistemática. *Rehabilitación*, (), S004871201730097X–. doi:10.1016/j.rh.2017.09.001
31. Mahn J, Romero C. Evaluación de la Fuerza de Puño en sujetos adultos sanos mayores de 20 años de la región metropolitana. Tesis para optar al grado de kinesiólogo. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Medicina, Escuela de Kinesiología; 2005.
32. Lee SH, Lee JY, Kim MY, Jeon YJ, Kim S, Shin JH. Virtual Reality Rehabilitation With Functional Electrical Stimulation Improves Upper Extremity Function in Patients With Chronic Stroke: A Pilot Randomized Controlled Study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018 Aug;99(8):1447-1453.e1. doi: 10.1016/j.apmr.2018.01.030. Epub 2018 Mar 2. PMID: 29505744.
33. Rickham PP. Human experimentation. Code of ethics of the world medical association. Declaration of Helsinki. *Br Med J*. 1964; 2: 177.

34. García J, Reding A, López J. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investig en Educ Médica*.2013;2(8):217–24.
35. Woytowicz EJ, Rietschel JC, Goodman RN, Conroy SS, Sorkin JD, Whitall J, et al. Determining Levels of Upper Extremity Movement Impairment by Applying a Cluster Analysis to the Fugl-Meyer Assessment of the Upper Extremity in Chronic Stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017;98(3):456–62.
36. Bayón-Calatayud, M.; Gil-Agudo, A.; Benavente-Valdepeñas, A.M.; Drozdowskyj-Palacios, O.; Sanchez-Martín, G.; del Alamo-Rodríguez, M.J. (2014). Eficacia de nuevas terapias en la neurorrehabilitación del miembro superior en pacientes con ictus. *Rehabilitación*, 48(4), 232–240. doi:10.1016/j.rh.2013.10.001
37. Laver KE., Lange B., George S., Deutsch JE., Saposnik G., Crotty M, et al. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane database of systematic reviews*. *Stroke*. 2018;11(11):57–62.
38. Barreca S, Gowland C, Stratford P, et al. Development of the Chedoke Arm and Hand Activity Inventory: Theoretical constructs, item generation, and selection. *Top Stroke Rehabil*. 2004;11(4):31–42.
39. Chapinal A. *Rehabilitación funcional del miembro superior del paciente con hemiplejía*. 1st ed. Createspace Independent Pub; 2017.
40. Tokunaga, M., Mita, S., Tashiro, K., Yamaga, M., Hashimoto, Y., Nakanishi, R., & Yamanaga, H. (2017). Methods for Comparing Functional Independence Measure Improvement Degree for Stroke Patients between Rehabilitation Hospitals. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 05(02), 1-6.
41. Ashford, S., Slade, M., Malaprade, F., & Turner-Stokes, L. (2008). Evaluation of functional outcome measures for the hemiparetic upper limb: a systematic review. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 40, 787-95.
42. O. Fernández-Concepción, R. Verdecia-Fraga MAÁ-G, Y. Román-Pastoriza ER-P. Escala de calidad de vida para el ictus (ECVI-38): evaluación de su aceptabilidad, fiabilidad y validez. 2005;41(7):391–8.
43. Souza J. Efecto da realidade virtual combinada com fisioterapia na função do membro superior parético, em pacientes post-ictus en fase crónica: un proxecto de investigación. 26/27. 2015; I(Principio activo y prestación ortoprotésica):75.
44. Jang SH, You SH, Hallett M, Cho YW, Park CM, Cho SH, Lee HY, Kim TH. Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005 Nov;86(11):2218-23. doi: 10.1016/j.apmr.2005.04.015. PMID: 16271575.
45. Saposnik G, Levin M, Stroke Outcome Research Canada Working Group. Virtual reality in stroke rehabilitation. A meta-analysis and implications for clinicians. *Stroke*. 2011; 42:1380-6.
46. Lee SJ, Chun MH. Combination transcranial direct current stimulation and virtual reality therapy for upper extremity training in patients with subacute stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014; 95:431–8.
47. Da Silva Cameirão M, Bermúdez I, Badia S, Duarte E, Verschuren PFMJ. Virtual reality based rehabilitation speeds up functional recovery of the upper extremities after stroke: A randomized controlled pilot study in the acute phase of stroke using the rehabilitation gaming system. *Restor Neurol Neurosci*. 2011; 29:287–98.
48. In TS, Jung KS, Lee SW, Song CH. Virtual reality reflection therapy improves motor recovery and motor function in the upper extremities of people with chronic stroke. *J Phys Ther Sci*. 2012; 24:339–43.

49. Subramanian SK, Lourenço CB, Chilingaryan G, Sveistrup H, Levin MF. Arm motor recovery using a virtual reality intervention in chronic stroke: Randomized control trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2013; 27:13—23.
50. Sin H, Lee G. Additional Virtual Reality Training Using Xbox Kinect in Stroke Survivors with Hemiplegia. *Am. J. Phys. Med. Rehabil*. 2013 Octubre; 92(10):871-80.
51. Turolla A, Dam M, Ventura L, Tonin P, Agostini M, Zucconi C, et al. Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: A prospective controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2013;10:85.
52. Housman SJ, Scott KM, Reinkensmeyer DJ. A randomized controlled trial of gravity-supported, computer-enhanced arm exercise for individuals with severe hemiparesis. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23:505—14.
53. Díez AB, Graduada L, Adradas D, Diplomatura N, Alcaine V. Beneficios del uso de una intervención combinada con videojuegos y terapia rehabilitadora en la calidad de vida de pacientes tras sufrir un ictus . *Ensayo clínico aleatorizado*. 2018;20—4.
54. Cabezuelo-González A. Efectividad de la realidad virtual en el tratamiento del accidente cerebrovascular: una revisión sistemática. *Universidad de Jaén*; 2016.

7. ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO Y COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD

1.- INFORMACIÓN AL SUJETO DE EXPERIMENTACIÓN.

El proyecto de investigación para el cual le pedimos su participación se titula:

“Propuesta de protocolo: estudio piloto de viabilidad de rehabilitación y telerehabilitación del miembro superior hemipléjico a través de la realidad virtual”.

Para que usted pueda participar en este estudio es necesario contar con su consentimiento, y que conozca la información básica necesaria para que dicho consentimiento pueda considerarse verdaderamente informado. Por ello, le ruego que lea detenidamente la siguiente información. Si tuviera alguna duda exprésela, antes de firmar este documento, al investigador principal del proyecto, bien personalmente, bien a través del teléfono o por correo electrónico. Los datos del investigador principal del proyecto aparecen también en el presente documento.

La información básica que debe conocer es la siguiente:

a. Objetivo del estudio:

- **Primario:** Crear un protocolo de intervención mediante realidad virtual para incrementar la función motora del miembro superior hemipléjico tras un ictus.

- **Secundario:** Producir mejoras específicas en el control motor de la extremidad superior hemipléjica, reducir la espasticidad e incrementar la fuerza y la coordinación bimanual. Incrementar la autonomía del individuo con miembro superior hemipléjico tras sufrir un ictus, proporcionando una mejoría en la calidad de vida tras realizar el protocolo. Aumentar la accesibilidad de las personas que han sufrido un ictus al sistema sanitario.

b) Metodología a utilizar para el estudio, tipo de colaboración que se espera de usted duración de dicha colaboración: la participación en un estudio piloto con un programa de intervención de 6 semanas con realidad virtual y terapia convencional. A continuación se indican aspectos importantes a tener en cuenta:

- a. Se acudirá a terapia 3 veces por semana durante una hora y media (30 minutos terapia convencional y 60 minutos de realidad virtual).
- b. Dos días en casa se realizarán 60 minutos de realidad virtual.
- c. Tanto la primera semana (antes de iniciar la terapia), como en la sexta semana se evaluarán algunos aspectos del paciente:
 - i. Escala de deterioro motor del MS de Fugl-Meyer (FM-UE): escala para medir el déficit de función motora.
 - ii. Box and Block test (BBT): prueba para evaluar la función y destreza manual.
 - iii. Dinamometría: medir la fuerza de agarre de la mano.
 - iv. Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI): evalúa capacidad funcional, la calidad asistencial del MS y la coordinación para la ejecución de tareas bimanuales.

- v. Escala Ashworth Modificada (MAS): cuantifica el grado de espasticidad.
- vi. Functional independence measure (FIM): escala que valora el estado de funcionalidad de los pacientes.
- vii. Motor activity log (MAL): proporciona un resultado subjetivo del rendimiento funcional del MS según la percepción del paciente.
- viii. Escala de calidad de vida para el ictus (ECVI-38): escala que valora la calidad de vida

c) *Posibles molestias y riesgos de su participación en el estudio:* Ningún riesgo

e) *Beneficios que se espera obtener con la investigación:* Se le proporcionará un tratamiento intensivo rehabilitador y telerehabilitador para el miembro superior hemipléjico.

h) *Consecuencias de la no participación:* Si prefiere no participar eso no afectará a su derecho a la asistencia sanitaria, y que la relación con las personas que le propusieron participar será igual de cordial y dedicada con los que rechacen participar que con los que sí participen.

i) *Posibilidad de retirada en cualquier momento y consecuencias:* Usted puede retirarse del proyecto en cualquier momento firmando la revocación del consentimiento que se incluye al final del documento. Su retirada no tendrá ninguna consecuencia negativa para usted, y será aceptada sin problemas por el equipo investigador.

j) *¿Quién ha financiado el estudio?:* No existe financiación, es un estudio para el Trabajo final de máster de una alumna del máster de neurorrehabilitación del Institut Guttmann.

k) *¿Qué institución lo realiza?:* El departamento de docencia del Institut guttman,

l) *Gratuidad por la participación:* No obtendrá ninguna compensación económica por la participación en este estudio.

m) *Previsión de uso posterior de los resultados:* Los resultados se utilizarán con fines de aplicación clínica, investigación y publicación científica.

n) *Datos de contacto del investigador principal para aclaraciones o consultas:* Rosa Pseudo Marí. Rpseudo99@gmail.com

o) El proyecto se realizará siguiendo los criterios éticos internacionales recogidos en la Declaración de Helsinki.

2.- COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD.

a) *Medidas para asegurar el respeto a la vida privada y a la confidencialidad de los datos personales:* Se han adoptado las medidas oportunas para garantizar la completa confidencialidad de los datos personales de los sujetos de experimentación que participen en

este estudio, de acuerdo con la Ley De Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD) 3/2018, de 5 de diciembre.

b) *Medidas para acceder a la información relevante para usted que surjan de la investigación o de los resultados totales:* Sepa que tiene derecho a acceder a la información generada sobre usted en el estudio.

c) *Medidas tomadas por tratarse de un estudio anonimizado:* : Se ha establecido un sistema de anonimización efectivo que no permite la identificación posterior del sujeto. En ningún caso se juntarán los consentimientos otorgados, donde sí se identifica al sujeto, con los cuestionarios utilizados en el estudio. En el uso que se realice de los resultados del estudio, con fines de investigación y publicación, se respetará siempre la debida anonimización de los datos de carácter personal, de modo que los sujetos de la investigación no resultarán identificados o identificables.

3.- CONSENTIMIENTO.

En el caso de que el sujeto de experimentación sea mayor de edad:

Don/Doña

mayor de edad, titular del DNI: _____, por el presente documento manifiesto que:

He sido informado/a de las características del Proyecto de Investigación titulado: "Propuesta de protocolo: estudio piloto de viabilidad de rehabilitación y telerehabilitación del miembro superior hemipléjico a través de la realidad virtual".

He leído tanto el apartado 1 del presente documento titulado "información al sujeto de experimentación", como el apartado 2 titulado "compromiso de confidencialidad", y he podido formular las dudas que me han surgido al respecto. Considero que he entendido dicha información.

Estoy informado/a de la posibilidad de retirarme en cualquier momento del estudio.

En virtud de tales condiciones, consiento participar en este estudio.

Y en prueba de conformidad, firmo el presente documento en el lugar y fecha que se indican a continuación.

Barcelona, _____ de _____ de 20__.

Anexo 2. Escala Fugl-meyer extremidad superior

PROTOCOLO FMA -ES

Traducción de la versión original sueca del FMA, Universidad de Gotemburgo, Suecia
www.neurophys.gu.se/sektioner/klinisk-neurovetenskap/forskning/rehab_med/fugl-meyer

VALORACIÓN DE FUGL-MEYER EXTREMIDAD SUPERIOR (FMA-ES)

Identificación:

Fecha:

Valoración de la función sensoriomotora Examinador:

Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. A method for evaluation of physical performance. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 1975, 7:13-31.

A. EXTREMIDAD SUPERIOR, posición sedente						
I. Actividad refleja		ning.	puede ser provocada			
Flexores: Bíceps y flexores de los dedos (al menos uno)		0	2			
Extensores: Tríceps		0	2			
Subtotal I (máx. 4)						
II. Movimiento voluntario dentro de sinergias, sin ayuda gravitacional				ning.	parcial	total
Sinergia flexora: Mano desde rodilla contralateral hasta oído ipsilateral. Desde la sinergia extensora (aducción de hombro/rotación interna, extensión del codo, pronación del antebrazo) hasta la sinergia flexora (abducción del hombro /rotación externa, flexión del codo, supinación del antebrazo).	Hombro	Retracción	0	1	2	
		Elevación	0	1	2	
		Abducción (90°)	0	1	2	
	Codo	Rotación externa	0	1	2	
		Flexión	0	1	2	
		Supinación	0	1	2	
Antebrazo	Supinación	0	1	2		
	Hombro	Aducción/rotac. inter	0	1	2	
		Codo	Extensión	0	1	2
Antebrazo	Pronación	0	1	2		
	Subtotal II (máx. 18)					
III. Movimiento voluntario mezclando sinergias, sin compensación				ning.	parcial	total
Mano hasta la columna lumbar Mano sobre regazo	No puede realizar, mano en frente a espina iliaca antero-superior		0			
	Mano detrás de espina iliaca antero-superior (sin compensación)			1		
	Mano hasta la columna lumbar (sin compensación)				2	
Flexión de hombro 0°-90° Codo a 0°	Abducción inmediata o flexión de codo		0			
	Abducción o flexión de codo durante movimiento 90° de flexión, no abducción de hombro ni flexión de codo			1	2	
Pronación-supinación Codo a 90° Hombro a 0°	No pronación/supinación, imposible posición inicio		0			
	Pronación/supinación limitada, mantiene posición de inicio Pronación/supinación completa, mantiene posición de inicio			1	2	
Subtotal III (máx. 6)						
IV. Movimiento voluntario con poca o ninguna sinergia				ning.	parcial	total
Abducción de hombro 0°-90° Codo a 0°	Supinación inmediata o flexión de codo		0			
	Supinación o flexión de codo durante movimiento 90° de abducción, mantiene extensión y pronación			1	2	
Flexión de hombro 90°-180° Codo a 0°	Abducción inmediata o flexión de codo		0			
	Abducción o flexión de codo durante movimiento 90° de flexión, no abducción de hombro o flexión de codo			1	2	
Pronación/supinación Codo a 0° Hombro a flexión de 30°-90°	No pronación/supinación, imposible posición inicio		0			
	Pronación/supinación limitada, mantiene posición de inicio Pronación/supinación completa, mantiene posición de inicio			1	2	
Subtotal IV (máx. 6)						
V. Actividad refleja normal evaluada solo si se logra puntaje total de 6 en parte IV						
Bíceps, Tríceps, Flexores de dedos	0 puntos en parte IV o 2 de 3 reflejos marcadamente hiperactivos		0			
	1 reflejo marcadamente hiperactivo o al menos 2 reflejos enérgicos Máximo de 1 reflejo enérgico, ninguno hiperactivo			1	2	
Subtotal V (máx. 2)						
Total A. EXTREMIDAD SUPERIOR (máx. 36)						

Version española: Hospital Militar Central, Universidad Nacional de Colombia
Barbosa NE, Forero SM, Galeano CP, Hernández ED, Landinez NS

2017-03-04

B. MUÑECA se puede dar apoyo en el codo para adoptar o mantener la posición, no apoyo en muñeca, verifique rango pasivo de movimiento antes de realizar prueba		ning.	parcial	total
Estabilidad a flexión dorsal de 15° Codo a 90°, antebrazo pronado Hombro a 0°	Flexión dorsal activa menor de 15° 15° de Flexión dorsal, no tolera resistencia Mantiene flexión dorsal contra resistencia	0	1	2
Flexión dorsal/volar repetida Codo a 90°, antebrazo pronado Hombro a 0° leve (flexión de los dedos)	No puede realizar voluntariamente Rango de movimiento activo limitado Rango de movimiento activo completo, fluido	0	1	2
Estabilidad a flexión dorsal de 15° Codo a 0°, antebrazo pronado Leve flexión/abducción de hombro	Flexión dorsal activa menor de 15° 15° de flexión dorsal, sin resistencia Mantiene posición contra resistencia	0	1	2
Flexión dorsal/volar repetida Codo a 0°, antebrazo pronado Leve flexión/abducción de hombro	No puede realizar voluntariamente Rango de movimiento activo limitado Rango de movimiento activo completo, fluido	0	1	2
Circunducción Codo a 90°, antebrazo pronado, hombro a 0°	No puede realizar voluntariamente Movimiento brusco o incompleto Circunducción completa y suave	0	1	2
Total B (máx. 10)				
C. MANO se puede dar apoyo en el codo para mantener flexión de 90°, no apoyo en la muñeca, compare con mano no afectada, los objetos están interpuestos, agarre activo		ning.	parcial	total
Flexión en masa	Desde extensión total activa o pasiva	0	1	2
Extensión en masa	Desde flexión total activa o pasiva	0	1	2
AGARRE				
a. Agarre de gancho flexión en IFP y IFD (dígitos II – V) Extensión en MCF II-V	No puede realizar Puede mantener posición pero débil Mantiene posición contra resistencia	0	1	2
b. Aducción de pulgar 1er CMC, MCF, IFP a 0°, trozo de papel Entre pulgar y 2da articulación MCF	No puede realizar Puede sostener papel pero no contra tirón Puede sostener papel contra tirón	0	1	2
c. Agarre tipo pinza, oposición Pulpejo del pulgar, contra pulpejo del 2 do dedo, se tira o hala el lápiz hacia arriba	No puede realizar Puede sostener lápiz pero no contra tirón Puede sostener lápiz contra tirón	0	1	2
d. Agarre cilíndrico Objeto en forma cilíndrica (pequeña lata) Se tira o hala hacia arriba con oposición en dígitos I y II	No puede realizar Puede sostener cilindro pero no contra tirón Puede sostener cilindro contra tirón	0	1	2
e. Agarre esférico Dedos en abducción/flexión, pulgar opuesto, bola de tenis	No puede realizar Puede sostener bola pero no contra tirón Puede sostener bola contra tirón	0	1	2
Total C (máx. 14)				
D. COORDINACIÓN/VELOCIDAD después de una prueba con ambos brazos, con los ojos vendados, punta del dedo índice desde la rodilla hasta la nariz, 5 veces tan rápido como sea posible		marcado	leve	ninguno
Temblor	Al menos 1 movimiento completo	0	1	2
Dismetria	Pronunciada o asistemática	0		
	Leve y sistemática		1	
	No disimetría			2
		> 6s	2 - 5s	< 2s
Tiempo Inicio y final con la mano sobre la rodilla	Al menos 6 seg. más lento que el lado no afectado 2-5 seg. más lento que el lado no afectado Menos de 2 segundos de diferencia	0	1	2
Total D (máx. 6)				
Total A-D (máx.6)				

H. SENSACIÓN , extremidad superior con los ojos vendados, comparado con el lado no afectado		anestesia	hipoestesia disestesia	normal
Tacto Suave	Brazo, antebrazo, superficie palmar de mano	0 0	1 1	2 2
		ausencia menos de ¼ correcto	¼ correcto considerable diferencia	correcto 100% poca o no diferencia
Posición Pequeña alteración en la posición	Hombro Codo Muñeca Pulgar (articulación - IF)	0 0 0 0	1 1 1 1	2 2 2 2
Total H. (máx. 12)				

I. MOVIMIENTO ARTICULAR PASIVO , extremidad superior				J. DOLOR ARTICULAR durante movimiento pasivo, extremidad superior		
Posición sedente, compare con lado no afectado	solo pocos grados (menos de 10° en hombro)	disminuido	normal	dolor constante pronunciado durante o al final del movimiento o dolor muy marcado al final del movimiento	algún dolor	no dolor
Hombro						
Flexión (0°-180°)	0	1	2	0	1	2
Abducción (0°-90°)	0	1	2	0	1	2
Rotación externa	0	1	2	0	1	2
Rotación interna	0	1	2	0	1	2
Codo						
Flexión	0	1	2	0	1	2
Extensión	0	1	2	0	1	2
Antebrazo						
Pronación	0	1	2	0	1	2
Supinación	0	1	2	0	1	2
Muñeca						
Flexión	0	1	2	0	1	2
Extensión	0	1	2	0	1	2
Dedos						
Flexión	0	1	2	0	1	2
Extensión	0	1	2	0	1	2
Total I (máx. 24)				Total J(max. 24)		

A. EXTREMIDAD SUPERIOR	/36
B. MUÑECA	/10
C. MANO	/14
D. COORDINACIÓN/VELOCIDAD	/6
TOTAL A - D (función motora)	/66

H. SENSACION	/12
I. MOVIMIENTO ARTICULAR PASIVO	/24
J. DOLOR ARTICULAR	/24

Anexo 3. Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI)

Inventario Chedoke para Actividades de Brazo y Mano: Puntuación

CAHAI Versión-13

Nombre:

Fecha:

Escala de Actividad			
1. Asistencia total (<25%)		5. Supervisión	
2. Máxima asistencia (=25-49%)		6. Independencia modificada (productos de apoyo)	
3. Asistencia moderada (=50-74%)		7. Independencia completa (en tiempo, seguro)	
4. Asistencia mínima (>75%)			
Miembro afecto			Puntuación
1. Abrir un tarro de café	<input type="checkbox"/> Sostiene el tarro	<input type="checkbox"/> Sostiene la tapa	<input type="text"/>
2. Llamar al 112	<input type="checkbox"/> Sostiene el teléfono	<input type="checkbox"/> Marca el teléfono	<input type="text"/>
3. Dibujar una línea con una regla	<input type="checkbox"/> Sostiene la regla	<input type="checkbox"/> Sostiene el lápiz	<input type="text"/>
4. Echar un vaso de agua	<input type="checkbox"/> Sostiene el vaso	<input type="checkbox"/> Sostiene la jarra	<input type="text"/>
5. Escurrir un bayeta			<input type="text"/>
6. Abrochar 5 botones			<input type="text"/>
7. Secarse la espalda con una toalla	<input type="checkbox"/> Alcanza la toalla	<input type="checkbox"/> Agarra el extremo de la toalla	<input type="text"/>
8. Echar pasta de dientes en un cepillo	<input type="checkbox"/> Sostiene la pasta de dientes	<input type="checkbox"/> Sostiene el cepillo de dientes	<input type="text"/>
9. Cortar masilla de resistencia media	<input type="checkbox"/> Sostiene el cuchillo	<input type="checkbox"/> Sostiene el tenedor	<input type="text"/>
10. Subir una cremallera	<input type="checkbox"/> Sostiene la cremallera	<input type="checkbox"/> Sostiene el tirador de la cremallera	<input type="text"/>
11. Limpiar unas gafas	<input type="checkbox"/> Sostiene las gafas	<input type="checkbox"/> Limpia la lente	<input type="text"/>
12. Colocar un contenedor encima de la mesa			<input type="text"/>
13. Subir escaleras con una bolsa			<input type="text"/>
Puntuación total			<input type="text"/> /91
Comentarios			

Anexo 4. Escala Ashworth Modificada

Escala de Ashworth Modificada	
0	No hay cambios en la respuesta del músculo en los movimientos de flexión o extensión.
1	Ligero aumento en la respuesta del músculo al movimiento (flexión ó extensión) visible con la palpación o relajación, o solo mínima resistencia al final del arco del movimiento.
1+	Ligero aumento en la resistencia del músculo al movimiento en flexión o extensión seguido de una mínima resistencia en todo el resto del arco de movimiento (menos de la mitad).
2	Notable incremento en la resistencia del músculo durante la mayor parte del arco de movimiento articular, pero la articulación se mueve fácilmente.
3	Marcado incremento en la resistencia del músculo; el movimiento pasivo es difícil en la flexión o extensión.
4	Las partes afectadas están rígidas en flexión o extensión cuando se mueven pasivamente

Anexo 5. Functional Independence Measure (FIM)

Escala de Medida de Independencia Funcional (FIM)

Nombre y Apellido:

Run :

FIM Total	Dominio	Categorías	Puntaje
126 puntos	Motor 91 puntos	Autocuidado	
		1. Alimentación	
		2. Arreglo personal	
		3. Baño	
		4. Vestido hemicuerpo superior	
		5. Vestido hemicuerpo inferior	
		6. Aseo perineal	
		Control de esfínteres	
		7. Control de vejiga	
		8. Control de intestino	
		Movilidad	
		9. Traslado de la cama a silla o silla de ruedas	
		10. Traslado al baño	
	11. Traslado en bañera o ducha		
	Ambulación		
	12. Caminar/desplazarse en silla de ruedas		
	13. Subir y bajar escaleras		
	Cognitivo 35 puntos	Comunicación	
14. Comprensión			
15. Expresión			
Conocimiento social			
16. Interacción social			
		17. Solución de problemas	
		18. Memoria	
Total			

Cada ítem será puntuado de 1 a 7 de la siguiente manera

Grado de dependencia	Nivel de funcionalidad
Sin ayuda	7. Independencia completa 6. Independencia modificada
Dependencia modificada	5. Supervisión 4. Asistencia mínima (mayor del 75% de independencia) 3. Asistencia moderada (mayor del 50% de independencia)
Dependencia completa	2. Asistencia máxima (mayor del 25% de independencia) 1. Asistencia total (menor del 25% de independencia)

Hemicuerpo: cada una de las dos partes en las que se divide el cuerpo; puede ser superior, inferior; derecha e izquierda.

Perineal: pelvis

Anexo 6. Motor activity Log (MAL)

Nombre: _____
Mano dominante: _____
Lado débil: _____

	Registro de la actividad motora	Cantidad de uso	Calidad de movimiento	Comentarios Sí o no, indicar por qué (códigos)
1	Encender la luz con un interruptor			
2	Abrir una cajonera			
3	Sacar una prenda de ropa desde la cajonera			
4	Tomar el teléfono			
5	Limpiar con un paño una superficie			
6	Salir de un auto (movimiento para conseguir que el cuerpo se desplace desde sentado a de pie fuera del auto, con la puerta abierta)			
7	Abrir un refrigerador			
8	Abrir la puerta girando una manilla			
9	Usar el control remoto de un TV			
10	Lavarse las manos (incluye aplicarse jabón, no incluye abrir las llaves)			
11	Abrir y cerrar la llave del agua			
12	Secar sus manos			
13	Ponerse calcetines			
14	Sacarse los calcetines			
15	Ponerse los zapatos (incluye amarrarse los cordones)			
16	Quitarse los zapatos (incluye desamarrar los cordones)			
17	Levantarse de una silla con apoya brazos			
18	Tirar la silla fuera de la mesa para sentarse			
19	Empujar una silla hacia la mesa después de sentarse			
20	Tomar un vaso o botella o taza para beber (no es necesario beber, solo llevarla a la boca)			
21	Cepillarse los dientes (no incluye aplicar la pasta)			
22	Aplicarse maquillaje o loción o crema de afeitar			
23	Usar una llave para abrir la puerta			
24	Escribir sobre un papel			
25	Llevar un objeto en la mano			
26	Usar tenedor o cuchara para comer			
27	Peinar su cabello			
28	Tomar una taza desde el asa			
29	Abotonar una camisa			
30	Comer la mitad de un pan o sándwich			
	Puntaje total			
	Puntaje promedio			

Códigos para responder respuestas "no".

1. "Yo utilizo solamente mi brazo indemne, para esta actividad" (asignar 0).
2. "Alguien más lo hace por mí" (asignar 0).
3. "Yo nunca hago esta actividad, con o sin ayuda de alguien más, porque es imposible". Por ejemplo peinarse, si es calvo. (asignar "N/A y sacar desde la lista de ítems).
4. "Yo algunas veces hago esta actividad, pero no he tenido la oportunidad de realizarlo desde la última vez que me realizaron la pregunta". Incluir el puntaje asignado la última vez.
5. Esta es una actividad que yo normalmente realizaba sólo con mi mano dominante antes del ACV (sólo aplicable al # 24 y sacar desde la lista de ítems).

Anexo 7. Escala De Calidad De Vida Para El Ictus (ECVI-38)

Escala De Calidad De Vida Para El Ictus (ECVI-38 v.3)

El propósito de este cuestionario es evaluar como el accidente vascular que usted sufrió, ha impactado en su salud y en su vida. Queremos saber desde SU PUNTO DE VISTA como esta enfermedad le ha afectado. Le haremos algunas preguntas acerca de los problemas causados por su enfermedad, y la manera en que se ha afectado su calidad de vida.

I. A continuación le presentamos un grupo de preguntas sobre problemas físicos que pueden presentar las personas que han sufrido un accidente cerebrovascular.

1. ¿Cuánta dificultad tiene usted para o con.?	Extrema	Mucha	Bastante	Poca	Ninguna
a. Mover las extremidades	5	4	3	2	1
b. Utilizar las manos	5	4	3	2	1
c. Caminar	5	4	3	2	1
d. Mantener el equilibrio	5	4	3	2	1
e. Dolor o molestias físicas	5	4	3	2	1

2. ¿Cuánta dificultad tiene usted para...?	Extrema	Mucha	Bastante	Poca	Ninguna
a. Hablar	5	4	3	2	1
b. Comunicarse con otras personas	5	4	3	2	1
c. Leer	5	4	3	2	1
d. Escribir	5	4	3	2	1

3. ¿Cuánta dificultad tiene usted en...?	Extrema	Mucha	Bastante	Poca	Ninguna
a. Su concentración	5	4	3	2	1
b. Su memoria	5	4	3	2	1
c. Su capacidad mental	5	4	3	2	1

II. A continuación le presentamos un grupo de preguntas sobre problemas emocionales o sentimientos que pueden experimentar las personas que han sufrido un ictus. Usted responderá como se siente.

4. ¿Cómo se siente habitualmente con relación a su....?	Muy Mal	Mal	Regular	Bien	Muy Bien
a. Estado de ánimo	5	4	3	2	1
b. Vitalidad	5	4	3	2	1
c. Autoestima	5	4	3	2	1
d. Capacidad de mantener la calma	5	4	3	2	1
e. Control sobre sus emociones	5	4	3	2	1

5. ¿Con qué frecuencia siente usted.....?	Nunca	Muy poco tiempo	Parte del tiempo	Mucho tiempo	Siempre
a. Ganas de vivir	5	4	3	2	1
b. Confianza en el futuro	5	4	3	2	1
c. Sensación de ser útil	5	4	3	2	1
d. Sensación de tranquilidad	5	4	3	2	1
e. Confianza en sí mismo	5	4	3	2	1

III. Seguidamente le describimos un grupo de actividades de la vida cotidiana para cualquier persona en su vida personal, familiar y social. Usted responderá si tiene alguna dificultad para realizar las actividades que aparecen.

6. ¿Cuánta dificultad tiene usted para...?	Extrema	Mucha	Bastante	Poca	Ninguna
a. Su cuidado personal (vestirse, afeitarse, arreglarse)	5	4	3	2	1
b. Bañarse	5	4	3	2	1
c. Realizar sus actividades domésticas acostumbradas	5	4	3	2	1
d. Moverse libremente dentro de la casa	5	4	3	2	1

7. ¿Cuánta dificultad tiene usted para...?	Extrema	Mucha	Bastante	Poca	Ninguna
a. Moverse a lugares distantes de la casa	5	4	3	2	1
b. Realizar sus actividades de ocio, entretenimiento o recreación	5	4	3	2	1
c. Participar en actividades fuera del marco familiar	5	4	3	2	1
d. Participar en actividades de la comunidad	5	4	3	2	1

8. ¿Cuánta dificultad tiene usted para...?	Extrema	Mucha	Bastante	Poca	Ninguna
a. Tener independencia económica	5	4	3	2	1
b. Aportar económicamente a la familia como antes	5	4	3	2	1
c. Cumplir sus funciones dentro del hogar	5	4	3	2	1
d. Elaborar ideas y dar soluciones a problemas cotidianos	5	4	3	2	1
e. Participar en las decisiones familiares	5	4	3	2	1
f. Cumplir su papel como esposo o esposa	5	4	3	2	1
g. Sus relaciones sexuales	5	4	3	2	1
h. Realizar su actividad laboral	5	4	3	2	1

Finalmente nos interesa conocer cuánto se ha recuperado de su enfermedad.

Estado de Salud General	Nada	Poco	Bastante	Mucho	Totalmente
¿En que grado se ha recuperado de su enfermedad?	5	4	3	2	1

Anexo 8. Identificación del protocolo

Documento de identidad		Versión	0.1	
Tipo de documento	Protocolo	Proceso y subproceso	Neurorrehabilitación	Rehabilitación Física
Áreas y áreas de aplicación	Asistencial Transversal: À. Rhb Funcional [Áreas de consultoría]	Requisito	[Documento requerido por]	

Elabora o Revisa	Rosa Pesudo Marí			
	Coautores			
Aprobado por ⁽¹⁾ (Jefe de área, unidad...)	Revisión del cuerpo	Datos	[Fecha de aprobación de nivel 1]	
		Acta		
Aprobado por ⁽²⁾ (Comité Directivo; gestión)	[Aprobador de nivel 2]	Datos	[Fecha de aprobación de nivel 2]	
Validado por (*)	Órgano que aprueba	Acta		
Validado por (*)	[Aprobador de nivel 3]	Datos	[Fecha de aprobación de nivel 3]	
Válido hasta	[Fecha de validez]			

Resumen de versiones y modificaciones

Versiones		Autores	Resumen de las modificaciones más relevantes realizadas al documento con respecto a la versión anterior. Incluye secciones y páginas que hayan sido modificadas.
Versión No.	Fecha de aprobación		
1.0 (V.O.)		Rosa Pesudo Marí	