TRABAJO FINAL DE MASTER

Terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano combinada con rehabilitación asistida con exoesqueleto robótico de extremidad superior en personas post-ictus.

Natalia Caravaca Aragón

Tutores:

Dr. Josep Medina Casanovas.

Loreto García Alén, terapeuta ocupacional.

Fecha de entrega: 07/06/2021

INDICE

1 INTRODUCCIÓN....1
1.1 ICTUS....2
1.1.1 CONCEPTO....2
1.1.2 CLASIFICACIÓN DEL ICTUS....2
1.1.3 EPIDEMIOLOGÍA....3
1.1.4 FACTORES DE RIESGO DEL ICTUS....4
1.1.5 PERIODOS DE LA EVOLUCIÓN DEL ICTUS....4
1.1.6 SECUELAS DEL ICTUS....5
1.2 ANATOMIA Y FISIOLOGIA DEL MIEMBRO SUPERIOR....7
1.2.1 Estructuras vasculares y nerviosas del miembro superior....8
1.3 CONTROL MOTOR (CM) Y SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC)....9
1.3.1 SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC)....9
1.4 NEURORREHABILITACIÓN....14
1.4.1 Estrategias de intervención terapéuticas en el tratamiento rehabilitador del miembro superior....14
1.4.2 Terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano (CIMT)....16
1.4.3 Bases neurofisiológicas de la CIMT....17
1.4.4 Eficacia de la CIMT en ictus....18
1.4.5 Intervención basada en sistemas robóticos....19
1.4.6 Sistemas robóticos aplicados a la extremidad superior después de un ictus....20
1.4.7 Exoesqueleto robótico Armeo Spring....21
1.5 CIMT COMBINADA CON TERAPIA ROBÓTICA....22
1.6 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO....23
2 PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN:....24
3 HIPÓTESIS....24
4 OBJETIVOS....24
5 METODOLOGÍA....25
5.1.1 Criterios de inclusión y exclusión....25
5.2 EVALUACIÓN....26
5.2.1 Plan de evaluación....28
5.3 INTERVENCIÓN....28
5.3.1 Descripción de las sesiones de tratamiento....29

5.3.2 Cronograma programa de intervención.....30
6 Limitaciones del protocolo. 30
7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS. 31
8 ANEXOS.....41
Anexo 1: Glosario de acrónimos. 41
Anexo 2: Índice de figuras y tablas 42
Anexo 3: FUGL-MEYER ASSESSMENT UPPER EXTREMITY (FMA-UE).....43
Anexo 4: ACTION RESEARCH ARM TEST 46
Anexo 5: MOTOR ACTIVITY LOG (MAL) 47
Anexo 6: MEDIDA DE INDEPENDENCIA FUNCIONAL (FIM). 48
Anexo 7: MINI MENTAL (MMSE). 49
Anexo 8: ESCALA VISUAL ANALÓGICA (EVA) 50
Anexo 9: ESCALA DE ASHWOTH MODIFICADA 50
Anexo 10: SIS.3.0.....51
Anexo 11: Actividades orientadas a tareas (shaping). 52
Anexo 12: Hoja de registro de prácticas de tareas. 56

1 INTRODUCCIÓN

Los trastornos neurológicos conforman un amplio abanico de enfermedades que se caracterizan por provocar un desorden a nivel anatómico y/o fisiológico del sistema nervioso central (SNC) y periférico (SNP). Cursan con una alta prevalencia de discapacidad debido a las limitaciones físicas, cognitivas y psicosociales que generan. (1)

El ictus es un problema de salud pública de primer orden. En los países desarrollados es una de las primeras causas de muerte, junto con la enfermedad cardiovascular y el cáncer. Además, el ictus es la primera causa de discapacidad permanente en la edad adulta.(2) Muchos de los que sobreviven sufren secuelas importantes que les limitan en sus actividades de la vida diaria dejando diversos grados de déficits neurológicos de por vida. La afectación de la extremidad superior (ES) se encuentra en más del 80% de todos los pacientes que han sufrido un ictus. (3)

La finalidad de este trabajo es realizar una breve revisión teórica sobre el ictus, abordando las complicaciones y secuelas más frecuentes y su impacto en la vida diaria, así como una breve revisión de la anatomía y fisiología del miembro superior y de la neurofisiología responsable del control motor.

Seguidamente, se presentará la terapia por restricción del lado sano (CIMT) como herramienta de tratamiento para las personas que han sufrido un ictus. Se hablará de su aplicación, de cómo influye en la reorganización cortical, de las bases neurofisiológicas y de la evidencia disponible sobre su eficacia, ya que La CIMT ha sido repetidamente asociada con cambios plásticos cerebrales tanto funcionales como estructurales.(4)

Posteriormente, se presentara la terapia robótica (TR) como herramienta de tratamiento para las personas que han sufrido un ictus. La TR es una de las principales revoluciones tecnológicas de la última década en los enfoques de entrenamiento de rehabilitación para la recuperación de la ES y se basa en los principios de plasticidad neuronal y la capacidad del cerebro para reorganizarse después de haber sufrido una lesión, produciendo modificaciones en la actividad neuronal. (5)

En la actualidad, existen pocas revisiones a cerca de ambas terapias empleadas de manera conjunta para el tratamiento neurorehabilitador, pero hay estudios que dicen que la terapia orientada a la tarea y el empleo de nuevas tecnologías facilitan una mayor recuperación funcional del MS. (6) Por este motivo, el fin último de este documento es realizar una revisión de la bibliografía existente y elaborar una propuesta de intervención que combine ambas terapias, CIMT y TR (concretamente nos centraremos en el Armeo Spring) en pacientes que han sufrido un ictus.

1.1 ICTUS

1.1.1 CONCEPTO

La Sociedad Española de Neurología (SEN) cita que las enfermedades cerebrovasculares (ECV) o ictus están causados por un trastorno circulatorio cerebral que altera transitoria o definitivamente el funcionamiento de una o varias partes del encéfalo.(7)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el accidente cerebro vascular (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" cuya deficiencia motora está caracterizada por compromiso del hemicuerpo contralateral al lugar de la lesión, que se puede acompañar de alteraciones sensitivas, cognitivas, perceptuales y del lenguaje. (8)

Las ECV son todas aquellas alteraciones encefálicas secundarias a un trastorno vascular. Su manifestación aguda se conoce con el término ictus —que en latín significa «golpe»— porque su presentación suele ser súbita y violenta. Existe común acuerdo en evitar términos más confusos o menos explícitos, como «accidente vascular cerebral» o similares, y optar por el término ictus en analogía con el uso del vocablo «stroke» en inglés. (7)

1.1.2 CLASIFICACIÓN DEL ICTUS

El Ictus es una patología heterogénea en la que podemos diferenciar varios tipos de lesión según criterios etiológicos: (7)

ICTUS ISQUÉMICO: (85%). Se incluyen todas las alteraciones del encéfalo secundarias a un trastorno del aporte circulatorio, ya sea cualitativo o cuantitativo. Se puede subdividir en isquemia focal o global.

- ***Isquemia cerebral focal***

Se consideran dos tipos de isquemia cerebral focal:

- El ataque isquémico transitorio (AIT) se definía clásicamente como un episodio de disfunción cerebral focal o monocular de duración inferior a 24 horas, causado por una insuficiencia vascular debida a una trombosis o por una embolia arterial asociada a cualquier enfermedad arterial, cardiaca o hematológica. Es reversible y no existe déficit neurológico tras su finalización.

- *Infarto cerebral o ictus isquémico:* Está ocasionado por la alteración cualitativa o cuantitativa del aporte circulatorio a un territorio encefálico, lo cual produce un déficit neurológico durante más de 24 horas y, consecuentemente, indica la presencia de una necrosis tisular.

- Hay diversos tipos de infarto cerebral según sea su mecanismo de producción y la localización topográfica.

    - Según el mecanismo de producción:
        - Trombótico, existe una estenosis u oclusión de una arteria cerebral intra o extracraneal.
        - Embolico, oclusión de una arteria por un embolo distal a un punto donde exista un adecuado flujo; hemodinámico, debido a una importante hipotensión arterial y el flujo compensatorio colateral es insuficiente.

    - Según la localización geográfica (clasificación del Oxfordshire Community Stroke Project) se definen cuatro síndromes neurovasculares:
        - Infarto total de la circulación anterior o TACI (total anterior circulation infarction).
        - Infarto parcial de la circulación anterior o PACI, el más frecuente ((*partial anterior circulation infarction*).
        - Infarto lacunar o LACI (lacunar infarction). Infarto en la circulación posterior o POCI (*posterior circulation infarction*).

ICTUS HEMORRÁGICO: (15%) Conceptualmente, se trata de una extravasación de sangre dentro de la cavidad craneal, secundaria a la rotura de un vaso sanguíneo, arterial o venoso, por diversos mecanismos. (Asociado a infartos de mecanismo embólico) se diferencian los hematomas cerebrales de la hemorragia subaracnoidea. TIA: isquemia menor a 24 horas pero que cuyo daño implica un déficit sostenido por un tiempo mayor a 24 horas. (7)

Dependiendo de la localización de la hemorragia o hematoma, (implicando ambos la salida de la sangre al espacio extravascular, dentro del parénquima cerebral). Se diferencian dos tipos:

- Hematoma cerebral; cuando se produce el parénquima (intraparenquimatosa) o en el interior de los ventrículos cerebrales (ventricular).

- Hemorragia subaracnoidea, si la extravasación tiene lugar en el espacio subaracnoideo. La hemorragia subaracnoidea (HSA) primaria se debe a la extravasación de sangre primaria y directamente en el espacio subaracnoideo. Esto la diferencia de la HSA secundaria, en la cual el sangrado procede de otra localización, como el parénquima cerebral o el sistema ventricular.

1.1.3 EPIDEMIOLOGÍA

Anualmente 15 millones de personas en el mundo sufren un ictus; de éstas, 5 millones mueren y otros 5 sufren una discapacidad permanente como consecuencia del mismo, lo que repercute de forma muy significativa en las familias y la sociedad.(9)

Según la OMS, el ictus representa la tercera causa de muerte en el mundo occidental, la primera causa de discapacidad en las personas adultas y la segunda causa de demencia, (10) lo que deja al 80% de los pacientes con diversos grados de déficits neurológicos de por vida. (11)

En España, según datos del Instituto Nacional de Estadística de 2011, el ictus es la segunda causa de muerte (28.855 casos en ambos sexos) y la primera causa de muerte en la mujer (16.703 casos). Además, ocupa el segundo lugar en cuanto a carga de enfermedad en Europa y representa el 6,8% de los años de vida ajustados a discapacidad.(12) Al año se detectan unos 120.000 casos nuevos. De hecho, cada seis minutos se produce un ictus en España.(2)

Así, se estima que más del 21% de la población mayor de 60 años de nuestro país, casi dos millones de personas, presenta un alto riesgo de sufrir un ictus en los próximos 10 años, según los datos del estudio PREVICTUS. (2)

1.1.4 FACTORES DE RIESGO DEL ICTUS.

Atendiendo a los factores de riesgo, las ECV además de su elevada frecuencia, son responsables de una alta mortalidad y morbilidad, condicionando en muchos de los supervivientes secuelas invalidantes de por vida. Los factores de riesgo se han clasificado como modificables, potencialmente modificables y no modificables (13) (14)

- Modificables: Hipertensión arterial, cardiopatía, fibrilación auricular, endocarditis infecciosa, estenosis mitral, infarto de miocardio reciente, tabaquismo, anemia de células falciformes, AITs previos, estenosis carotídea asintomática.
- Potencialmente modificables: Diabetes mellitus Homocisteinemia Hipertrofia ventricular izquierda, dislipemia, consumo excesivo de alcohol, drogas, sedentarismo, obesidad y factores dietéticos.
- No modificables: Edad, sexo, factores hereditarios, raza/etnia, localización geográfica, clima y estación del año.

1.1.5 PERIODOS DE LA EVOLUCIÓN DEL ICTUS

La recuperación de la capacidad funcional es fundamental para cualquier persona que sufre un ictus. Sin embargo existen numerosos factores que pueden influir en ella. Es de vital importancia conocer que variables pueden conseguir una buena recuperación funcional para poder identificar unos objetivos realistas de rehabilitación.

La evolución funcional se establece clásicamente en tres periodos:(15)

- Periodo agudo: Desde que se incluyen los síntomas hasta el alta de la unidad de ictus del hospital de agudos.
- Periodo subagudo: existe una mejora funcional progresiva, que su estima sucede durante los primeros 3- 6 meses desde el ictus.
- Periodo crónico: A partir de los 6 meses del ictus. Se produce una estabilización funcional.

Tras un ictus, se produce una pérdida funcional que tiende a la mejoría durante los primeros seis meses y se estabiliza posteriormente.(16) Aunque el mayor grado de recuperación neurológica del déficit tiene lugar en los tres primeros meses y la recuperación funcional en los seis primeros meses, el proceso de adaptación a la discapacidad y reintegración a la comunidad puede ser más prolongado. El inicio del tratamiento rehabilitador durante las primeras 24-72 horas tras el ictus es bien tolerado y no comporta efectos adversos. (17)

1.1.6 SECUELAS DEL ICTUS

EL ictus es un episodio grave, con secuelas que varían considerablemente, según la severidad, el seguimiento y la atención recibida. Una lesión en un área determinada del cerebro puede influir en otra áreas, este concepto fue destacado por Ruskin quien explico que "cuando cualquier porción del cerebro se daña, no solamente se ven afectadas las funciones de la región implicada".(18)

Las consecuencias neurológicas de las lesiones cerebrales son múltiples y complejas. Cualquier tipo de función sensorial, motora o autonómica puede verse amenazada y producir múltiples afectaciones en distintas esferas que detallaremos a continuación. (19–22)

SECUELAS DEL ICTUS

Alteraciones físicas más frecuentes	**Alteraciones físicas menos frecuentes**
- Déficits motor total o parcial: *son los más evidentes y la consecuencia física más frecuente es la hemiplejia o hemiparesia del MS, MI, del tronco y en ocasiones de un lado de la cara.* - Alteraciones sensoriales *(alteraciones en cualquier modalidad sensorial).* - Alteraciones del lenguaje - Fatiga - Osteoporosis - Dolor de hombro - Caídas/fracturas - Espasticidad - Incontinencia urinaria - Contracturas - Subluxación del hombro hemipléjico - Disfunción sexual	- Alteraciones visuales - Epilepsia - Dolor central post- ictus - Trombosis venosa profunda - Incontinencia fecal - Alteraciones cutáneas (UPP, dolor cutáneo). - Infecciones urinarias - Infecciones pulmonares - Estreñimiento - Disfagia
ALTERACIONES COGNITIVAS - Demencia - Déficits de atención - Alteración de la memoria - Apraxia - Agnosia y anosognosia - Negligencia espacial /hemineglígencia - Alteración de las funciones ejecutivas	**ALTERACIONES CONDUCTUALES** - Trastornos de humor - Cambios de personalidad - Alteraciones del control emocional - Depresión y ansiedad. - Agresión, agitación, impulsividad, desinhibición social. - Falta de conciencia del déficits

Alteraciones musculo esqueléticas

- Sobre todo definidas por retracciones articulares y osificaciones heterotópica, que, asociadas a hipertonía y espasticidad, suelen producir deformidades neuroortopedicas y severas discapacidades funcionales

Tabla 1. Secuelas y complicaciones del ictus.

1.1.6.1 Secuelas del miembro superior tras sufrir un ictus.

El deterioro de la extremidad superior (ES) es la secuela más común e incapacitante de todas las deficiencias residuales descritas.(23).Los estudios realizados para evaluar el grado de recuperación del miembro superior (MS) tras sufrir un ictus apuntan que hasta en un 85% de los casos existe un déficit de función del MS tras sufrir un ictus y meses más tarde persisten problemas en el 55-75% de los pacientes y solo el 30-40% recupera cierta destreza después de 6 meses. (3) Las secuelas derivadas de un ictus como un impulso motor disminuido, una menor frecuencia de activación neuronal, una mala secuenciación y coordinación de los movimientos segmentarios y los déficits sensitivos y cognitivos influyen marcadamente en el desempeño funcional de la ES.(3)

No todos los pacientes que sufren un ictus presentan déficit semejantes, aunque es cierto, que, en muchos de ellos podemos encontrar alteraciones similares. Las manifestaciones clínicas más comunes en la extremidad superior incluyen: (24)

- La afectación motora del hemicuerpo contralateral a la lesión, o hemiparesia, siendo el síntoma más común tras un ictus. La hemiparesia es una afectación que incluye debilidad, alteración del control motor y espasticidad. Aunque la focalidad se manifieste de forma claramente predominante en el brazo o pierna del hemicuerpo parético, esta afectación desorganiza de forma global a todo el cuerpo.
- Espasticidad: Es una característica común de muchos trastornos neurológicos como el ictus. Forma parte del síndrome de la neurona motora superior y se manifiesta como aumento del tono muscular asociado a espasmos y/o clonus. (21)
- Sinergias musculares: Debido a la afectación motora. Las sinergias son patrones de coactivación muscular estereotipados que aparecen ante movimientos voluntarios y limitan el control de las articulaciones.

A parte, la debilidad, cambios en el tono muscular, laxitud articular, control motor (CM) alterado y déficits en la coordinación inducen al desuso de la ESA provocando limitaciones en el desempeño de actividades comunes que requieren alcanzar, recoger y sostener objetos, limitando por ende la funcionalidad del paciente.(3)

También debemos de tener en cuenta otras alteraciones adicionales en la ES pléjica, pudiendo derivar en complicaciones durante la recuperación de la función del hombro, como puede ser la ***subluxación*** (frecuentemente aparece en la etapa flácida), el ***hombro doloroso*** (en un estudio de Pinedo. S y colaboradores, el 53% de los sujetos estudiados en el primer año de haber sufrido un ictus presentaron como complicación más frecuente dolor de hombro)(25) y ***distrofia simpático-refleja o síndrome hombro-mano-dedo*** (presentándose entre el 12% y el 25% de los pacientes y siendo considerada la causa más común de dolor en el hombro en reposo. (26)

Para concluir y como resultado de los déficits originados en la extremidad superior, los pacientes comienzan a utilizar preferentemente la extremidad no afecta a pesar de ser

posibles los movimientos activos en la afectada. Consecuentemente, la extremidad parética se ejercitara en menor medida (dando lugar a alteraciones de la coordinación bimanual), no se integrará en el desempeño de actividades y no habrá posibilidad de que se produzca un efecto de reorganización cerebral ni mejoras en la ejecución manual, repercutiendo significativamente en la ejecución de las AVD, en su autoestima, su dependencia por parte de terceras personas y un deterioro de su calidad de vida.(24)

Para conocer mejor la biomecánica del miembro superior y poder aplicarla de forma correcta a la práctica clínica procederemos a realizar un resumen de la anatomía y fisiología del miembro superior a continuación

1.2 ANATOMIA Y FISIOLOGIA DEL MIEMBRO SUPERIOR

La segmentación de la ES se describe en tres partes (brazo, antebrazo y mano) junto con la formación de los rayos digitales hasta la separación de los dedos.(27)

El hombro es la articulación proximal del MS, es la más móvil de todas las articulaciones del cuerpo humano. El complejo articular del hombro está formado por 5 articulaciones, que dependen unas de otras para asegurar la movilidad completa, libre y sin dolor. Todas ellas están completamente sincronizadas e influyen en un correcto control postural de la mano.(28)

La articulación escapulohumeral del tipo enartrosis, es la articulación de mayor movilidad de la cintura escapular y los movimientos principales son la elevación en el plano escapular, que es el consiguiente a la elevación máxima y el de mayor utilidad para efectuar las actividades de la vida diaria (AVD), y los movimientos rotatorios(29) y comprende la cavidad glenoidea de la escapula y la cabeza del húmero.

Esta articulación permite acciones como la flexión (deltoides anterior y coracobraquial), extensión (dorsal ancho, redondo mayor y fibras posteriores del deltoides), abducción (supraespinoso, deltoides medio) aducción (pectoral mayor) rotación externa (infraespinoso, redondo mejor) rotación interna (subescapular, redondo mayor, dorsal ancho y pectoral mayor) abducción horizontal (deltoides posterior), aducción horizontal(pectoral mayor).(30)

El codo, (31)articulación intermedia del MS, tiene una gran capacidad de amplitud articular debido a su estructura general. La articulación humerocubital permite la flexión (bíceps braquial, braquial anterior, supinador largo y coracobraquial) y la extensión (tríceps braquial y ancóneo). Existe una relación entre el codo y la articulación de la muñeca formando una articulación radiocubital proximal y distal, permiten al cubito y al radio tener un eje longitudinal de movimiento, permitiendo los movimientos de pronación (pronador redondo, pronador cuadrado) y supinación (supinador corto, bíceps (cuando el codo esta en flexión).

La muñeca(32) se conoce como el área anatómica que establece la unión entre el antebrazo y la mano. Los músculos principales que intervienen en el control de los movimientos del complejo articular de la muñeca son: flexor cubital del carpo, flexor radial del carpo y palmar largo(para el movimiento de flexión); extensor cubital del carpo, extensores radiales corto y

largo del carpo (para el movimiento de extensión); flexor cubital del carpo y extensor cubital del carpo(para el movimiento de aducción); flexor radial del carpo, palmar largo, extensores radiales largo y corto del carpo(para el movimiento de abducción).

La mano (33)es una estructura anatómica compleja, con múltiples movimientos y funciones incomparables, entre otras, por la prensión y la oposición del pulgar, que junto con la coordinación y la motricidad fina permiten una construcción de herramientas complejas y funcionales para las AVD.

MUSCULATURA DE LA MANO

INTRINSECA	EXTRINSECA
GRUPO TENAR	CARA ANTERIOR
- **Abductor corto del pulgar.**	- Flexor largo del pulgar
- **Oponente del pulgar**	- Flexor común superficial de los dedos
- **Flexor corto del pulgar**	- Flexor común profundo de los dedos
- **Aductor del pulgar**	
GRUPO HIPOTENAR	
- **Abductor 5º dedo**	CARA POSTERIOR
- **Flexor corto 5º dedo**	- Extensor largo del pulgar
- **Oponente del 5º dedo**	- Extensor corto del pulgar
REGION INTERMEDIA	- Extensor común de los dedos
- **Interóseos**	- Extensor propio (1er y 5º dedo)
- **Lumbricales**	- Abductor largo del pulgar

Tabla 2: Musculatura de la mano

El pulgar (33) con su metacarpiano y las dos falanges tiene un mayor grado de libertad de movimiento que ninguno de los otros dígitos. Se encuentra en una posición más anterior y en rotación de 90º para permitir su oposición(3). En los pulpejos de los dedos es donde se encuentra el mayor número de receptores somatosensoriales, concretamente, los mecanoreceptores, capaces de detectar y discriminar el tacto fino, presión y vibración.(30)

1.2.1 Estructuras vasculares y nerviosas del miembro superior.

El plexo braquial tiene un papel significativo en la función motora y sensorial del miembro superior. Las raíces C5, C6, C7, C8 y T1 emergen de los forámenes intervertebrales y la unión de sus ramas anteriores conforma el plexo braquial, siendo un haz de conexiones nerviosas. Estas ramas pasan entre los músculos escalenos anterior y medio, acompañando a la arteria subclavia. (34)

Las ramas anteriores se comunican en la parte inferior del cuello dando origen a tres troncos: el superior, formado por la unión de las raíces C5 y C6, el medio constituido por la raíz C7 (nervio mediano y cubital) y el inferior, que surge de la unión de las raíces C8 y T1.

Las divisiones anteriores del tronco superior y medio se combinan para formar el fascículo lateral, mientras que la del tronco inferior continúa como fascículo medial. Estas divisiones inervan la musculatura flexora del MS. Finalmente, las divisiones posteriores conforman el fascículo posterior e inervan la musculatura extensora

Dentro de la vascularización, podemos destacar que la arteria más importante es la humeral, dando lugar a la arteria radial y a la cubital. Circula de forma paralela a los nervios que parten del plexo braquial y es una rama de la arteria axilar. Las ramas terminales del fascículo posterior dan origen al nervio axilar y radial; a su vez, del fascículo medial se derivan el nervio ulnar y la raíz medial del mediano.

1.3 CONTROL MOTOR (CM) Y SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC)

El control motor es la habilidad para regular o dirigir el mecanismo esencial del movimiento. Es un campo de investigación relativamente joven que explora cómo el sistema nervioso produce movimientos coordinados y con propósito en su interacción con el cuerpo y el medio ambiente a través del pensamiento consciente e inconsciente.(34)

La materia aplicada al control motor y neurorrehabilitación pretende conocer las bases del movimiento humano, normal y patológico y el diseño y la ejecución de protocolos de optimización. Se encuentra vinculado al proceso de logro de competencias para la ejecución motora; aprender, mantener y recuperar la capacidad para la actividad.(5)

El aprendizaje motor está sometido a dos avatares principales; la inhibición proactiva (el aprendizaje de una nueva habilidad es deteriorado por una tarea previamente dominada) y la inhibición retroactiva (volver a aprender una habilidad previamente dominada y posteriormente deteriorada por una enfermedad o lesión).

El enfoque terapéutico basado en el control motor top-down (de arriba hacia abajo) capacita para la realización de tareas funcionales. Sería el enfoque adecuado en el daño cerebral leve-moderado. Emplea la combinación de terapias actuales con otros métodos o con la rehabilitación orientada a tareas o a la terapia por restricción del lado sano (CIMT) (5), que explicaremos más adelante.

1.3.1 Sistema Nervioso Central (SNC).

El sistema nervioso es un sistema cerrado pero, a la vez, muy dinámico, que asimila, reorganiza y modifica los mecanismos biológicos, bioquímicos y fisiológicos que posee. Esta capacidad se denomina neuroplasticidad e implica cambios en el tejido neural que incluyen regeneración axonal, colateralización, neurogénesis, sinaptogénesis y reorganización funcional, entre otros mecanismos.(35)

El sistema nervioso recibe información del medio externo y del medio interno, elaborando un plan de acción que se envía al sistema motor para que se ejecute, coordinando una respuesta a través de los órganos efectores, los músculos y las glándulas. Esta acción necesita la cooperación de los sistemas de información sensorial, tanto para regular y coordinar el movimiento como en la producción de reflejos.

Dentro del control de los movimientos distinguimos entre planificación y la ejecución. El conjunto de centros y vías nerviosas es el responsable de la contracción muscular del aparato locomotor. Las unidades motoras representan la vía final común del sistema, que gracias a la información transmitida a través de los neurotransmisores, son los responsables directos de la contracción muscular.

Dentro del sistema de acción, se precisa de varias estructuras que trabajan en paralelo para integrar informaciones sensoriales y motoras, transformando todo ello en acciones motoras, teniendo en cuenta que el sistema motor es un sistema jerarquizado y que esta cruzado(5).

Existe un nivel superior que corresponde a la corteza cerebral, unos centros reguladores que son el cerebelo y los ganglios basales y un nivel intermedio que incluye al diencéfalo y al tronco del encéfalo. Atendiendo a un nivel inferior, la medula espinal.

a. Corteza Cerebral

La corteza cerebral es donde surgen los impulsos para realizar los movimientos voluntarios, gracias a los mecanismos de retroalimentación y a la acción anticipadora. Cuando el movimiento es adecuado, se induce una potenciación general positiva que registra este movimiento para su posible uso en un futuro. La función principal de la corteza cerebral en el movimiento es la planificación y ejecución de muchas actividades motoras complejas.(5)

Áreas funcionales de la corteza cerebral: (5)

La corteza motora ocupa la mitad posterior de los lóbulos frontales. En ella están representados movimientos no músculos. Interactúa con las áreas de procesamiento sensorial en el lóbulo parietal y también con los ganglios basales y con las áreas cerebelosas para identificar hacia donde queremos movernos, planear el movimiento y ejecutar nuestras acciones.

El área motora primera (área 4 de Brodmann) ocupa los dos tercios posteriores del giro frontal ascendente y se extiende desde el surco de Silvio hasta el surco del cíngulo en la cara medial del hemisferio cerebral. La corteza motora primaria envía órdenes para movilizar la mitad contralateral del cuerpo y puede controlar la cinemática y la cinética del movimiento.

El área premotora o área de asociación motora, (parte lateral del área 6 de Brodmann). Se encarga de preparar el programa del movimiento (generalmente de la visión).

Se distinguen varias regiones*; la región F2* (dirección de los movimientos del brazo en relación con el campo visual*); F4* (controla los movimientos hacia el cuerpo o partes del cuerpo); *F5* (coordinación de la mano al coger un objeto). En esta última, se describieron las neuronas

especulares o neuronas espejo, las cuales responden a movimientos dirigidos a un objeto y a la observación de esa misma acción realizada por otra persona. Fueron descubiertas por Rizzolatti y Sinigaglia a inicios de 1990.

El área motora suplementaria (parte medial del área 6 de Brodmann). Interviene en la planificación de los movimientos complejos cuando están generados internamente. En la corteza se reconocen al menos tres áreas relacionadas con estímulos somatosensoriales;

La corteza somatosensorial primaria (SI), (áreas 3, 1 y 2 de Brodmann). Se divide en cuatro regiones:

El área 3a recibe información propioceptiva de músculos y articulaciones. Está al lado de la corteza motora, situada anteriormente al surco central, así la representación de cada parte del cuerpo está enfrentada en la corteza motora y en la sensorial. **Al área 3b** llega información procedente de receptores superficiales de la piel, de adaptación rápida y lenta. Interviene en discriminar la intensidad, localización y duración de estímulos táctiles y en características de presión, vibración y tacto ligero**. La región 2** recibe información tanto propioceptiva como cutánea. Las áreas 3a, 2 y 1 reciben fibras talámicas del lado opuesto del cuerpo.

En el área somatosensorial secundaria (SII) se sitúa en el labio superior del surco central y recibe, sobretodo, información táctil de SI. Tiene un papel muy importante en el aprendizaje y memorización táctil y en la integración sensitiva motriz.

b. Ganglios basales

Los ganglios basales (GB) constituyen un sistema íntimamente vinculado con la corteza cerebral y con el sistema de control motor corticoespinal. Están constituidos por un conjunto de núcleos subcorticales interconectados con la corteza cerebral y con el tálamo, controlando los movimientos y el tono muscular. (36)

Una de sus funciones motoras es la planificación, iniciación y modulación de los movimientos, siendo su función predominante la provisión de la información interna para la realización de los movimientos de forma correcta y suave, desempeñando un papel fundamental en el inicio selectivo de la mayor parte de actividades corporales.(36)

c. Cerebelo

El cerebelo es un órgano regulador de las actividades motoras, se ocupa de la regulación de la actividad dependiente de otros centros nerviosos. También desempeña un papel regulador del lenguaje, las emociones, el mantenimiento de la atención, el aprendizaje y diversas percepciones sensoriales.(5)

Participa en el control del movimiento voluntario y da forma al movimiento (al inhibir algunas regiones de los núcleos profundos). Un estudio llevado a cabo por Takashi et al. en combinación con la CIMT considera que la participación del cerebelo ipsilateral juega un papel importante en la recuperación satisfactoria de la función motora después de la intervención.(37)

El cerebelo se divide en tres partes funcionalmente:(38)

- *Vestibulocerebelo:* Su función principal es la integración de la información visual y vestibular para facilitar el mantenimiento de la postura y el equilibrio durante la marcha. Participa en el control de los movimientos provocados visualmente y de los movimientos guiados.

- *Espinocerebelo*: compuesto por el vermis (se representa topográficamente el cuerpo, con el tronco y la parte proximal de los miembros) y por el paravermis (representándose la parte distal de los miembros). Las zonas distales de los miembros pueden realizar los movimientos complejos, precisos y deliberados, siendo esencial para el control de las actividades musculares muy rápidas. El espinocerebelo recibe amplias conexiones desde la corteza cerebral y la medula espinal, lo que le permite comparar el plan motor ideado con la calidad del movimiento en ejecución. Si hay una discrepancia, envía una señal para corregirla (retroalimentación o feedback), otras prevé la necesidad por adelantado y la corrige (antealimentación o feedforward).

- Cerebrocerebelo: Interviene en la programación, planificación y aprendizaje de los movimientos complejos, pero no se relaciona con la calidad del movimiento.

d. Diencéfalo

El tálamo está relacionado con el manejo y la transmisión de información sensorial a las áreas sensoriales primarias de la corteza, la selección de impulsos aferentes, la modulación de eferencias, y el almacenamiento y la modificación de señales entre otras funciones. El hipotálamo, fundamental en la regulación de las funciones corporales internas. El subtálamo y el epitálamo. (5)

e. Tronco encefálico.

El tronco encefálico pone en contacto la medula espinal con la corteza cerebral y regula la acción de los circuitos motores modulares. Es una estructura muy importante para el control del equilibrio y el movimiento del cuerpo en su conjunto(39). Las funciones relacionadas con el sistema motor son el soporte del cuerpo frente a la fuerza de la gravedad, el inicio de las contracciones básicas de los músculos posturales del tronco, el cuello y las zonas proximales de la musculatura de los miembros. Controla los músculos más distales, siendo importante para llevar a cabo los movimientos del brazo y de la mano. El control postural axial y el de los movimientos groseros tiene lugar mediante la integración de la información visual, vestibular y somatosensitiva. (5)

f. Medula Espinal

La medula espinal es un órgano plurisegmentario, donde confluyen todos los impulsos que van a actuar sobre los músculos de las extremidades y del tronco. Las motoneuronas (MN) de la medula están localizadas en columnas de células claramente definidas que se proyectan todas hacia el mismo músculo. Atendiendo a las neuronas, hay millones en la sustancia gris de cada

segmento medular que controlan y ejecutan el movimiento. Hay neuronas de transmisión sensitiva, motoneuronas anteriores e interneuronas. (38)

- Las motoneuronas son la vía final común, donde se decide si se realiza la contracción muscular.
- Las interneuronas forman circuitos que ajustan los detalles del movimiento antes de transmitirlos a las MN. Su función en la integración y procesamiento para el control de la función motora. (5)

g. Sistema piramidal y extrapiramidal.

Los sistemas piramidal y extrapiramidal están ampliamente conectados e interaccionen continuamente para controlar el movimiento. Las señales motoras se transmiten directamente desde la corteza hasta la medula a través del tracto corticoespinal (vía piramidal) e indirectamente por múltiples vías accesorias que constituyen el sistema extrapiramidal: (5)(39)

Vía piramidal: Tracto corticoespinal: es la vía más importante en el control de movimientos voluntarios delicados que requieren precisión, ajuste y destreza, controlando a su vez la entrada de la información somestésica. Se divide en dos:

- *Tracto corticoespinal lateral o cruzado*: alrededor de un 80-90% de las fibras cruza la línea media en la denominada "decusación motora". Inerva los músculos distales de las extremidades.
- *Tracto corticoespinal medial o ventral:* 10-20% permanece sin cruzar, incorporándose directamente al cordón anterior ipsilateral. Inerva la musculatura axial del tronco y de los músculos proximales de las extremidades.

Vía extrapiramidal*:* Estas vías atraviesan los ganglios basales, la formación reticular del tronco encefálico, los núcleos vestibulares y en determinadas ocasiones el núcleo rojo. Podemos encontrar varias vías:

- *Vía reticuloespinal*: interviene en el mantenimiento de la postura y en la modulación del tono muscular. Se divide en dos vías: Vía *reticuloespinal medial o pontino:* Se encarga de la activación de la musculatura extensora y controla la musculatura axial del cuello. *Vía reticuloespinal lateral o bulbar:* Se encarga de la activación de la musculatura flexora y de la musculatura de las extremidades.

- *Vía tectoespinal:* se localiza entre la vía corticoespinal medial y la vestibuloespinal lateral por fuera. Cuyas MN controlan la musculatura axial del cuello y movilizan en dirección al estímulo percibido.
- *Vía rubroespinal*: se sitúa por delante del fascículo corticoespinal cruzado y lateral al reticuloespinal bulbar. Se encarga de la excitación de la musculatura flexora y contribuye a controlar la movilidad de la musculatura distal de los miembros superiores.

- *Vía vestibuloespinal*: formada por dos vías que funcionalmente controlan los mecanismos vestibulares y la postura y el equilibrio.

1.4 NEURORREHABILITACIÓN

Se entiende por neuroplasticidad la capacidad de cambio que tiene el SNC en respuesta a diferentes lesiones, modificaciones del entorno y demandas fisiológicas. El aprendizaje y el entrenamiento intensivo de una tarea comportan cambios estructurales neuroanatómicos. (40). La plasticidad cerebral es el potencial dinámico del cerebro para reorganizarse durante la ontogenia, el aprendizaje o el daño posterior. Es un proceso continuo que permite una remodelación estructural a corto, medio y largo plazo del mapa neuronal sináptico, con el fin de facilitar y optimizar la función cerebral. (40)

Los modelos de neurorrehabilitación actuales se basan en la repetición de tareas para facilitar los fenómenos de plasticidad, estimulando el refuerzo positivo de determinadas tareas motoras y la inhibición de otros procesos. (35)

Este continuo proceso de flexibilidad del cerebro está constantemente sujeto a la influencia de factores extrínsecos e intrínsecos y proporciona la capacidad de remodelación, rehabilitación y neuroadaptación de los circuitos neuronales al medio ambiente. La capacidad cerebral de utilizar mecanismo de adaptación funcional permite adquirir nuevos conocimientos y habilidades incluso en edades avanzadas y minimizar los daños después de una lesión, lo que hace de la neuroplasticidad la base fundamental de la rehabilitación de las enfermedades neurológicas.(5)

1.4.1 Estrategias de intervención terapéuticas en el tratamiento rehabilitador del miembro superior.

La Organización Mundial de la Salud define la neurorrehabilitación como un proceso activo por medio del cual los individuos con alguna lesión pueden alcanzar la recuperación integral óptima que permita el desarrollo físico, mental y social, para integrarse a su entorno de la mejor manera posible.(41) En neurorehabilitación se dispone de algunas terapias no invasivas en la recuperación funcional de la ES tras sufrir un ictus que exponemos a continuación.

Técnicas de neurodesarrollo

Se basa en la capacidad que presenta el SNC para la plasticidad cortical y su notable posibilidad de recuperación. Entre sus objetivos básicos destacan: el control axial, en control de las extremidades, y el control de las reacciones automáticas del equilibrio y enderezamiento. Los métodos que más utiliza son: La terapia por el movimiento o método Brunnstrom, la facilitación neuromuscular propioceptiva o método Kabat, la estimulación sensorial o método Rood, y el método Bobath. (41)

Entrenamiento orientado a tareas (EOT).

Consiste en la práctica repetitiva de tareas motoras significativas para mejorar las habilidades funcionales. Según la CIF, se conceptualiza entre los modelos de rehabilitación basados en la función y está dirigido a las limitaciones en la actividad más que a la recuperación de un déficit en particular.(5)

El enteramiento orientado a tareas ha demostrado ser una herramienta útil en la rehabilitación del ictus. Se recomienda el EOT para mejorar la función de la mano y las AVD. Estos resultados apoyan el uso de programas de capacitación orientados a tareas en terapia ocupacional, aunque se carece de investigación acerca de esta terapia y los efectos sobre ACV.(42)

Terapia de espejo (Mirror Therapy, MT):

La terapia en espejo es un tratamiento usado para mejorar la motricidad y disminuir el dolor en lesiones de los miembros superiores. Ramachandran propuso esta técnica como una alternativa de tratamiento potencialmente beneficiosa. (43) Durante la terapia, se coloca un espejo en el plano medio- sagital del paciente para que la imagen del miembro no afectado proporcione la ilusión de un movimiento normal en el miembro lesionado, creando una ilusión visual de mejora en la capacidad de movimiento de dicha extremidad.

Originariamente se aplicó a personas con amputación que presentaban dolor del miembro fantasma, aunque su uso se ha extendido para la rehabilitación de la función motora de pacientes con ACV. Recientemente, algunos autores han adaptado estos principios de esta técnica a la realidad virtual. (44)

Terapia bimanual intensiva (TBI)

Se basa en el entrenamiento repetitivo de movimientos bilaterales que requieran el uso de ambas extremidades superiores de forma simétrica o alternante. Es una técnica cada vez más utiliza en el campo de la neurorehabilitación para la recuperación de la ESA. (45)

Imaginería Motora

Consiste en la evocación de un gesto o movimiento con el objetivo de aprender, afianzar o mejorar su ejecución. Existen 2 modalidades de evocación mental: la externa o visual (se imagina a si mismo desde la perspectiva de una observador externo) y la interna o cinestésica (imagina las sensaciones del movimiento en su propio cuerpo).(46) Los estudios de neuroimagen han demostrado que imaginar movimientos activa patrones neuronales que son similares a los que se producen cuando realmente se realizan y cada vez se utiliza cada vez con mayor frecuencia en el tratamiento de pacientes con ictus.(47)(48)

Estimulación eléctrica funcional (functional electrical stimulation, FES)

Intervención basada en estimulación sensoriomotora no invasiva. Esta técnica tiene por objetivo provocar una contracción muscular artificial mediante la aplicación de estímulos eléctricos en las áreas neuromusculares para restablecer una función corporal perdida.

Hay estudios que evidencian una tecnología prometedora con el uso de FES para ayudar a las funciones motoras de las extremidades superiores en la rehabilitación después de un ACV, promoviendo a una mejora de la capacidad funcional en el paciente. (49)(50)

La terapia FES con entrenamiento de las extremidades superiores puede ser una intervención eficaz en la rehabilitación de la función de estiramiento y agarre durante la rehabilitación de un accidente cerebrovascular agudo, facilitando la realización de AVD. (51) Diversas investigaciones acerca de la FES reflejan que tras su aplicación se producen cambios plásticos en el SNC, lo que justifica que mediante esta técnica es posible mejorar el control motor, facilitar y realizar el aprendizaje motor y reducir la espasticidad, entre otros. (5)

1.4.2 Terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano (CIMT)

La terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano, en inglés Constraint induced movement therapy, o por su siglas, CIMT, es una técnica de neurorehabilitación que se desarrolló con éxito para superar las deficiencias de la extremidad superior más afectada y superar el fenómeno de falta de uso aprendido en personas que habían sufrido un traumatismo craneoencefálico o un ictus. (52)(53)

Esta terapia está fundamentada en trabajos experimentales realizados con monos y sus resultados permitieron al Doctor Taub enunciar la teoría del “no uso aprendido” partiendo del concepto de neuroplasticidad y basada en que la perdida de la función motora, era el resultado de una conducta aprendida de supresión, demostrando su efectividad por primera vez en humanos y estableciendo las bases de una nueva terapia rehabilitadora.(54)

La CIMT se utiliza para denominar un conjunto de modalidades de tratamiento, cuya característica común es desfavorecer el uso del miembro superior no afectado o menos afectado, combinándolo con entrenamiento intensivo de la extremidad afectada (55) (56). El mecanismo neurofisiológico tras la intervención se basa en la reorganización de la representación motora, mostrándose cambios significativos en la plasticidad cerebral, por la repetición de actividades funcionales y/o por la reducción del fenómeno de desuso.(57)

Se basa en tres principios fundamentales;

- El uso forzado del miembro superior afectado al restringir el miembro superior sano, con un cabestrillo o una férula de mano, durante las secciones de ejercicios dedicados o actividades cotidianas habituales (6 horas al día y por un periodo de 10-14 días consecutivos.).

- La práctica masiva (de varias horas de ejercicio) de la extremidad superior afectada a través de un método de “shaping” o práctica de tareas adaptadas, la cual, se aborda en pequeños pasos hasta aumentar progresivamente la dificultad de la tarea.

- Conjunto de métodos y técnicas de modificación de la conducta y adherencia al tratamiento diseñados para estimular la transferencia de las mejoras del contexto clínico a la vida diaria(52). En esta modalidad, el objetivo motor se va adquiriendo en pequeños

pasos mediante aproximaciones sucesivas, ya que permite al paciente transferir el aprendizaje adquirido en clínica a su vida diaria.

Las investigaciones actuales distinguen tres situaciones clínicas que nacen de esta terapia: (58–60)

- Protocolo original de terapia de restricción: Basado en la inmovilización de la extremidad sana, el entrenamiento orientado a tareas durante una alta intensidad de más de tres horas al día y las estrategias conductuales para la generalización de los aprendizajes.

- Protocolo de restricción del lado sano modificado (MCIMT): No incluye necesariamente los tres elementos anteriores, y se basa en la repetición del uso y el entrenamiento específico en tareas de la extremidad afectada mediante el moldeamiento, aplicado en diferentes dosis, con tres horas o menos por día.

- Terapia forzada en el uso forzado cuyo objetivo es la inmovilización de la extremidad sana para aumentar la cantidad de uso de la extremidad parética, sin necesidad de establecer mecanismos de entrenamiento conductual (shaping) para su puesta en práctica.

Actualmente las técnicas basadas en la reeducación y potenciación del movimiento del lado menos afecto para estimular el movimiento en el lado alterado limitando el uso del lado sano (CIMT), han concluido que este método genera una reexpansión del área motora cortical correspondiente cuando se practica unas seis horas al día (Johansson, 2000). Por el contrario, la inmovilización prolongada induce una disminución del área del control motor.

1.4.3 Bases neurofisiológicas de la CIMT.

La CIMT ha sido repetidamente asociada con cambios plásticos cerebrales (tanto funcionales como estructurales). Laible et al.(61) demostraron que el uso del miembro parético aumenta la activación de la corteza somatosensorial y otras estructuras relacionadas con las salidas motoras del cerebro ipsilesional o contralesional, además de la inducción del flujo sanguíneo de la arteria cerebral media . (62)

Se ha demostrado que determinados movimientos inducen un cambio a nivel cortical a corto plazo, producidos por la aplicación de la técnica para la recuperación de la función motora facilitando o inhibiendo la ejecución de procesos. (63) Además, es capaz de producir cambios en la organización de funciones cerebrales, a través de procesos neuroplásticos, por tanto, el aprovechamiento de la aplicación de esta modalidad terapéutica promete el desarrollo de nuevos tratamientos en el campo de la rehabilitación.

Se ha descrito que su aplicación genera mejoría funcional, la cual, se acompaña de reorganización cortical y neuroplasticidad del SNC. Además, los investigadores mostraron que la producción de nuevas neuronas, que es la forma más radical de plasticidad, puede inducirse con esta intervención, llevándose a cabo incluso en el cerebro adulto. (64)

Varios estudios afirman que el tratamiento con CIMT mejora la plasticidad de las dendritas y las espinas dendríticas en la corteza sensoriomotora ipsilateral y contralateral, aumenta la expresión de GluR2 sináptico en la corteza sensoriomotora ipsilateral y mejora la recuperación funcional después de un ACV isquémico(65)(66)

Varios estudios de neuroimagen y estimulación magnética transcraneal han demostrado que la práctica masiva de la CIMT produce una reorganización cortical masiva dependiente del uso que aumenta el área de la corteza involucrada en la inervación del movimiento de la ESA. La intensidad y el horario de administración de esta terapia que está resultando ser eficaz son bastante diferentes de los de los enfoques de rehabilitación física más tradicionales.(4)

1.4.4 Eficacia de la CIMT en ictus.

Como hemos comentado anteriormente, la CIMT es una técnica de neurorehabilitación en la recuperación después de un ictus. (60) Esta técnica ha mejorado significativamente la calidad del movimiento y han aumentado sustancialmente la cantidad de uso de la ESA en las actividades de la vida diaria después de un ictus. (67) Generando múltiples beneficios en cuanto a función del brazo y de la mano (agarres, alcances) y por ende en independencia funcional(63) y para algunas actividades de cuidado propio descriptas en la Clasificación Internacional de Funcionamiento, Discapacidad y Salud de la Organización Mundial de la Salud.(68)

Un estudio de gran importancia a destacar es el ensayo clínico Extremity Constraint Induced Therapy Evaluation(69) (EXCITE). Se aplicó CIMT con un protocolo de entrenamiento de 6 h diarias, 5 días a la semana, durante 2 semanas. Se obtuvieron mejorías significativas en la función motora de la ESA, las cuales se mantuvieron a los 12 y 24 meses de seguimiento, demostrando que esta intervención tiene beneficios persistentes tanto a corto como largo plazo.(69) (70)

Entre los pacientes que sufrieron un ACV en los últimos 3 a 9 meses, la CIMT produjo mejoras estadísticamente significativas y clínicamente relevantes en la función motora del brazo parético que persistieron durante al menos 1 año y no fueron influenciadas por la edad, el sexo o el nivel de la función parética del brazo. (71) y ejecutando un balance entre la CIMT con la terapia convencional, los resultados evidenciaron que la CIMT mostró una ventaja aparente sobre la rehabilitación convencional intensiva para pacientes con ictus.(72) (67) (73).Sin embargo, pocos estudios han analizado la incorporación de las destrezas adquiridas durante la CIMT en actividades de la vida real. (74)

Dicha técnica ha evidenciado resultados positivos en la cantidad de tiempo y la adquisición de habilidad motora en el miembro afectado, lo que demuestra que la información sensitiva está siendo integrada por el SNC, favoreciendo el funcionamiento de las redes neuronales del miembro afectado. Así, una recuperación motora eficaz de los pacientes con ictus se asocia a un descenso de la actividad en la corteza sensitivomotora no afectada, que llevará a un aumento de la actividad neuronal del área afectada.(75)

Para concluir, la información sobre los efectos a largo plazo del CIMT es escasa. Se necesitan más ensayos que estudien la relación entre las características de los participantes y la mejora de los resultados.(60). Se debe examinar cuidadosamente las características individuales para identificar los factores potenciales que probablemente aumenten las posibilidades limitadas de éxito de CIMT.(60) Actualmente, no se pueden encontrar pruebas de alta calidad para las intervenciones que se utilizan actualmente como parte de la práctica habitual, y las pruebas son insuficientes para permitir la comparación de la efectividad relativa de las intervenciones. (76)

1.4.5 Intervención basada en sistemas robóticos.

La robótica se ha definido como la aplicación de sistemas de control electrónicos computarizados a equipos mecánicos diseñados para desempeñar funciones humanas (Kwakkel, Kollen y Krebs, 2008). La tecnología robótica para la rehabilitación posterior a un ictus se está desarrollando rápidamente, experimentando un gran avance en la última década. Gracias a este hecho, la eficacia de los programas terapéuticos ha mejorado, y los resultados son mejores y más rápidos. (77)

Existe una gran variedad de terapias de rehabilitación cuyo objetivo es la recuperación de la funcionalidad y de la independencia en el MS, además de la reintegración social de los pacientes. Una de ellas es la rehabilitación asistida por robot, desarrollada en los años 90. (78)

Uno de los principales campos a los que se han transferido los hallazgos de las investigaciones tecnológicas en el área de la rehabilitación y la terapia robótica (TR) es en el daño cerebral adquirido y más concretamente, al tratamiento de los problemas asociados con el ictus, proporcionando a los pacientes neurológicos los elementos claves para un adecuado programa de neurorehabilitación, con potenciales medidas coadyuvantes de tratamiento, como la posibilidad de ofrecer escenarios orientados a la función, la posibilidad de repetición de actividades y de alcanzar una intensidad adecuada a lo largo del tiempo, orientada a tareas y altamente cuantificable(79)

A nivel técnico, según el movimiento que se entrene y la forma de dirigir la trayectoria, podemos distinguir entre sistemas «exoesqueléticos», que engloban y dirigen de forma completa el miembro superior, y dispositivos tipo «efector final», que controlan distalmente el movimiento, dejando libre la organización global del miembro. Finalmente, según el tipo de asistencia al movimiento que proporcionan, se han diseñado robots de movilización pasiva y los sistemas para movilización activa (80). Entre algunos de estos sistemas robóticos clasificamos a continuación:

DISPOSITIVOS ROBOTICOS DEL MIEMBRO SUPERIOR

CLASIFICACION DE LOS DISPOSITIVOS ROBOTICOS DE TIPO PROTOTITPO	CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS ROBOTICOS CON APLICACIÓN CLINICA
EXOESQUELETOS	EXOESQUELETOS
- **ABLE** - **BONES** - **MEDARM** - **MGA** - **REHABEXOS** - **CADEN- 7** - **DAMPANCE** - **EXOROB** - **HIFE** - **INTELLIARM** - **MAHI-EXO II** - **RUPERT** - **SUEFUL-7**	- L- EXOS PERCRO - MYOMO MPOWER E 1000 - WREX - ARMEO SPRING (T- WREX) - HAND- MENTOR - HEXORR - RUTGER- MASTER II - SUPINATOR EXTENDER - WOTAS - ARMEO POWER (ARM- IN III) - GENTLE/G
EFECTOR FINAL	EFECTOR FINAL
- **ADLER** - **CRAMER** - **HAND- CARE2** - **ROBIN** - **SPIDAR-G** - **UNIVERSAL HAPTIC DRIVE**	- ACT- 3D - ARM- GUIDE - BRACCIO DI FERRO - GENTLE/S - HAPTIC- MASTER - INMOTION ARM (MIT MANUS) - IPAM - MEMOS/MIME - NEREBOT - REHAROB - AMADEO TYROMOTION - BI- MANU- TRACK - HWARD - INMOTION HAND/ I. WRIS (MIT MANUS) - REOGO - SEAT

Tabla 3: Dispositivos robóticos de miembro superior. (5)

1.4.6 Sistemas robóticos aplicados a la extremidad superior después de un ictus.

Los sistemas robóticos son una de las principales revoluciones tecnológicas de la última década en los enfoques de entrenamiento de rehabilitación para la recuperación de la extremidad superior. La TR estimula el movimiento parético y asistido de las extremidades de una manera confiable y facilita la recuperación motora después de un ictus.(81)

El uso de sistemas robóticos es rico en entornos multisensoriales y de retroalimentación (82), que se suministran precozmente y se prolongan en el tiempo (al menos, durante los 6

primeros meses). Desde esta perspectiva, el uso del robot en el proceso de tratamiento complementa el trabajo del terapeuta y mejora los resultados (Burgar, Lum, Shor y Machiel Van der Loos, 2000).

El uso de los robots en la rehabilitación del daño cerebral se basa en los principios de plasticidad neuronal y la capacidad del cerebro para reorganizarse después de haber sufrido una lesión, produciendo modificaciones en la actividad neuronal a través de una estimulación sensitivomotora intensiva y selecta de la corteza cerebral en las zonas limítrofes a la lesión, lo que contribuye a la disminución del déficit motriz y a una mejora de la funcionalidad.(83)

Según una revisión Cochrane de 2018, los dispositivos de TR pueden ayudar a mejorar la función del miembro superior, la fuerza de la musculatura y la participación en las AVD de los pacientes tras haber sufrido un ictus.(78)(84) La ventaja potencial de los dispositivos de TR, en comparación con la terapia convencional, puede ser un aumento en las repeticiones durante el entrenamiento del brazo y un aumento de la motivación para entrenar(11) , encontrando mejoras significativas en los parámetros de capacidad funcional (85)

Desde el punto de vista clínico, el grupo de investigación del Rehabilitation Hopital of Bruke, en colaboración con el Tecnological Institute of Massachussets, fue el primero en diseñar un prototipo de robot, conocido como MIT-Manus, para la reeducación del miembro superior en pacientes que habían sufrido un ictus. (86) . En un estudio inicial realizado en 20 pacientes con ictus que usaban este dispositivo, se demostró que añadir 1 hora de terapia robótica al tratamiento convencional mejoraba significativamente la recuperación motora de la musculatura implicada, demostrándose que dichas mejoras se mantenían en el tiempo en comparación con el grupo control. (87)

1.4.7 Exoesqueleto robótico Armeo Spring.

El Armeo Spring es un sistema robótico que consta de un sistema de suspensión regulable del miembro superior, integrado en entornos virtuales de diferente complejidad. El sistema de suspensión es un exoesqueleto que abraza el miembro superior de proximal a distal, magnificando cualquier movimiento activo residual del miembro hemiparésico en un espacio tridimensional. A nivel distal dispone de un sistema que detecta la presión de empuñadura,(80) pudiéndose ajustar su sensibilidad en función de la situación del paciente. La longitud de cada módulo es ajustable para alinear el exoesqueleto con las articulaciones del brazo. Un programa informático interactivo controla el dispositivo y aporta retroalimentación visual a través de una pantalla.

Las principales ventajas del armeo spring son que permite trabajar de manera interactiva, repetitiva e individualizada, enfocando el entrenamiento a tareas específicas, mediante protocolos con dosis e intensidades elevadas. (78)(80)Este constituye una herramienta eficaz para la rehabilitación de la ESA en pacientes con una hemiparesia debida a un ictus, incluso en estadios crónicos.(80) y proporciona una desgravitación del peso del miembro superior durante el entrenamiento. Está diseñado para individuos con afectación leve- moderada y pretende ampliar los rangos de movimiento residuales del miembro superior afecto.

A modo de resumen, podemos concluir que existe alta evidencia de que el entrenamiento sensoriomotor con robots mejora los aspectos funcionales y motores del miembro superior, específicamente en el hombro y el codo, pero no en las extremidades distales del MMSS como la muñeca y la mano en pacientes que han sufrido un ictus. Por ello, es necesario , el diseño de robots para el entrenamiento de las funciones motoras más complejas (dedos) y determinar protocolos terapéuticos teniendo en cuenta el costo- efectividad en pacientes con ictus(83).

1.5 CIMT COMBINADA CON TERAPIA ROBÓTICA

En la actualidad, existe una gran cantidad de enfoques tecnológicos y metodológicos para la rehabilitación de la función motora después de un ictus. Es importante emplear estos enfoques de una manera que se adapte a las deficiencias específicas del paciente y los resultados funcionales deseados.

Los mecanismos de aprendizaje motor están operativos durante la recuperación espontánea de un ictus e interactúan con el entrenamiento de rehabilitación. Para obtener resultados óptimos, las técnicas de rehabilitación deben orientarse hacia los déficits motores específicos de los pacientes y posiblemente combinarse, CIMT con realidad virtual (RV).(88) En general, la evidencia apoya el uso de CIMT junto con, estimulación magnética transcraneal repetitiva, estimulación eléctrica funcional y terapia robótica.(89)

En un estudio realizado donde se aplica toxina botulínica, el uso de la CIMT y la TR, representan enfoques prometedores para mejorar la recuperación motora del brazo después de un ictus. Este tratamiento combinado dio como resultado mejoras sustanciales en la función del brazo y la cantidad de uso del brazo en las AVD, y ha demostrado ser eficaz para pacientes con ictus con paresia grave del brazo. Sin embargo, no se pudo probar suficientemente la eficacia del tratamiento combinado basado en un solo caso.(90)

La CIMT y la terapia robótica han mostrado potencialidades interesantes en la rehabilitación del miembro superior hemipléjico. (91) En un estudio realizado a un grupo de 18 niños y adolescentes con hemiplejía, donde se sometían a un tratamiento de rehabilitación intensivo que incluía fisioterapia, CIMT y el dispositivo robótico Armeo, concluía que la CIMT transmitía más cambios en la cinemática proximal y el tratamiento con Armeo proporcionó mejoras principalmente en la tarea motora vertical, mostrando tendencias de progresión de la eficiencia del movimiento y reducción de los movimientos compensatorios del hombro con respecto a otros tratamientos. (91) En otro estudio se demostró la eficacia potencial de la TR para la rehabilitación de la mano y dedos y su viabilidad para facilitar la rehabilitación temprana para una población más amplia de sobrevivientes de ictus y por lo tanto, se podría utilizar como técnica complementaria de la CIMT.(92)

Los métodos empleados en neurorehabilitación tienen sus raíces en la comprensión temprana de los circuitos neuronales y la plasticidad, y las terapias que implican un gran número de repeticiones, como la terapia robótica y la CIMT, cambian las propiedades mensurables del sistema nervioso.(93)

Para concluir, se ha demostrado que una mayor intensidad del entrenamiento de las extremidades superiores y el entrenamiento de tareas repetitivas en los supervivientes de un ictus se asocian con mejoras funcionales y reorganización cortical. Además, el grado de recuperación funcional se ha correlacionado con la magnitud de la reorganización cortical motora. La CIMT, el entrenamiento en robótica y realidad virtual son nuevos enfoques que ofrecen un gran potencial para la neurorehabilitación(94)

1.6 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.

El ictus tiene un gran impacto en nuestra sociedad. En España es actualmente la segunda causa de muerte en la población general, siendo la primera causa de discapacidad. Muchos de los pacientes que sobreviven sufren secuelas importantes que les limitan en sus AVD.

Una de las secuelas más comunes e incapacitantes después de un ictus es el deterioro de la ESA. Como resultado de los déficits originados, los pacientes comienzan a utilizar preferentemente la extremidad no afectada a pesar de ser posibles los movimientos activos con la ESA produciéndose por este motivo una disminución del área del control motor. (24)

En consecuencia, la ESA se ejercita en menor medida, no se integra en el desempeño de actividades y no hay posibilidad de que se produzca un efecto de reorganización cerebral ni mejoras en la ejecución manual, repercutiendo significativamente en la ejecución de las AVD, en su autoestima, su dependencia por parte de terceras personas y un deterioro de su calidad de vida. (24)

Por este motivo mencionado con anterioridad, este protocolo se centra en la terapia de restricción del lado sano, combinada con terapia robótica, ya que la revisión de la literatura ha concluido que una mayor intensidad del entrenamiento de la ES, junto con terapias que implican un gran número de repeticiones, y una alta intensidad, en los supervivientes de un ictus , se asocian con mejoras funcionales y con una reorganización cortical además de producir cambios en las propiedades mensurables del sistema nervioso,(4,57) además de encontrarse mejoras significativas en los parámetros de capacidad funcional, y teniendo la posibilidad de ofrecer escenarios orientados a la función, la posibilidad de repetición de actividades y de alcanzar una intensidad adecuada a lo largo del tiempo, orientada a tareas y altamente cuantificable. (79)

Para concluir, la información sobre los efectos a largo plazo de la CIMT es escasa. Se necesitan más ensayos que estudien la relación entre las características de los participantes y la mejora de los resultados, así como de los beneficios obtenidos en la clínica y aplicados a la vida real. A mismo modo que de la CIMT en combinación con terapia robótica.

2 PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN:

El ictus tiene un impacto devastador en la salud y en la calidad de vida de la persona que lo sufre y de sus familias, convirtiéndolo en una de las principales causas de discapacidad. Diversos estudios señalan que hasta el 86% de los pacientes que sufren un ictus presentarán problemas a nivel sensoriomotor y hasta el 65 % tendrá limitaciones para incorporar el brazo hemiparésico a las AVD. (80)(11) Restaurar las funciones de las extremidades superiores después de un ACV isquémico es un gran desafío para la rehabilitación.(65)

Se ha observado que las terapias orientadas a la tarea y el empleo de nuevas tecnologías facilitan una mayor recuperación funcional del MS. La CIMT, la robótica y terapias con realidad virtual inducen mayor recuperación motora en pacientes subagudos y crónicos con paresia moderada del miembro superior. (6) La CIMT tiene como objetivo mitigar la discapacidad, promover la máxima independencia funcional y optimizar la participación social y económica de los pacientes con debilidad de las extremidades superiores(95).Por ende, se recomienda el entrenamiento asistido por el sistema Armeo Spring debido a su eficacia para promover la recuperación funcional del miembro superior en sujetos con una hemiparesia leve-moderada en fase crónica tras presentar un ictus.(80)(78).

3 HIPÓTESIS

La terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano asistida con exoesqueleto robótico de extremidad superior mejora la autonomía en las actividades de la vida diaria y aumenta la calidad de vida en personas post-ictus.

4 OBJETIVOS

Los objetivos deben ser claramente individualizados, centrados en el paciente, medibles, alcanzables y realistas, con fundamento científico y establecerse dentro del equipo multidisciplinar junto con la colaboración del paciente.

- OBJETIVO GENERAL

    - Diseñar un protocolo de intervención desde terapia ocupacional a través de la CIMT con el exoesqueleto robótico para la extremidad superior en personas con ictus.

- OBJETIVOS ESPECIFICOS

    - Valorar la eficacia de un protocolo de intervención a través de las valoraciones funcionales en relación a las ABVD y a la funcionalidad de la extremidad superior.
    - Evaluar cómo influyen las mejoras funcionales en la calidad de vida de los pacientes con ictus tras el tratamiento descrito en el protocolo de intervención.

5 METODOLOGÍA

Para la realización de este protocolo se ha realizado una revisión bibliográfica en las bases de datos de PubMed y Cochrane, utilizando los términos “Stroke”, “CIMT”, “Robotic Systems”, “Upper limb”, ”Armeo Spring”. Extrayendo aquellos artículos que han resultado de mayor interés. También nos hemos centrado en una revisión sistemática de la CIMT para extremidad superior en pacientes post- ictus realizada por Corbertta et al (2015), extraída de la librería de Cochrane compaginada con otra revisión sistemática del Armeo Spring en la rehabilitación de pacientes pos ictus de Andrea Yáñez et al. (2020), para el diseño del protocolo, la evaluación y el planteamiento de la intervención.

5.1.1 Criterios de inclusión y exclusión.

Se han establecido los criterios de inclusión y exclusión en base a los criterios definidos en los protocolos de la CIMT(60)(67) y los protocolos del Armeo Spring(78):

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSION
- **Ictus isquémico o hemorrágico que afecte unilateralmente a nivel hemisférico.** - **Ictus agudo, subagudo o crónico con más de una semana de evolución.** - **Hemiparesia leve- moderada que cumplan los criterios que se detallan a continuación:** - **Función motora:** • **Capacidad de movimiento de la parte superior del brazo: 45º de abducción y flexión activa en la articulación glenohumeral.** • **Capacidad de ≥ 20° de extensión de la muñeca y ≥ 10° de abducción/ extensión del pulgar.** • **≥ 10° de extensión en las articulaciones metacarpofálangicas y ≥ 10° de extensión en las articulaciones interfalangicas.** • **No uso del brazo afectado en el mundo real: puntuación <2,5 en la escala MAL.** - **Dolor : pacientes con una puntuación <4 en el escala analógica visual (VAS)** - **Espasticidad: puntuación ≤ 2 (en cualquier articulación)**	- Ictus isquémico o hemorrágico que afecte de forma bilateral a ambos hemisferios cerebrales o tronco del encéfalo. - Ausencia de movimiento distal del MMSS y presencia de excesiva espasticidad, puntuación ≤ 3 en la escala de Ashworth. - Alteración cognitiva grave: heminegligencia, afasia y apraxia. - Enfermedades no controladas - Incapacidad o rechazo para dar el consentimiento informado. - No participativos. Incapacidad para colaborar en actividades funcionales. - Falta de apoyo familiar. - Pacientes menores de 18 años.

respectivamente en la escala Ashworth o en la escala Ashworth modificada. - **Control del tronco sin supervisión o apoyos durante 2 minutos.** - **Sedestación sin apoyo en respaldo durante cinco minutos.** - **Pacientes mayores de 18 años.** ***Función cognitiva:*** **- Ausencia de deterioro cognitivo: Mini Mental State Examination (MMSE) ≥ 24 puntos.** **Ausencia de heminegligencia y afasia. Preservado un nivel de compresión que permita seguir las pautas indicadas.** **Función visual básica conservada: capacidad de ver la tarea presentada.**	

Tabla 4: Criterios de inclusión y exclusión

5.2 EVALUACIÓN

La evaluación es crucial durante todo el proceso rehabilitador del paciente. A continuación se describen las herramientas de evaluación para valorar la eficacia del protocolo de intervención propuesto, de acuerdo con el modelo de la CIF. Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en las bases de datos de Pubmed y Science Direct, Neurología, Medline, Cochrane y en las principales revisiones de la CIMT y del Armeo Spring para establecer las escalas más usadas dentro del ictus y con mayor validez evaluando las distintas variables referentes a fuerza muscular, rango articular, dolor, espasticidad, recuperación motora, habilidad cognitiva, autonomía y calidad de vida.

Los instrumentos de valoración que se administran en las fases de evaluación son los siguientes:

Recuperación motora

- Fugl-Meyer Upper Extremity Scale Assessment for Recovery After Stroke (FMA UE): (96)(97) Una de la escalas ampliamente utilizada y más recomendada para la investigación y la clínica de la extremidad superior específica para el ACV y propuesta

por Fugl- Meyer et al. en 1975.(98) Está diseñado para evaluar la actividad refleja, control del movimiento y fuerza muscular en la ES de personas con hemiplejía después de un ACV y valora la movilidad activa del MSA. La Evaluación Fugl-Meyer para la extremidad superior (FMA-UE) ha sido probada extensamente y se ha encontrado que tiene excelentes propiedades psicométricas. Se considera evaluar la función corporal según la CIF. (99) Anexo 3.

- ARATEST: (100) Es una prueba de observación utilizada para determinar la función del miembro superior. Consta de 19 ítems agrupados en subtes (grasp, grip, pinch y movimiento del brazo). A cada prueba se le asigna una puntuación ordinal de 0, 1,2 o 3, indicando los valores más altos un mejor estado del brazo. El puntaje ARAT total es la suma de las 19 pruebas, por lo que el puntaje máximo es de 57. Anexo 4

- MAL(Motor activity Log):(101) Entrevista semiestructurada destinada a evaluar la cantidad y la calidad de movimiento de la mano y el brazo parético en las AVD, en pacientes que han sufrido un ACV. Esta medida se basa en el autorreportaje del paciente y no en una evaluación directa de la ejecución motora. Cada uno de los componentes de esta escala se puntúa de 0 a 6. La escala MAL se puede utilizar exclusivamente para medir de manera confiable y válida el resultado de la rehabilitación de las extremidades superiores en el mundo real y el estado funcional en pacientes con ACV crónico con hemiparesia leve a moderada. Esta escala se administra diariamente. Anexo 5

Autonomía

- Functional Independence Measure(FIM): (97)

La medida de independencia funcional (FIM) fue creada por Granger et al en 1987. Es una de las herramientas de evaluación más fiables y utilizadas para la valoración de las AVD. Registra la gravedad de la discapacidad de los pacientes en rehabilitación.
La FIM consta de 18 ítems, que evalúan las 6 áreas funcionales (Autocuidado, control de esfínteres, locomoción, movilidad, cognición y comunicación), dividiéndose a su vez en dos dominios: Motor (13 ítems) y cognitivo (5 ítems). Cada ítem tiene una puntuación entre 1 (asistencia total) y 7 (independencia). La puntuación total puede oscilar entre 18(dependencia completa) y 126 (nivel máximo de independencia en las AVD. Anexo 6

Función cognitiva

- Mini mental Scale examination (MMSE):(69)

Escala que mide el déficit cognitivo. Mide la orientación temporo-espacial, la memoria inmediata y a corto plazo, calculo, lenguaje y habilidades visoperceptivas mediante 11 preguntas. El puntaje total se establece en función de 4 niveles cognitivos siendo su

puntuación máxima de 30. Afectación severa (0-10), afectación moderada (11- 20), afectación leve (21- 26) y ninguna afectación (27-30). Anexo 7

Dolor

Después de un ACV o ictus pueden presentarse diversas complicaciones clínicas asociadas a la hemiparesia limitando el desempeño ocupacional. Para la evaluación del dolor se utilizará la Escala Visual Analógica (EVA).Permite medir la intensidad del dolor con la máxima reproductibilidad entre los observadores. Consiste en una línea horizontal de 10 centímetros, en el extremo izquierdo se ubica la ausencia o menor intensidad y en el derecho la mayor intensidad. Anexo 8

Espasticidad

Se valorará con la Escala de Ashworth Modificada (MAS). Consta de 6 opciones con una puntuación de 0 (no hay aumento de tono) a 4 (máxima resistencia al movimiento pasivo). Anexo 9

Calidad de vida

SIS:(102) La escala de consecuencias del ictus, en inglés SIS (Stroke Impact Scale), se diseñó originalmente para valorar las consecuencias del ictus en sujetos afectados de un ictus leve a moderado. El SIS evalúa 8 dominios de la salud que incluyen, fuerza, función manual, movilidad, AVD, AIVD, emoción, comunicación, memoria y participación social. Anexo 10

5.2.1 Plan de evaluación.

Inicialmente se realizara un reclutamiento de pacientes siguiendo los criterios de inclusión establecidos (apartado 5.1.1), necesarios para participar en este protocolo.

Posteriormente se procederá a realizar una evaluación inicial para determinar las capacidades de la ESA a través de dichas escalas mencionadas anteriormente. La escala MAL, se administrará de manera diaria (15 ítems al día) durante el periodo de tratamiento, a excepción de la primera evaluación y las reevaluaciones (30 ítems). Se realizara una evaluación final tras completar las semanas de intervención para cuantificar si se han cumplido los objetivos planteados, la evolución del paciente y el beneficio de ambas terapias.

Una vez acabado el protocolo de intervención, y el paciente haya sido dado de alta, se llevara a cabo una reevaluación a los 3 meses y posteriormente a los 6 meses, después de la finalización del programa con el fin de valorar los efectos del protocolo a largo plazo y documentar si los beneficios se han mantenido en el tiempo.

5.3 INTERVENCIÓN

El protocolo de intervención se desarrollará a lo largo de 3 semanas, incluyendo la terapia de restricción del lado sano combinada con el exoesqueleto Armeo Spring.

Durante la CIMT, se aplicará la restricción del miembro superior no afecto mediante una manopla durante 6 horas al día, por un periodo de tres semanas de lunes a viernes. El protocolo de la CIMT incluirá una serie de subcomponentes orientados a la rehabilitación. El paciente acudirá a sesión durante 1 hora para realizar actividades funcionales orientadas a la recuperación de la ESA (Anexo 11). El tiempo que el paciente esté en clínica se descontará de las horas que tenga que realizar la terapia en el hogar.

Por otra parte se realizará 30 minutos en clínica de Armeo Spring en la extremidad superior afecta, 5 días a la semana durante 3 semanas (15 sesiones). Las tareas de entrenamiento incluían tareas unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales con un enfoque en tareas tridimensionales con un mayor nivel de dificultad, pronación y supinación del antebrazo y activación del sensor de control de agarre para el entrenamiento de fuerza de agarre. Las tareas tridimensionales incluirán una acción de alcance hacia adelante mediante la percepción de la profundidad del objetivo. (Anexo 12)

Cada semana el objetivo será realizar unos movimientos específicos con la extremidad superior afecta. Los movimientos requeridos se agruparan por semanas, empezando por una movilidad articular de proximal a distal de la ESA. Se realizará una serie de repeticiones de ejercicios activos del paciente en flexión y extensión, abducción y aducción, rotación externa e interna de hombro, flexo-extensión de codo, flexo-extensión y prono-supinación de muñeca, prensión y tareas de la vida cotidiana.

5.3.1 Descripción de las sesiones de tratamiento

ENTRENAMIENTO REPETITIVO ORIENTADO A TAREAS	**Tareas adaptadas (Shaping) Anexo 11**
ESTRATEGIAS DE COMPORTAMIENTO PARA MEJORAR LA ADHERENCIA AL TRATAMIENTO	**Registro diario de la actividad motora:** Se llevaran registros en un diario, en el cual los participantes enumeraran sus actividades fuera de la clínica e informaran acerca del uso de la ESA.
Asignación de habilidades en el hogar**.: Se hará un proceso de asignación de destrezas en el hogar para que el participante las realice con la extremidad afectada, dependiendo de los recursos con los que se cuente en el hogar (habitaciones, cocina). Anexo**	**Resolución de problemas para superar las barreras contexto real.** Se enumerarán los problemas que se puedan presentar al usar la ESA y la persona que genera la intervención puede aportar posibles soluciones o adaptaciones a estos.
Practica en el hogar.: **Se pide a los participantes que hagan progresiones en tiempo realizando tareas de forma**	**Contrato de Conducta:** Se realiza de manera formal un contrato donde se estipulan las pautas a seguir con el uso de

repetitiva evitando sobrecargar al participante. Anexo 12	la restricción, los horarios de uso, las condiciones de seguridad
Establecimiento de horario diario: **Se llevará a cabo el horario planteado anteriormente. El tiempo que acuda a clínica diario será descontado de las 6 h que debe realizar al día.**	**Contrato de Cuidador:** Contrato formal escrito donde el cuidador estará presente y disponible durante el tiempo de la intervención, se determinan las funciones específicas del cuidador.

Tabla 5: tabla adaptada de: Morris, DM; Taub, E; Mark, VW. (63)

5.3.2 Cronograma programa de intervención

EXPLICACION DELESTUDIO	ENTREVISTA/EVALUACION	INTERVENCION	REEVALUACION
Sesión 1	Evaluación inicial individualizada		
Sesión 2- 14		CIMT + ARMEO SPRING. CIMT: 6 horas semana durante 3 semanas. Restricción del 90% de tiempo de vigilia. Armeo: 30 minutos durante 3 semanas, 1 vez por semana.	
Sesión 15			Reevaluación individual
Sesión 16			Individual (3 meses)
Sesión 17			Individual (6 meses)

6 <u>Limitaciones del protocolo.</u>

A resaltar como desventaja de la terapia robótica, la falta de capacidad analítica de los robots. Así mismo la comunicación entre el paciente y el robot se ve comprometida al ser limitada, por lo que el desempeño del profesional es imprescindible. Los sistemas robóticos no están preparados para responder por si ocurre algún suceso adverso, aunque es cierto, que disponen de medidas de seguridad.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Wade DT. Epidemiology of disabling neurological disease: How and why does disability occur? [Internet]. Vol. 61, Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry. BMJ Publishing Group; 1996 [cited 2021 Jun 7]. p. 242–9. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC486545/

2. Código Ictus - Federación Española del Ictus [Internet]. [cited 2021 Apr 10]. Available from: https://ictusfederacion.es/infoictus/codigo-ictus/

3. Buma FE, Lindeman E, Ramsey NF, Kwakkel G. Functional neuroimaging studies of early upper limb recovery after stroke: A systematic review of the literature [Internet]. Vol. 24, Neurorehabilitation and Neural Repair. Neurorehabil Neural Repair; 2010 [cited 2021 Apr 10]. p. 589–608. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20439501/

4. Taub E, Morris DM. Constraint-induced movement therapy to enhance recovery after stroke. [Internet]. Vol. 3, Current atherosclerosis reports. Curr Atheroscler Rep; 2001 [cited 2021 Apr 11]. p. 279–86. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11389792/

5. Cano de la Cuerda, Martínez Piédrola MP. Control y aprendizaje motor. Fundamentos, desarrollo y reeducación del movimiento humano. Panamericana EM, editor. Madrid; 2017. 240 p.

6. Bayón-Calatayud M, Gil-Agudo A, Benavente-Valdepeñas AM, Drozdowskyj-Palacios O, Sanchez-Martín G, Del Alamo-Rodriguez MJ. Efficacy of new therapies for upper limb neurorehabilitation in stroke patients. Vol. 48, Rehabilitacion. Ediciones Doyma, S.L.; 2014. p. 232–40.

7. E. Díez Tejedor. Sociedad Española de Neurología oficiales de la Sociedad Española de Neurología. 2006.

8. 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 [Internet]. 1989 [cited 2021 Apr 12];20(10):1407–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2799873/

9. Alvarez Sabín J. Mortalidad hospitalaria por ictus [Internet]. Vol. 61, Revista Espanola de Cardiologia. Ediciones Doyma, S.L.; 2008 [cited 2021 Jun 5]. p. 1007–9. Available from: http://www.revespcardiol.org/es-mortalidad-hospitalaria-por-ictus-articulo-13126039

10. De Medicina F, Manuel J, Vales G, Antonio J, Arjona M. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID Y PRONÓSTICO A LARGO PLAZO MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE

DOCTOR PRESENTADA POR José Felipe Varona Arche Bajo la dirección de los Doctores. 2003.

11. 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 [Internet]. 2021 Mar 17 [cited 2021 Apr 10];2021:1–11. Available from: /pmc/articles/PMC7990546/

12. Autónoma Madrid Facultad De Medicina U DE. TESIS DOCTORAL LA EVOLUCIÓN CLÍNICA DEL INFARTO CEREBRAL SEGÚN EL SEXO JÉSSICA FERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ.

13. E. Martínez-Vila PI. Factores de riesgo del ictus Risk factors of the stroke.

14. Brea A, Laclaustra M, Martorell E, Pedragosa À. Epidemiología de la enfermedad vascular cerebral en España. Clínica e Investig en Arterioscler [Internet]. 2013 Nov [cited 2021 Apr 10];25(5):211–7. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0214916813001162

15. Granger C V., Hamilton BB, Gresham GE, Kramer AA. The stroke rehabilitation outcome study: Part II. Relative merits of the total Barthel index score and a four-item subscore in predicting patient outcomes. Arch Phys Med Rehabil. 1989;70(2):100–3.

16. Dur Mata MJ, Molleda Marzo M, García Almazán C, Mallol Badellino J, Calderon Padilla V. Factores pronósticos en el ictus. De la fase aguda a los tres años. Rehabilitacion. 2011 Jan 1;45(1):18–23.

17. Laferté LML, Según SM, Valdés YS, Mutuberría LR. Complicaciones en pacientes hemipléjicos por ictus. Rev Cubana Med [Internet]. 2014 [cited 2021 Apr 10];53(2):134–43. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232014000200004

18. S. V. Percepcion de la calidad de vida en pacientes que han sufrido un Ictus. Univ AlcaláAlcalá Henares. 2012;

19. Barer DH. The natural history and functional consequences of dysphagia after hemispheric stroke. J Neurol Neurosurg Psychiatry [Internet]. 1989 [cited 2021 Jun 6];52(2):236–41. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2564884/

20. Gandolfi M, Donisi V, Battista S, Picelli A, Valè N, Piccolo L Del, et al. Health-related quality of life and psychological features in post-stroke patients with chronic pain: A cross-sectional study in the neuro-rehabilitation context of care. Int J Environ Res Public Health. 2021 Mar 2;18(6):1–15.

21. Christofi G, Bch BM, Ashford S, Birns J, Dalton C, Duke L, et al. Improving the Management of Post-Stroke Spasticity: Time for Action. J Rehabil Med Clin Commun [Internet]. 2018 [cited 2021 Jun 6];1:1000004. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33884109

22. Watkins CL, Leathley MJ, Gregson JM, Moore AP, Smith TL, Sharma AK. Prevalence of

spasticity post stroke. Clin Rehabil [Internet]. 2002 [cited 2021 Jun 6];16(5):515–22. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12194622/

23. 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 [Internet]. 2003 Sep 1 [cited 2021 Apr 10];34(9):2181–6. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12907818/

24. Fernández Gómez E, Ruiz Sancho A, Sánchez Márquez G. Tratamiento de la extremidad superior en la hemiplejia desde Terapia Ocupacional. Trat la Extrem Super en la hemiplejia desde Ter Ocup [Internet]. 2010 [cited 2021 Jun 5];(11):1. Available from: http://www.revistatog.es/num11/pdfs/original1.pdf

25. Pinedo Otaola S, Miguel de la Villa F. Complicaciones en el paciente hemipléjico durante el primer año tras el ictus. Rev Neurol [Internet]. 2001 Feb 1 [cited 2021 Apr 10];32(03):206. Available from: https://www.neurologia.com/articulo/2000285

26. M C. García Chinchetru, S. Velasco Ayuso CAR. Síndromes dolorosos en relación con el accidente cerebrovascular: dolor de hombro y dolor central. Rehabilitacion. 34 (6):459-467.

27. Guéro S. Biología del desarrollo del miembro superior. Rehabilitación de Cirugía de Mano. 2018;37 (5):265–74.

28. A. KI. Fisiología articular -. In: Tomo 1 Editorial Médica Panamericana;

29. Suárez Sanabria N OPA. Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman. Rev CES Med. 2013;27(2):205–17.

30. Esther Fernández Gómez D, Ana Ruiz Sancho D, Gema Sánchez Márquez D, Gómez FE, Sancho RA, Márquez Tratamiento SG. TRATAMIENTO DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR EN LA HEMIPLEJIA DESDE TERAPIA OCUPACIONAL OCCUPATIONAL THERAPY FOR UPPER EXTREMITY TREATMENT IN HEMIPLEGIA Como citar este documento [Internet]. Vol. 7. 2010 [cited 2021 Apr 10]. Available from: www.revistatog.comhttp://www.revistatog.com/num11/pdfs/original1.pdf

31. Degez F, Bigorre N, Rabarin F. Exploración física y funcional del codo y de la pronosupinación. EMC - Kinesiterapia - Med Física. 2014 Feb;35(1):1–11.

32. Medina CBenet MMarco F. El complejo articular de la muñeca: aspectos anatofisiológicos y biomecánicos, características, clasificación y tratamiento de la fractura distal del radio [Internet]. [cited 2021 Apr 10]. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2016000400011

33. Ramirez DR, Moreno CER, Bayona MÁN, Torres SLTL, Rueda MÁG. La mano. Aspectos anatómicos I. Generalidades, osteología y artrología. Morfolia [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2021 Apr 10];12(1):11–30. Available from: https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfolia/article/view/88606

34. Herrera E, Anaya C, Abril AM, Avellaneda YC, Cruz AM, Lozano WM. Revisión de Tema Descripción anatómica del plexo braquial. Vol. 40. 2008.

35. Bayona EA, Bayona Prieto J, León-Sarmiento FE. Neuroplasticidad, Neuromodulación y Neurorrehabilitación: Tres conceptos distintos y un solo fin verdadero [Internet]. 2011 [cited 2021 Jun 6]. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-55522011000100010&script=sci_abstract&tlng=es

36. Fernandez JA. Fisiología humana. 4th ed. MCGRAWHILL, editor. Madrid; 2010.

37. Chan IHL, Fong KNK, Chan DYL, Wang AQL, Cheng EKN, Chau PHY, et al. Effects of Arm Weight Support Training to Promote Recovery of Upper Limb Function for Subacute Patients after Stroke with Different Levels of Arm Impairments. 2016; Available from: http://dx.doi.org/10.1155/2016/9346374

38. García-Porrero Pérez JA HGJ. Neuroanatomía humana. Panamericana EM, editor. MADRID; 2015.

39. Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, Hall WC, LaMantia A-S, White LE et al. Neurociencia. 2016.

40. Duffau H. Brain plasticity: From pathophysiological mechanisms to therapeutic applications [Internet]. Vol. 13, Journal of Clinical Neuroscience. J Clin Neurosci; 2006 [cited 2021 Jun 6]. p. 885–97. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17049865/

41. Freeman JA, Hobart JC, Playford ED, Undy B, Thompson AJ. Evaluating neurorehabilitation: Lessons from routine data collection. J Neurol Neurosurg Psychiatry [Internet]. 2005 [cited 2021 Jun 6];76(5):723–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15834035/

42. Yoo C, Park J. Impact of task-oriented training on hand function and activities of daily living after stroke. J Phys Ther Sci [Internet]. 2015 Aug 21 [cited 2021 Apr 10];27(8):2529–31. Available from: /pmc/articles/PMC4563307/

43. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D, Cobb S. Touching the phantom limb. Nature [Internet]. 1995 Oct 12 [cited 2021 Jun 6];377(6549):489–90. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7566144/

44. Thieme H, Morkisch N, Mehrholz J, Pohl M, Behrens J, Borgetto B, et al. Mirror therapy for improving motor function after stroke [Internet]. Vol. 2018, Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley and Sons Ltd; 2018 [cited 2021 Apr 10]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29993119/

45. Whitall J, Waller SMC, Silver KHC, Macko RF. Repetitive bilateral arm training with rhythmic auditory cueing improves motor function in chronic hemiparetic stroke. Stroke [Internet]. 2000 [cited 2021 Jun 6];31(10):2390–5. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11022069/

46. García Carrasco D, Aboitiz Cantalapiedra J. Effectiveness of motor imagery or mental practice in functional recovery after stroke: a systematic review. Neurol (English Ed. 2016 Jan 1;31(1):43–52.

47. Machado TC, Carregosa AA, Santos MS, Ribeiro NM da S, Melo A. Efficacy of motor imagery additional to motor-based therapy in the recovery of motor function of the upper limb in post-stroke individuals: a systematic review. Vol. 26, Topics in Stroke Rehabilitation. Taylor and Francis Ltd.; 2019. p. 548–53.

48. Fernández-Gómez E, Sánchez-Cabeza Á. Motor imagery: A systematic review of its effectiveness in the rehabilitation of the upper limb following a stroke. Rev Neurol [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2021 Apr 10];66(5):137–46. Available from: https://www.neurologia.com/articulo/2017394

49. Niu CM, Bao Y, Zhuang C, Li S, Wang T, Cui L, et al. Synergy-Based FES for Post-Stroke Rehabilitation of Upper-Limb Motor Functions. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng [Internet]. 2019 Feb 1 [cited 2021 Apr 10];27(2):256–64. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30763238/

50. Bustamante C, Brevis F, Canales S, Millón S, Pascual R. Effect of functional electrical stimulation on the proprioception, motor function of the paretic upper limb, and patient quality of life: A case report. J Hand Ther [Internet]. 2016 Oct 1 [cited 2021 Apr 10];29(4):507–14. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27665394/

51. Cuesta-Gómez A, Carratalá-Tejada M, Molina-Rueda F, Miangolarra-Page JC. Functional electrical stimulation improves reaching movement in the shoulder and elbow muscles of stroke patients: A three-dimensional motion analysis. Restor Neurol Neurosci [Internet]. 2019 [cited 2021 Apr 10];37(3):231–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31177249/

52. Kwakkel G, Veerbeek JM, van Wegen EEH, Wolf SL. Constraint-induced movement therapy after stroke [Internet]. Vol. 14, The Lancet Neurology. Lancet Publishing Group; 2015 [cited 2021 Apr 10]. p. 224–34. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25772900/

53. Taub E, Wolf SL. Constraint induced movement techniques to facilitate upper extremity use in stroke patients [Internet]. Vol. 3, Topics in Stroke Rehabilitation. Thomas Land Publishers Inc.; 1997 [cited 2021 Apr 10]. p. 38–61. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27620374/

54. Díaz L, Pinel A, Gueita J. Terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano. ¿Alternativa en pacientes post-ictus? [Internet]. Vol. 33, Fisioterapia. Elsevier; 2011 [cited 2021 Apr 10]. p. 273–7. Available from: https://www.elsevier.es/es-revista-fisioterapia-146-articulo-terapia-movimiento-inducido-por-restriccion-S0211563811001283

55. Roldán P, Pavón M, Pérez A, Andújar C. Cano De la Cuerda R CVS. Terapia por restricción del lado sano. Neurorehabilitación Métodos específicos de valoración y

tratamiento. Panamericana M, editor. MADRID; 2012.

56. Smania N, Gandolfi M, Paolucci S, Iosa M, Ianes P, Recchia S, et al. Reduced-intensity modified constraint-induced movement therapy versus conventional therapy for upper extremity rehabilitation after stroke: A multicenter trial. Neurorehabil Neural Repair [Internet]. 2012 [cited 2021 Apr 10];26(9):1035–45. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22661278/

57. Etoom M, Hawamdeh M, Hawamdeh Z, Alwardat M, Giordani L, Bacciu S, et al. Constraint-induced movement therapy as a rehabilitation intervention for upper extremity in stroke patients: Systematic review and meta-analysis [Internet]. Vol. 39, International Journal of Rehabilitation Research. Lippincott Williams and Wilkins; 2016 [cited 2021 Apr 11]. p. 197–210. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27123790/

58. Page SJ, Sisto SA, Levine P, McGrath RE. Efficacy of Modified Constraint-Induced Movement Therapy in Chronic Stroke: A Single-Blinded Randomized Controlled Trial. Arch Phys Med Rehabil [Internet]. 2004 [cited 2021 Jun 6];85(1):14–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14970962/

59. Hoare B, Imms C, Carey L, Wasiak J. Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy: A Cochrane systematic review [Internet]. Vol. 21, Clinical Rehabilitation. Clin Rehabil; 2007 [cited 2021 Jun 6]. p. 675–85. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17846067/

60. Corbetta D, Sirtori V, Castellini G, Moja L, Gatti R. Constraint-induced movement therapy for upper extremities in people with stroke [Internet]. Vol. 2017, Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley and Sons Ltd; 2015 [cited 2021 Apr 10]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26446577/

61. Laible M, Grieshammer S, Seidel G, Rijntjes M, Weiller C, Hamzei F. Association of activity changes in the primary sensory cortex with successful motor rehabilitation of the hand following stroke. Neurorehabil Neural Repair [Internet]. 2012 Sep 6 [cited 2021 Apr 11];26(7):881–8. Available from: http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968312437939

62. Treger I, Aidinof L, Lehrer H, Kalichman L. Constraint-induced movement therapy alters cerebral blood flow in subacute post-stroke patients. Am J Phys Med Rehabil [Internet]. 2012 Sep [cited 2021 Apr 11];91(9):804–9. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22660371/

63. tatiana ordoñez mora leidy, JoHana delGado Serna lizetH, eSmeralda Gutiérrez muñoz yuli, yamile Pinzón Bernal mónica, caStellanoS ruiz J, Muñoz GY, et al. ISSN versión impresa 1657-320X, ISSN versión en línea 2339-3874. Vol. 17, Delgado Serna L.J. 2017.

64. Taub E, Uswatte G, Mark VW. The functional significance of cortical reorganization and the parallel development of CI therapy. Front Hum Neurosci [Internet]. 2014 Jun 27 [cited 2021 Apr 11];8(JUNE). Available from:

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25018720/

65. Nesin SM, Sabitha KR, Gupta A, Laxmi TR. Constraint Induced Movement Therapy as a Rehabilitative Strategy for Ischemic Stroke—Linking Neural Plasticity with Restoration of Skilled Movements. J Stroke Cerebrovasc Dis [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2021 Apr 11];28(6):1640–53. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30904472/

66. Hu J, Li C, Hua Y, Liu P, Gao B, Wang Y, et al. Constraint-induced movement therapy improves functional recovery after ischemic stroke and its impacts on synaptic plasticity in sensorimotor cortex and hippocampus. Brain Res Bull [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2021 Apr 11];160:8–23. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32298779/

67. Lado V, Ron M, Gianella M, Olmos L, Bonamico L, Rey M, et al. Eficacia de la terapia de movimiento inducido por restricción para miembros superiores en pacientes con accidente cerebrovascular y su impacto en actividades de la comunidad: resultados de la fase piloto. Neurol Argentina [Internet]. 2017 Apr 1 [cited 2021 Apr 11];9(2):68–78. Available from: https://www.elsevier.es/es-revista-neurologia-argentina-301-articulo-eficacia-terapia-movimiento-inducido-por-S1853002817300216

68. Peurala SH, Kantanen MP, Sjögren T, Paltamaa J, Karhula M, Heinonen A. Effectiveness of constraint-induced movement therapy on activity and participation after stroke: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [Internet]. Vol. 26, Clinical Rehabilitation. Clin Rehabil; 2012 [cited 2021 Apr 11]. p. 209–23. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22070990/

69. Folstein MF, Folstein SE, Mchugh PR. Mini-mental state" A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician Want more papers like this? “MINI-MENTAL STATE” A PRACTICAL METHOD FOR GRADING THE COGNITIVE STATE OF PATIENTS FOR THE CLINICIAN*. Vol. 12, J. gsychiaf. Res. Pergamon Press; 1975.

70. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, Thompson PA, Taub E, Uswatte G, et al. Retention of upper limb function in stroke survivors who have received constraint-induced movement therapy: the EXCITE randomised trial. Lancet Neurol [Internet]. 2008 Jan [cited 2021 Apr 10];7(1):33–40. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18077218/

71. Doussoulin A, Najum J, Saiz JL, Molina F. Impact of neurological rehabilitation through modified constraint induced therapy in improving social support patients with stroke. Rev Chil Neuropsiquiatr [Internet]. 2016 Sep 1 [cited 2021 Apr 10];54(3):187–97. Available from: www.sonepsyn.cl

72. Wang Q, Zhao JL, Zhu QX, Li J, Meng PP. Comparison of conventional therapy, intensive therapy and modified constraint -induced movement therapy to improve upper extremity function after stroke. J Rehabil Med [Internet]. 2011 Jun [cited 2021 Apr 11];43(7):619–25. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21603848/

73. McIntyre A, Viana R, Janzen S, Mehta S, Pereira S, Teasell R. Systematic review and meta-analysis of constraint-induced movement therapy in the hemiparetic upper

extremity more than six months post stroke [Internet]. Vol. 19, Topics in Stroke Rehabilitation. Top Stroke Rehabil; 2012 [cited 2021 Apr 11]. p. 499–513. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23192715/

74. Taub E, Uswatte G, Mark VW, Morris DM, Barman J, Bowman MH, et al. Method for enhancing real-world use of a more affected arm in chronic stroke: Transfer package of constraint-induced movement therapy. Stroke [Internet]. 2013 May [cited 2021 Apr 11];44(5):1383–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23520237/

75. Machado SEDC, Cunha M, Velasques B, Minc D, Teixeira S, Domingues CA, et al. Sensorimotor integration: Basic concepts, abnormalities related to movement disorders and sensorimotor training-induced cortical reorganization [Internet]. Vol. 51, Revista de Neurologia. Revista de Neurologia; 2010 [cited 2021 Apr 10]. p. 427–36. Available from: https://www.neurologia.com/articulo/2010228

76. Pollock A, Farmer SE, Brady MC, Langhorne P, Mead GE, Mehrholz J, et al. Interventions for improving upper limb function after stroke. Vol. 2014, Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley and Sons Ltd; 2014.

77. Klamroth-Marganska V. Stroke rehabilitation: Therapy robots and assistive devices. In: Advances in Experimental Medicine and Biology [Internet]. Springer New York LLC; 2018 [cited 2021 Apr 10]. p. 579–87. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30051408/

78. Yáñez-Sánchez A, Cuesta-Gómez A. Effectiveness of the Armeo ® device in the rehabilitation of the upper limb of stroke's patients. A review of the literature. Rev Neurol [Internet]. 2020 [cited 2021 Apr 10];70(3):93–102. Available from: https://www.neurologia.com/articulo/2019241

79. Morone G, Cocchi I, Paolucci S, Iosa M. Robot-assisted therapy for arm recovery for stroke patients: state of the art and clinical implication [Internet]. Vol. 17, Expert Review of Medical Devices. Taylor and Francis Ltd; 2020 [cited 2021 Apr 10]. p. 223–33. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32107946/

80. Colomer C, Baldoví A, Torromé S, Navarro MD, Moliner B, Ferri J, et al. Eficacia del sistema Armeo®Spring en la fase crónica del ictus. Estudio en hemiparesias leves-moderadas. Neurologia. 2013 Jun 1;28(5):261–7.

81. Veerbeek JM, Langbroek-Amersfoort AC, Van Wegen EEH, Meskers CGM, Kwakkel G. Effects of Robot-Assisted Therapy for the Upper Limb after Stroke [Internet]. Vol. 31, Neurorehabilitation and Neural Repair. SAGE Publications Inc.; 2017 [cited 2021 Apr 10]. p. 107–21. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27597165/

82. Duret C, Mazzoleni S. Upper limb robotics applied to neurorehabilitation: An overview of clinical practice [Internet]. Vol. 41, NeuroRehabilitation. IOS Press; 2017 [cited 2021 Apr 10]. p. 5–15. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28505985/

83. Gassert R, Dietz V. Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: A

neurophysiological perspective [Internet]. Vol. 15, Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. BioMed Central Ltd.; 2018 [cited 2021 Apr 10]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29866106/

84. Mehrholz J, Hädrich A, Platz T, Kugler J, Pohl M. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving generic activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. In: Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2012 [cited 2021 Apr 10]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22696362/

85. Autora: Carolina Colomer Font.

86. Aisen ML, Krebs HI, Hogan N, McDowell F, Volpe BT. The effect of robot-assisted therapy and rehabilitative training on motor recovery following stroke. Arch Neurol [Internet]. 1997 [cited 2021 Apr 10];54(4):443–6. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9109746/

87. Volpe BT, Krebs HI, Hogan N, Edelsteinn L, Diels CM, Aisen ML. Robot training enhanced motor outcome in patients with stroke maintained over 3 years. Neurology [Internet]. 1999 Nov 10 [cited 2021 Apr 10];53(8):1874–6. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10563646/

88. Krakauer JW. Motor learning: Its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation [Internet]. Vol. 19, Current Opinion in Neurology. Lippincott Williams and Wilkins; 2006 [cited 2021 Apr 11]. p. 84–90. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16415682/

89. Mirkowski M, McIntyre A, Faltynek P, Sequeira N, Cassidy C, Teasell R. Nonpharmacological rehabilitation interventions for motor and cognitive outcomes following pediatric stroke: a systematic review [Internet]. Vol. 178, European Journal of Pediatrics. Springer Verlag; 2019 [cited 2021 Apr 11]. p. 433–54. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30810821/

90. Takebayashi T, Amano S, Hanada K, Umeji A, Takahashi K, Koyama T, et al. Therapeutic synergism in the treatment of post-stroke arm paresis utilizing botulinum toxin, robotic therapy, and constraint-induced movement therapy. PM R [Internet]. 2014 Nov 1 [cited 2021 Apr 11];6(11):1054–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24880058/

91. Beretta E, Cesareo A, Biffi E, Schafer C, Galbiati S, Strazzer S. Rehabilitation of upper limb in children with acquired brain injury: A preliminary comparative study. J Healthc Eng [Internet]. 2018 [cited 2021 Apr 11];2018. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29732047/

92. Susanto EA, Tong RKY, Ockenfeld C, Ho NSK. Efficacy of robot-assisted fingers training in chronic stroke survivors: A pilot randomized-controlled trial. J Neuroeng Rehabil [Internet]. 2015 Apr 25 [cited 2021 Apr 11];12(1). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25906983/

93. Braun RG, Wittenberg GF. Motor Recovery: How Rehabilitation Techniques and Technologies Can Enhance Recovery and Neuroplasticity. Semin Neurol [Internet]. 2021 [cited 2021 Apr 11];41(2). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33663001/

94. EBSCOhost | 57603974 | APRENDIZAJE MOTOR NEUROPLASTICITÀ E: NUOVE STRATEGIE NELLA RIABILITAZIONE DELL'ARTO SUPERIORE NEL PAZIENTE CON ICTUS CEREBRALE. [Internet]. [cited 2021 Apr 11]. Available from: https://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=18283942&AN=57603974&h=214ZPI90RqD993g47m%2FLEV9rL0Nm2tsJiDcp%2FrZ%2F8VotevDoAYcWaY9ecR2%2BfN2t1JM4xhEZiIzsTZJd8dyV%2Bg%3D%3D&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3Fdirect%3Dtrue%26profile%3Dehost%26scope%3Dsite%26authtype%3Dcrawler%26jrnl%3D18283942%26AN%3D57603974

95. Doussoulin A, Arancibia M, Saiz J, Silva A, Luengo M, Salazar AP. Recovering functional independence after a stroke through Modified Constraint-Induced Therapy. NeuroRehabilitation [Internet]. 2017 [cited 2021 May 2];40(2):243–9. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28222546/

96. Gladstone DJ, Danells CJ, Black SE. The Fugl-Meyer Assessment of Motor Recovery after Stroke: A Critical Review of Its Measurement Properties [Internet]. Vol. 16, Neurorehabilitation and Neural Repair. Sage PublicationsSage CA: Thousand Oaks, CA; 2002 [cited 2021 May 10]. p. 232–40. Available from: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/154596802401105171

97. Singer B, Garcia-Vega J. The Fugl-Meyer Upper Extremity Scale. J Physiother [Internet]. 2017;63(1):53. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jphys.2016.08.010

98. Fugl Meyer AR, Jaasko L, Leyman I. The post stroke hemiplegic patient. I. A method for evaluation of physical performance. Scand J Rehabil Med [Internet]. 1975 Jan 1 [cited 2021 May 10];7(1):13–31. Available from: https://europepmc.org/article/med/1135616

99. Barbosa NE, Forero SM, Galeano CP, Hernández ED, Landinez NS, Sunnerhagen KS, et al. Translation and cultural validation of clinical observational scales – the fugl-meyer assessment for post stroke sensorimotor function in colombian spanish. Disabil Rehabil. 2019;41(19):2317–23.

100. Yozbatiran N, Der-Yeghiaian L, Cramer SC. A Standardized Approach to Performing the Action Research Arm Test. 2008; Available from: http://www.aratest.eu/

101. Taub E, Mcculloch K, Uswatte G, Morris DM, Bowman M, Crago J, et al. Motor Activity Log (MAL) Manual. 2011;1–18.

102. Uk Choi S, Sun Lee H, Ho Shin J, Hee Ho S, Jung Koo M, Hae Park K, et al. Stroke Impact Scale 3.0: Reliability and Validity Evaluation of the Korean Version. Ann Rehabil Med Orig Artic Ann Rehabil Med [Internet]. 2017;41(3):387–93. Available from: http://orcid.org/0000-0003-4573-9901

8 ANEXOS

Anexo 1: Glosario de acrónimos.

- **ACV: ACCIDENTE CEREBRO VASCULAR**
- **AIT: ATAQUE ISQUÉMICO TRANSITORIO.**
- **AVD: ACTIVIDAD DE LA VIDA DIARIA**
- **CIMT: CONSTRAINT INDUCED MOVEMENT THERAPY.**
- **CM: CONTROL MOTOR.**
- **ES: EXTREMIDAD SUPERIOR.**
- **ESA: EXTREMIDAD SUPERIOR AFECTA.**
- **EOT: ENTRENAMIENTO ORIENTADO A TAREAS.**
- **EVC: ENFERMEDAD CEREBROVASCULAR.**
- **FES: FUNCTIONAL ELECTRICAL STIMULATION.**
- **GEECV-SEN: ENFERMEDADES VASCULARES CEREBRALES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NEUROLOGÍA.**
- **GB: GANGLIOS BASALES.**
- **HSA: HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA**
- **MS: MIEMBRO SUPERIOR.**
- **MT: MIRROR THERAPY.**
- **MCIMT: TERAPIA DE RESTRICCION DEL LADO SANO MODIFICADA.**
- **OMS: ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.**
- **RV: REALIDAD VIRTUAL**
- **SEN: SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NEUROLOGÍA.**
- **SNC: SISTEMA NERVIOSOS CENTRAL.**
- **SI : CORTEZA SOMATOSENSORIAL PRIMARIA**
- **SII: AREA SOMATOSENSORIAL SECUNDARIA**
- **TBI: TERAPIA BIMANUAL INTENSIVA**
- **TR : TERAPIA ROBOTICA**

Anexo 2: Índice de figuras y tablas

- Tabla 1: Secuelas y complicaciones del ictus.
- Tabla 2: Musculatura de la mano
- Tabla 3: Dispositivos robóticos de MMSS.
- Tabla 4: Criterios de inclusión y exclusión del protocolo de intervención.
- Tabla 5: Adaptación de CIMT
- Tabla 6: Cronograma de intervención.

Anexo 3: FUGL-MEYER ASSESSMENT UPPER EXTREMITY (FMA-UE)

FMA-UE PROTOCOL — Rehabilitation Medicine, University of Gothenburg

FUGL-MEYER ASSESSMENT UPPER EXTREMITY (FMA-UE)
Assessment of sensorimotor function

ID:
Date:
Examiner:

Fugl-Meyer AR, Jaasko L, Leyman I, Olsson S, Steglind S: The post-stroke hemiplegic patient. A method for evaluation of physical performance. Scand J Rehabil Med 1975, 7:13-31.

A. UPPER EXTREMITY, sitting position

I. Reflex activity		**none**	**can be elicited**
Flexors: biceps and finger flexors (at least one)		0	2
Extensors: triceps		0	2
	Subtotal I (max 4)		

II. Volitional movement within synergies, without gravitational help			**none**	**partial**	**full**
Flexor synergy: Hand from contralateral knee to ipsilateral ear. From extensor synergy (shoulder adduction/ internal rotation, elbow extension, forearm pronation) to flexor synergy (shoulder abduction/ external rotation, elbow flexion, forearm supination).	Shoulder	retraction	0	1	2
		elevation	0	1	2
		abduction (90°)	0	1	2
		external rotation	0	1	2
	Elbow	flexion	0	1	2
	Forearm	supination	0	1	2
Extensor synergy: Hand from ipsilateral ear to the contralateral knee	Shoulder	adduction/internal rotation	0	1	2
	Elbow	extension	0	1	2
	Forearm	pronation	0	1	2
		Subtotal II (max 18)			

III. Volitional movement mixing synergies, without compensation		**none**	**partial**	**full**
Hand to lumbar spine hand on lap	cannot perform or hand in front of ant-sup iliac spine	0		
	hand behind ant-sup iliac spine (without compensation)		1	
	hand to lumbar spine (without compensation)			2
Shoulder flexion 0°- 90° elbow at 0° pronation-supination 0°	immediate abduction or elbow flexion	0		
	abduction or elbow flexion during movement		1	
	flexion 90°, no shoulder abduction or elbow flexion			2
Pronation-supination elbow at 90° shoulder at 0°	no pronation/supination, starting position impossible	0		
	limited pronation/supination, maintains starting position		1	
	full pronation/supination, maintains starting position			2
	Subtotal III (max 6)			

IV. Volitional movement with little or no synergy		**none**	**partial**	**full**
Shoulder abduction 0 - 90° elbow at 0° forearm neutral	immediate supination or elbow flexion	0		
	supination or elbow flexion during movement		1	
	abduction 90°, maintains extension and pronation			2
Shoulder flexion 90° - 180° elbow at 0° pronation-supination 0°	immediate abduction or elbow flexion	0		
	abduction or elbow flexion during movement		1	
	flexion 180°, no shoulder abduction or elbow flexion			2
Pronation/supination elbow at 0° shoulder at 30°- 90° flexion	no pronation/supination, starting position impossible	0		
	limited pronation/supination, maintains start position		1	
	full pronation/supination, maintains starting position			2
	Subtotal IV (max 6)			

V. Normal reflex activity assessed only if full score of 6 points is achieved in part IV; compare with the unaffected side		**hyper**	**lively**	**normal**
Biceps, triceps, finger flexors	2 of 3 reflexes markedly hyperactive	0		
	1 reflex markedly hyperactive or at least 2 reflexes lively		1	
	maximum of 1 reflex lively, none hyperactive			2
	Subtotal V (max 2)			
	Total A (max 36)			

GÖTEBORGS UNIVERSITET

B. WRIST support may be provided at the elbow to take or hold the starting position, no support at wrist, check the passive range of motion prior testing		none	partial	full
Stability at 15° dorsiflexion elbow at 90°, forearm pronated shoulder at 0°	less than 15° active dorsiflexion dorsiflexion 15°, no resistance tolerated maintains dorsiflexion against resistance	0	1	2
Repeated dorsifexion / volar flexion elbow at 90°, forearm pronated shoulder at 0°, slight finger flexion	cannot perform volitionally limited active range of motion full active range of motion, smoothly	0	1	2
Stability at 15° dorsiflexion elbow at 0°, forearm pronated slight shoulder flexion/abduction	less than 15° active dorsiflexion dorsiflexion 15°, no resistance tolerated maintains dorsiflexion against resistance	0	1	2
Repeated dorsifexion / volar flexion elbow at 0°, forearm pronated slight shoulder flexion/abduction	cannot perform volitionally limited active range of motion full active range of motion, smoothly	0	1	2
Circumduction elbow at 90°, forearm pronated shoulder at 0°	cannot perform volitionally jerky movement or incomplete complete and smooth circumduction	0	1	2
	Total B (max 10)			

C. HAND support may be provided at the elbow to keep 90° flexion, no support at the wrist, compare with unaffected hand, the objects are interposed, active grasp		none	partial	full
Mass flexion from full active or passive extension		0	1	2
Mass extension from full active or passive flexion		0	1	2
GRASP				
a. Hook grasp flexion in PIP and DIP (digits II-V), extension in MCP II-V	cannot be performed can hold position but weak maintains position against resistance	0	1	2
b. Thumb adduction 1-st CMC, MCP, IP at 0°, scrap of paper between thumb and 2-nd MCP joint	cannot be performed can hold paper but not against tug can hold paper against a tug	0	1	2
c. Pincer grasp, opposition pulpa of the thumb against the pulpa of 2-nd finger, pencil, tug upward	cannot be performed can hold pencil but not against tug can hold pencil against a tug	0	1	2
d. Cylinder grasp cylinder shaped object (small can) tug upward, opposition of thumb and fingers	cannot be performed can hold cylinder but not against tug can hold cylinder against a tug	0	1	2
e. Spherical grasp fingers in abduction/flexion, thumb opposed, tennis ball, tug away	cannot be performed can hold ball but not against tug can hold ball against a tug	0	1	2
	Total C (max 14)			

D. COORDINATION/SPEED, sitting, after one trial with both arms, eyes closed, tip of the index finger from knee to nose, 5 times as fast as possible		marked	slight	none
Tremor		0	1	2
Dysmetria	pronounced or unsystematic slight and systematic no dysmetria	0	1	2
		≥ 6s	2 - 5s	< 2s
Time start and end with the hand on the knee	6 or more seconds slower than unaffected side 2-5 seconds slower than unaffected side less than 2 seconds difference	0	1	2
	Total D (max 6)			

TOTAL A-D (max 66)	

GÖTEBORGS UNIVERSITET

H. SENSATION, upper extremity eyes closed, compared with the unaffected side		**anesthesia**	**hypoesthesia or dysesthesia**	**normal**
Light touch	upper arm, forearm palmary surface of the hand	0 0	1 1	2 2
		less than 3/4 correct or absence	**3/4 correct or considerable difference**	**correct 100%, little or no difference**
Position small alterations in the position	shoulder elbow wrist thumb (IP-joint)	0 0 0 0	1 1 1 1	2 2 2 2
			Total H (max12)	

I. PASSIVE JOINT MOTION, upper extremity, sitting position, compare with the unaffected side				**J. JOINT PAIN** during passive motion, upper extremity		
	only few degrees (less than 10° in shoulder)	decreased	normal	pronounced pain during movement or very marked pain at the end of the movement	some pain	no pain
Shoulder						
Flexion (0° - 180°)	0	1	2	0	1	2
Abduction (0°-90°)	0	1	2	0	1	2
External rotation	0	1	2	0	1	2
Internal rotation	0	1	2	0	1	2
Elbow						
Flexion	0	1	2	0	1	2
Extension	0	1	2	0	1	2
Forearm						
Pronation	0	1	2	0	1	2
Supination	0	1	2	0	1	2
Wrist						
Flexion	0	1	2	0	1	2
Extension	0	1	2	0	1	2
Fingers						
Flexion	0	1	2	0	1	2
Extension	0	1	2	0	1	2
Total (max 24)				**Total** (max 24)		

A. UPPER EXTREMITY	/36
B. WRIST	/10
C. HAND	/14
D. COORDINATION / SPEED	/ 6
TOTAL A-D (motor function)	/66

H. SENSATION	/12
I. PASSIVE JOINT MOTION	/24
J. JOINT PAIN	/24

GÖTEBORGS UNIVERSITET

Anexo 4: ACTION RESEARCH ARM TEST

Table A1. Action Research Arm Test Scoring Sheet

Test Number	Item	Score	
	Grasp subscale	Left	Right
1	Block, 10 cm^3	0 1 2 3	0 1 2 3
2	Block, 2.5 cm^3	0 1 2 3	0 1 2 3
3	Block, 5 cm^3	0 1 2 3	0 1 2 3
4	Block, 7.5 cm^3	0 1 2 3	0 1 2 3
5	Cricket ball	0 1 2 3	0 1 2 3
6	Sharpening stone	0 1 2 3	0 1 2 3
		Subtotal ____/18	____/18
	Grip subscale		
7	Pour water from one glass to another	0 1 2 3	0 1 2 3
8	Displace 2.25-cm alloy tube from one side of table to the other	0 1 2 3	0 1 2 3
9	Displace 1-cm alloy tube from one side of table to the other	0 1 2 3	0 1 2 3
10	Put washer over bolt	0 1 2 3	0 1 2 3
		Subtotal ____/12	____/12
	Pinch subscale		
11	Ball bearing, held between ring finger and thumb	0 1 2 3	0 1 2 3
12	Marble, held between index finger and thumb	0 1 2 3	0 1 2 3
13	Ball bearing, held between middle finger and thumb	0 1 2 3	0 1 2 3
14	Ball bearing, held between index finger and thumb	0 1 2 3	0 1 2 3
15	Marble, held between ring finger and thumb	0 1 2 3	0 1 2 3
16	Marble, held between middle finger and thumb	0 1 2 3	0 1 2 3
		Subtotal ____/18	____/18
	Gross movement subscale		
17	Hand to behind the head	0 1 2 3	0 1 2 3
18	Hand to top of head	0 1 2 3	0 1 2 3
19	Hand to mouth	0 1 2 3	0 1 2 3
		Subtotal ____/18	____/9
		Total ____/57	____/57

There are 4 subscales. The tests in each are ordered so that if subject scores 3 on the first test, no more tests need to be administered in that subscale, and the subject automatically scores top marks (all 3s) for all tests in that subscale. If subject fails the first test (score 0) and fails the second test (score 0) of the subscale, the subject automatically scores zero for all tests in that subscale, and again no more tests needed to be performed in that subscale; and (3) otherwise the subject needs to complete all tasks within the subtest

Score: 3 = subject performed the test normally within 5 seconds; 2 = subject could complete the test but took abnormally long (5 to 60 seconds) or had great difficulty; 1 = subject could only partially perform the test within 60 seconds; and 0 = subject could not perform any part of the test within 60 seconds.

Anexo 5: MOTOR ACTIVITY LOG (MAL)

Motor Activity Log (MAL-30)
Nombre:_____
Evaluador:_____

	Registro de la actividad motora	Cantidad de uso	Calidad de movimiento	Razones
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.			
7	Abrir un refrigerador.			
8	Abrir la puerta girando una manilla.			
9	Usar el control remoto de un TV.			
10	Lavarse las manos.			
11	Abrir y cerrar la llave del agua.			
12	Secar sus manos.			
13	Ponerse calcetines.			
14	Sacarse los calcetines.			
15	Ponerse los zapatos.			
16	Quitarse los zapatos.			
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.			
21	Cepillarse los dientes.			
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			

Anexo 6: MEDIDA DE INDEPENDENCIA FUNCIONAL (FIM).

Medida de Independencia Funcional

Nombre:..... **Edad**:.....

N° de Beneficiario:..... **DNI**:.....

Institución:.....

Medida de Independencia Funcional (FIM)		
Actividad		
Auto Cuidado		Puntaje
1	Comida (Implica uso de utensilios, masticar, tragar)	
3	Aseo (implica lavarse la cara y manos, peinarse, lavarse los dientes)	
4	Vestirse parte superior (implica vestir de la cintura hacia arriba, así como colocar ortesis o protesis)	
5	Vestirse parte inferior (implica vestirse de la cintura hacia abajo, ponerse los zapatos, colocarse ortesis o protesis)	
6	Uso del baño (implica mantener la higiene perineal y ajustar sus ropas antes y después del uso del baño)	
Control de Esfínteres		
7	Controlar intestino (implica el control completo e intencional de la evacuación intestinal y el uso de equipo o agentes necesarios para la evacuación)	
8	Controlar vejiga (mplica control completo e intencional de la evacuación vesical y el uso de equipo o agentes necesarios para la evacuación como sondas)	
Modalidad		
Transferencia		
9	Transferencia de pie o de una silla de ruedas a silla y/o cama (implica pasarse desde la silla de de ruedas hasta una silla, cama y volver a la posición inicial, si camina lo debe hacer de pie)	
10	Transferencia a toilet (implica sentarse y salir del inodoro)	
11	Transferencia a la ducha o bañera (implica entrara y salir de la bañera o ducha)	
Locomoción		
12	Marcha/ silla de ruedas (implica caminar sobre una superficie llana una vez que esta en pie o propulsar su silla de ruedas si no puede caminar)	
13	Escaleras (implica subir y bajar escalones)	
Comunicación		
14	Comprensión (implica la el entendimiento de la comunicación auditiva o visual)	
15	Expresión (implica la expresión clara del lenguaje verbal o no verbal)	
Conexión		
16	Interacción social (implica habilidades relacionadas con hacerse entender y participar con otros en situaciones sociales)	
17	Resolución de problemas (implica resolver problemas cotidianos)	
18	Memoria(implica la habilidad para el reconocimiento y memorización de actividades simples y/o rostros familiares	
	Puntaje FIM TOTAL	

Puntaje:

Independiente

7 Independiente Total

6 Independiente con adaptaciones

Dependiente

5 Solo requiere supervisión (no toca al sujeto)

4 Solo requiere mínima asistencia (sujeto aporta 75% o más)

3 Requiere asistencia moderada (sujeto aporta 50% o más)

Anexo 7: MINI MENTAL (MMSE).

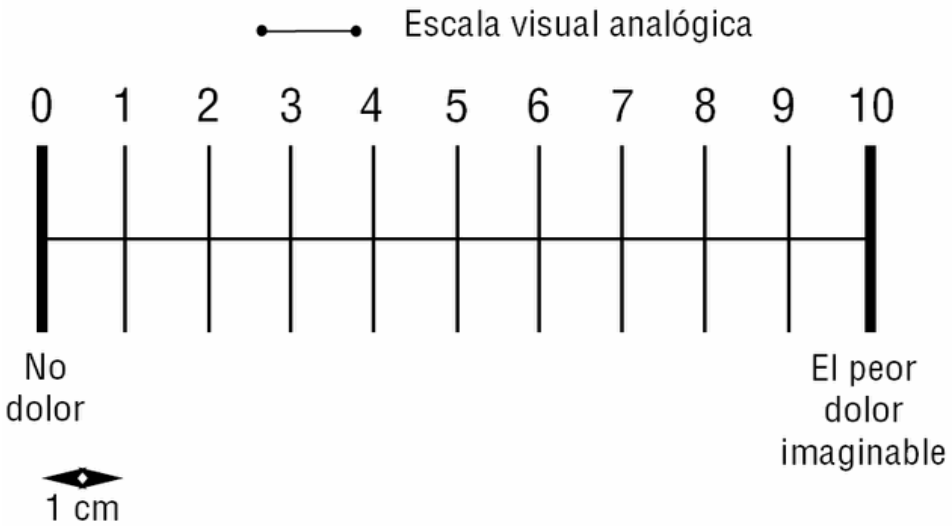
MINI MENTAL STATE EXAMINATION (MMSE)

Basado en Folstein et al. (1975), Lobo et al. (1979)

Nombre: Varón [ ] Mujer [ ]
Fecha: F. nacimiento: Edad:
Estudios/Profesión: N. Hª:
Observaciones:

¿En qué año estamos? 0-1 **¿En qué estación? 0-1** **¿En qué día (fecha)? 0-1** **¿En qué mes? 0-1** **¿En qué día de la semana? 0-1**	**ORIENTACIÓN TEMPORAL (Máx.5)**	
¿En qué hospital (o lugar) estamos? 0-1 **¿En qué piso (o planta, sala, servicio)? 0-1** **¿En qué pueblo (ciudad)? 0-1** **¿En qué provincia estamos? 0-1** **¿En qué país (o nación, autonomía)? 0-1**	**ORIENTACIÓN ESPACIAL (Máx.5)**	
Nombre tres palabras Peseta-Caballo-Manzana (o Balón-Bandera-Arbol) a razón de 1 por segundo. Luego se pide al paciente que las repita. Esta primera repetición otorga la puntuación. Otorgue 1 punto por cada palabra correcta, pero continúe diciéndolas hasta que el sujeto repita las 3, hasta un máximo de 6 veces. **Peseta 0-1 Caballo 0-1 Manzana 0-1** **(Balón 0-1 Bandera 0-1 Árbol 0-1)**	**Nº de repeticiones necesarias** **FIJACIÓN-Recuerdo Inmediato (Máx.3)**	
Si tiene 30 pesetas y me va dando de tres en tres, ¿Cuántas le van quedando?. Detenga la prueba tras 5 sustraciones. Si el sujeto no puede realizar esta prueba, pídale que deletree la palabra MUNDO al revés. **30 0-1 27 0-1 24 0-1 21 0-1 18 0-1** **(O 0-1 D 0-1 N 0-1 U 0-1 M0-1)**	**ATENCIÓN-CÁLCULO (Máx.5)**	
Preguntar por las tres palabras mencionadas anteriormente. **Peseta 0-1 Caballo 0-1 Manzana 0-1** **(Balón 0-1 Bandera 0-1 Árbol 0-1)**	**RECUERDO diferido (Máx.3)**	
***.DENOMINACIÓN.* Mostrarle un lápiz o un bolígrafo y preguntar ¿qué es esto?. Hacer lo mismo con un reloj de pulsera. Lápiz 0-1 Reloj 0-1** ***.REPETICIÓN.* Pedirle que repita la frase: "*ni sí, ni no, ni pero*" (o "*En un trigal había 5 perros*") 0-1** ***.ÓRDENES.* Pedirle que siga la orden: "*coja un papel con la mano derecha, dóblelo por la mitad, y póngalo en el suelo*".** **Coje con mano d. 0-1 dobla por mitad 0-1 pone en suelo 0-1** ***.LECTURA.* Escriba legiblemente en un papel "*Cierre los ojos*". Pídale que lo lea y haga lo que dice la frase 0-1** ***.ESCRITURA.* Que escriba una frase (con sujeto y predicado) 0-1** ***.COPIA*. Dibuje 2 pentágonos intersectados y pida al sujeto que los copie tal cual. Para otorgar un punto deben estar presentes los 10 ángulos y la intersección. 0-1**	**LENGUAJE (Máx.9)**	
Puntuaciones de referencia 27 ó más: normal **24 ó menos: sospecha patológica 12-24: deterioro** **9-12 : demencia**	**Puntuación Total (Máx.: 30 puntos)**	

Anexo 8: ESCALA VISUAL ANALÓGICA (EVA)



Anexo 9: ESCALA DE ASHWOTH 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 10: SIS.3.0

1. Durante las últimas 2 semanas, ¿hasta que punto le ha sido difícil...	**Nada difícil**	**Un poco difícil**	**Bastante difícil**	**Muy difícil**	**Incapaz de hacerlo**
a. vestirse de cintura para arriba?	5	4	3	2	1
b. lavarse (bañarse, ducharse...)?	5	4	3	2	1
c. llegar al baño con rapidez?	5	4	3	2	1
d. aguantarse la orina (sin tener pérdidas)?	5	4	3	2	1
e. aguantarse las ganas de hacer de vientre (sin tener pérdidas)?	5	4	3	2	1
f. estar de pie sin perder el equilibrio?	5	4	3	2	1
g. ir de compras?	5	4	3	2	1
h. realizar tareas domésticas pesadas?	5	4	3	2	1
i. estar sentado/a sin perder el equilibrio?	5	4	3	2	1
j. andar sin perder el equilibrio?	5	4	3	2	1
k. ir de la cama a una silla?	5	4	3	2	1
l. andar de prisa?	5	4	3	2	1
m. subir un piso por la escalera?	5	4	3	2	1
n. caminar una manzana (unos 100 metros)?	5	4	3	2	1
o. entrar y salir de un coche?	5	4	3	2	1
p. llevar objetos pesados con la mano afectada?	5	4	3	2	1

Anexo 11: Actividades orientadas a tareas (shaping).

- **Limpiar la mesa**

Descripción de la actividad	Para esta tarea es necesario una mesa o escritorio, una toalla, una regla y cinta adhesiva. Se pide al sujeto que use una toalla con la ESA, mientras hace un movimiento de limpieza hacia un objeto determinado. El movimiento se podrá dirigir hacia un objeto que este situado en frente o en una amplia variedad de direcciones, dependiendo de los movimientos de hombro que queramos trabajar.
Shaping: Moldeamiento de la actividad de más sencilla a más compleja.	• Distancia: El objeto se puede mover más lejos o más cerca del sujeto para desafiar la extensión del codo y aumentar el alcance hombro dependiendo de la dirección en la que se mueva el objeto. • Distancia desde la línea media: Se podrá aumentar la distancia de los objetos desde la línea media para aumentar la extensión de codo y para aumentar la ABB horizontal y la ADD del hombro. • Numero: se aumentara el número de repeticiones según la resistencia del paciente.
Feedback o retroalimentación.	• Tiempo: El tiempo necesario para realizar un número determinado de repeticiones. • Numero de repeticiones: número de veces que se alcance el objetivo en un periodo de tiempo determinado.
Movimientos enfatizados:	• Flexión, Abducción o aducción del hombro según la posición del objeto a limpiar. • Extensión de codo

- Pasar página de una revista.

Descripción de la actividad	Se colocara la revista (una que sea de interés del paciente) sobre una mesa. Se le pedirá al sujeto que pase las páginas de la revista intentado que bien sea en pronación o en supinación.
Shaping/moldeamiento	• **Distancia**: la posición de la revista se puede modificar para desafiar la extensión del codo. • **Duración**: se podrá incrementar la cantidad del tiempo para que el sujeto pase las páginas o aumentar el número de páginas que el sujeto debe girar para desafiar la resistencia. • **Altura**: la revista se podrá colocar a diferentes alturas la desafiar la flexión del hombro.
Feedback o retroalimentación	• Número de páginas pasadas en un periodo de tiempo establecido • Tiempo marcado y requerido para pasar un número establecido de páginas.
Movimientos enfatizados	• Rotación interna y externa del hombro • Pronación y supinación del antebrazo • Pinza lateral

- Colocar pinzas en el tendedero.

Descripción de la actividad	Se colocan sobre la mesa pinzas de la ropa y las coloque en el tendedero (dos palos de madera unidos por dos hilos gruesos). Se le pide al sujeto que levante las pinzas de la mesa y las ponga en el recipiente. Se instruye al sujeto para que intente realizar el agarre propio con la fuerza que requiere.
Shaping: Moldeamiento de la actividad de más sencilla a más compleja.	• Distancia: el recipiente se podrá alejar o acercar para desafiar la extensión del codo. • Altura: las pinzas irán colocándose en orden de más bajo a más alto para desafiar la flexión del hombro. • Numero : se irá aumentando el número de pinzas para desafiar la resistencia del sujeto: • Se le pedirá al sujeto que lleva un orden de colores de las pinzas para trabajar la atención y la memoria a la vez que se realiza la actividad.
Feedback o retroalimentación.	• Tiempo: El tiempo necesario para colocar un numero indicado de pinzas en el tendedero. • Numero de repeticiones: número de pinzas colocadas en el tendedero en un periodo de tiempo determinado.
Movimientos enfatizados:	Dependiendo de la ubicación de las pinzas y el tendedero, se trabajara flexión, aducción y abducción del hombro, extensión del codo. Extensión y flexión de muñeca Agarre de pinza.

- Recoger objetos con una cuchara y ponerlos en un bol.

Descripción de la actividad	El sujeto se sienta o está de pie junto a la mesa. Los objetos a ser recogidos están en un plato con reborde sobre la mesa en el lado más afecto del sujeto. El contenedor donde el sujeto colocará los objetos está colocado frente al sujeto. El sujeto debe recoger los objetos uno por uno con una cuchara desde un plato y colocarlos en un bol colocado frente al sujeto.
Ajuste de la Dificultad/Complejidad	• Los platos se pueden estabilizar con material anti-deslizante tipo dycem, lo cual disminuiría las demandas físicas de la tarea. • Un mango de cuchara adaptado se puede usar en el caso de que el sujeto sea incapaz de realizar la actividad con el mango de cuchara normal. • Los boles más profundos incrementarían la dificultad de la tarea de recoger con una cuchara. • Los objetos a recoger se pueden graduar de fáciles (ej. cubos de barro, cubos de madera, alubias, etc.) a un reto mayor (ej. judías, canicas).
Feedback sugerido	• Número de ítems recogidos en el periodo de tiempo fijado. • Feedback relacionado con patrones de movimiento funcionales (ej. uso disminuido de movimientos de tronco compensatorios, uso incrementado de movimientos de antebrazo y muñeca).

Anexo 12: Hoja de registro de prácticas de tareas.

Sujeto: _____ Identificación _____

E: *_____*

Actividad para la Práctica de Tarea: _____

Descripción de la actividad	TD	Fecha	Tiempo total	Variable