



Institut Guttmann, Hospital Neurorehabilitación

Universitat Autònoma de Barcelona

Máster Oficial Neurorehabilitación

Propuesta de Investigación

Departamento de Rehabilitación Funcional del Hospital Institut Guttmann

Protocolo de intervención

Efecto de realidad virtual inmersiva en el control postural y equilibrio en sedestación de pacientes post ictus.

Nadia Indira Sánchez Fernández

Tutores: Dr. Joan Vidal Samsó
Dra. Narda Murillo Licea

Badalona, Barcelona-España

2017-2019

Yo, Dr. Joan Vidal Samsó autorizo la presentación del trabajo final de máster del Máster Oficial de Neurorrehabilitación 2017/2019 con el título Efecto de un programa de realidad virtual inmersivo como complemento en rehabilitación funcional orientado a pacientes con secuelas de Ictus. De la alumna Nadia Indira Sánchez Fernández.

Dr. Joan Vidal Samsó

Yo, Dra. Narda Murillo Licea autorizo la presentación del trabajo final de máster del Máster Oficial de Neurorrehabilitación 2017/2019 con el título Efecto de un programa de realidad virtual inmersivo como complemento en rehabilitación funcional orientado a pacientes con secuelas de Ictus. De la alumna Nadia Indira Sánchez Fernández.

Dra Narda Murillo

En Barcelona, 17-18-19 de Junio del 2019

Table des matières

Resumen	5
Introducción	6
1 ICTUS	7
1.1 Epidemiología del ICTUS	7
1.2 Fisiopatología del ICTUS	7
1.3 Clasificación General de ICTUS:	7
1.4 Clasificación topográfica TOAST y manifestaciones clínicas	8
1.5 Manifestaciones clínicas hemisféricas:	11
1.6 Deterioros asociados al ICTUS:	11
2 Neurofisiología del Control Postural	12
2.1 Bases neurofisiológicas del control postural normal	12
2.1.1 Centros neurales responsables del movimiento	12
2.2 Sistema sensorial	13
2.2.1 Aferencias vestibulares	14
2.2.2 Aferencias propioceptivas	14
2.3 Aprendizaje motor:	16
3 Control postural normal de sedestación	17
3.1.1 Componentes del movimiento:	17
4 Reflejos posturales	18
5 Control postural de sedestación en Ictus	19
5.1 Reacciones de balance	19
6 Exploración física y neurológica	20
6.1 Escalas de diagnóstico para valorar el estado funcional etapa subaguda .	20
7 Tratamiento convencional rehabilitación para el control de tronco en ictus	22
8 Realidad Virtual:	24
8.1 Realidad virtual y su aplicación clínica	24
8.2 Tipos de tecnología de realidad virtual:	24
8.3 Consideraciones técnicas para que la imagen se perciba como real.	25
8.4 Efectos de la terapia de realidad virtual	25
7 Tratamiento realidad virtual	Erreur ! Signet non défini.
9 Propuesta de Investigación	27
10 Planteamiento del problema	27
10 Justificación del estudio:	27
11 Hipótesis	28
12 Objetivos de la investigación:	28

12.1	Objetivo principal:	28
12.2	Objetivos secundarios:	28
	Materiales y métodos.	29
13	Variables del estudio	29
13.1	Criterios de inclusión	29
13.2	Criterios de exclusión	29
13.3	Escalas de valoración clínica (Inicial)	29
13.4	Instrumentos técnicos:	30
14	Diseño del estudio	31
15	Duración del estudio	31
16	Protocolo de estudio	31
17	Etapas de Intervención	32
17.1	Intervención Pacientes Ictus	32
17.2	Aspectos metodológicos del programa de realidad virtual:	32
17.2.1	Ajuste de instrumentos de medición en los sujetos:	33
18	Resultados	35
18.1	Análisis estadístico	35
8	Conclusión	35
9	Anexos	36

Resumen

Luego de un ICTUS, el control postural, específicamente a nivel de tronco, se ve importantemente afectado a nivel homolateral como contralateral del hemisferio afecto luego de un episodio de ictus(1) .

Un adecuado control de tronco permite mantener el cuerpo erguido, ajustar descargas de peso y el control antigravitatorio(1), permitiendo liberar las extremidades para realizar actividades de la vida diaria(2), asistir en transferencias y trasladarse (silla de ruedas/bastón canadiense) en forma independiente. La falta de independencia para mantener la postura de sedestación repercute no solo a nivel de funcionalidad del paciente, también implica riesgos de caídas intrahospitalarias(3)

En general el abordaje terapéutico del paciente post Ictus se encuentra enfocado a extremidades superiores e inferiores, dependiendo de los objetivos del terapeuta y del paciente. (priorización de deterioros, Dolor ROM fuerza, etc). La estabilidad del control de tronco, suele estar contemplado en etapas avanzadas de rehabilitación.(4)

El control de tronco es considerado un predictor(5) de buen pronóstico de recuperación funcional, para el desarrollo de AVD's y marcha.

Esta propuesta pretende evocar reacciones de control postural automáticas para mejorar la habilidad del paciente post ictus a realizar los ajustes posturales necesarios para mantener la postura de sedestación independiente.

Palabras clave: Ictus, control postural, control de tronco, sedestación, ajustes posturales, Realidad Virtual. Inmersiva.

Introducción

El ictus supone una de las primeras causas de mortalidad en el mundo occidental y la primera causa en incapacidad y un elevado coste económico destinado desde salud pública. Su repercusión en el núcleo familiar, en el campo profesional y laboral del individuo y/o cuidadores, además del impacto a nivel social, conlleva un gasto económico muy elevado para todos los servicios sanitarios y mayor si se extiende a los servicios sociales. (6)

En la actualidad, esta patología es considerada como la primera causa de discapacidad en edad adulta. Con el avance de tecnologías de diagnóstico y tratamiento ha aumentado la supervivencia, Muchos de los pacientes que sobreviven sufren secuelas importantes que les limitan en sus actividades de la vida diaria(6).

Transformar la capacidad de movimiento de las personas es un reto que el fisioterapeuta asume con estrategias de aprendizaje motor desde diferentes enfoques terapéuticos, y dentro de las estrategias de rehabilitación se encuentra la realidad virtual, la cual actualmente se está desarrollando como una herramienta en el tratamiento de pacientes neurológicos, que sin embargo se encuentra en etapas iniciales, habiendo pocos estudios que demuestran su fiabilidad y eficacia en pacientes con ictus.

En este trabajo se pretende realizar una búsqueda bibliográfica de los estudios que se han llevado a cabo en pacientes con ictus para rehabilitar el control postural, y proponer un estudio en estos pacientes con tratamiento con realidad virtual inmersiva para mejorar el control postural en sedestación.

1 ICTUS

El concepto de Ictus se refiere a todo trastorno en el que parte del área del encéfalo, se ve afectada en forma transitoria o permanente por una isquemia, o hemorragia, estando afectados uno o más vasos sanguíneos cerebrales por un proceso patológico(7).

La Organización Mundial de la salud lo define como el desarrollo de signos clínicos de origen súbito, que provoca alteraciones focales o globales de la función cerebral, cuya duración y progresión es mayor a 24 horas.

1.1 Epidemiología del ICTUS

Según datos de la Organización mundial de la salud (2017), un 10% de la mortalidad mundial se debe al ictus y sus complicaciones. En España, la prevalencia del ictus es del 4,5%, con una incidencia de 220 casos nuevos por cada 100.000 habitantes. La incidencia ha aumentado en un 25% en los últimos 20 años. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima en que en los próximos 25 años su incidencia se incrementará un 27%.(6)

Actualmente el ictus supone el 70% de los ingresos neurológicos en España, el 50% de los ingresos queda con secuelas de discapacidad. Esta patología, por tanto, conlleva una gran carga socioeconómica en términos de atención sanitaria y de servicios sociales, que ascienden entre el 3 y 4% de costes de atención del presupuesto anual de sanidad tras el primer año tras el evento (mayoritariamente costes hospitalarios).(6)

1.2 Fisiopatología del ICTUS

Puesto que el cerebro necesita un aporte constante de oxígeno y nutrientes, al disminuir el aporte sanguíneo, ya sea por causa isquémica o hemorrágica, repercute en el metabolismo celular del tejido afecto en su capacidad para mantener el metabolismo y el funcionamiento normal de las células cerebrales. El daño cerebral que produce un ictus depende en gran medida del tiempo en el que dura este trastorno y de la zona que se haya visto afectada. (8)

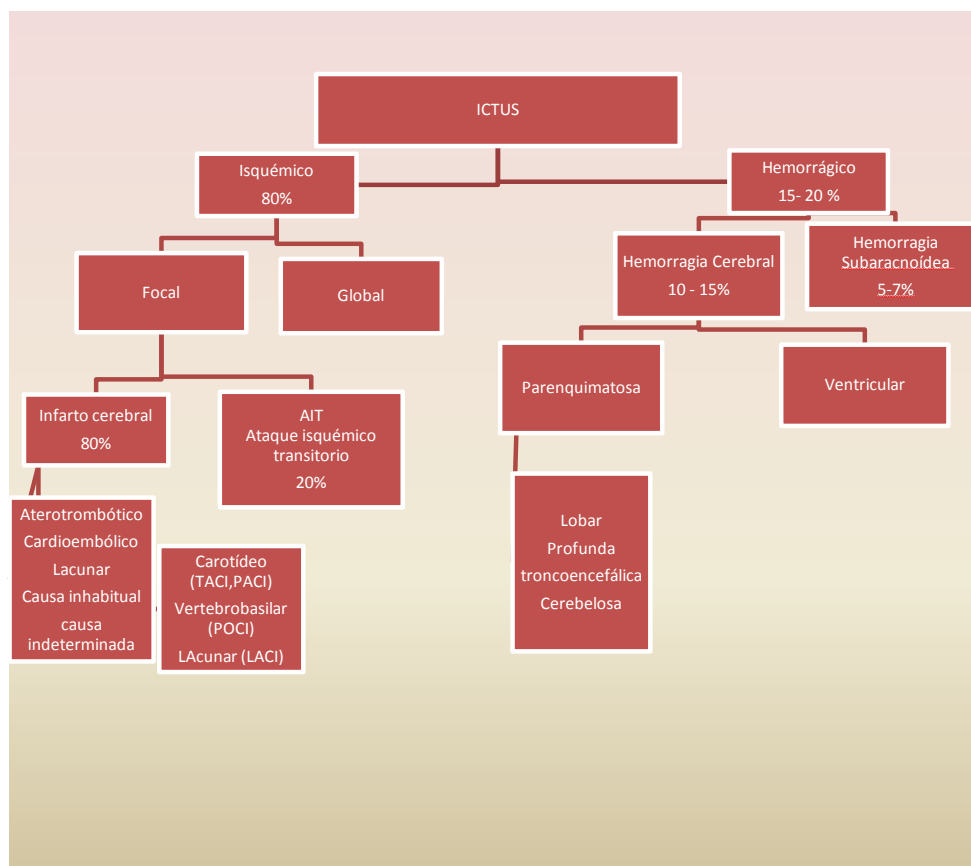
El cerebro requiere un gasto energético que equivale al 20% del gasto cardíaco, al carecer de un sistema de reserva, depende exclusivamente de los nutrientes y sustratos energéticos que arriban por el aporte continuo de sangre. Bastan 10 segundos de isquemia cerebral global para que un humano pierda la consciencia; luego de 20 segundos se detiene la actividad eléctrica neuronal, y al cabo de unos pocos minutos es posible esclarecer manifestación de déficits neurológicos que pueden ser de tipo transitorio, permanentes en la vida del individuo o incluso ocasionar la muerte. (8)

1.3 Clasificación General de ICTUS:

Los ictus se clasifican en diversos subtipos de acuerdo al mecanismo de lesión (etiología), topográfica (territorio vascular afectado), clínicos (manifestaciones clínicas) diagnósticos y pronósticos.

El ictus es una patología heterogénea en la que podemos diferenciar dos tipos de lesión según criterios etiológicos: Ictus Isquémico: (85%). La disminución del flujo sanguíneo cerebral puede presentarse en forma total, también referido como (Isquemia global) o bien en forma parcial (Isquemia focal). Ictus Hemorrágico: (15%) (Asociado a infartos de mecanismo embólico) se diferencian los hematomas cerebrales de la hemorragia subaracnoidea. Y TIA: isquemia menor a 24 horas pero que cuyo daño implica un déficit sostenido por un tiempo mayor a 24 horas(7). (Figura N°1)

Figura N°1: Clasificación de ICTUS por Etiología



Fuente: Modificado de Díez Tejedor E(7)

1.4 Clasificación topográfica TOAST y manifestaciones clínicas

El ictus puede ser clasificado también desde un punto de vista topográfico. La clínica del Ictus dependerá de la etiología, la topografía anatómica de la lesión y su extensión.

Tabla N°1 Clasificación topográfica de los infartos cerebrales (Oxfordshire Community Stroke Project, 1991)-(SSS-TOAST, 2005)

Clasificación topográfica de Infartos cerebrales			
	Frecuencia	Mecanismo de lesión	Características clínicas
TACI Infarto total de circulación anterior	15%	Embólico	Alteración de funciones corticales (afasia, discalculia, alteraciones visuoespaciales). -Hemianopsia homónima -Déficit motor y/o sensitivo, por lo menos en dos de las siguientes regiones: cara, miembro superior y miembro inferior.
PACI Infarto parcial de circulación anterior	35%	Cardioembolismo Aterosclerosis	-Dos de las tres características del TACI. -Déficit aislado de funciones corticales. -Déficit motor y/o sensitivo más restringido (p. ej. confinado a una extremidad).
LACI Infarto Lacunar	25%	**	- Síndrome hemimotor puro. -Síndrome hemisensitivo. Síndrome sensitivomotor. -Ataxia-hemiparesia (o disartria-mano torpe). -Movimientos anormales focales y agudos.
POCI Infarto de circulación Posterior	25%	Aterosclerosis	-Afectación ipsilateral de pares craneales con déficit motor y/o sensitivo contralateral. -Déficit motor y/o sensitivo bilateral. -Alteraciones oculomotoras. -Disfunción cerebelosa - Alteración aislada del campo visual
Circulación profunda			
Síndrome boundaries *	<p>Lesión en territorios irrigados por dos grandes arterias</p> <p>Entre la arteria cerebral anterior y media:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Afasia transcortical motora (menor fluencia, ecolalia). - Paresia proximal sin compromiso facial. <p>Entre la arteria cerebral media y posterior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Afasia sensorial. - Alteraciones visuales (Heminegligencia). - Ceguera cortical en caso de infarto bilateral. 		

Sistema Vertebrobasilar:	
Este sistema irriga el cerebelo, puente, cerebro medio, tálamo, lóbulo occipital, temporo- occipital y la médula.	
Arteria vertebral	<p>La oclusión de esta arteria provoca un infarto bulbar. Cuyos signos clínicos se caracterizan por:</p> <p>Síndrome de Wallenberg:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vértigo severo, nauseas, vómitos. - Disfagia. - Ataxia ipsilateral. - Síndrome de Horner - Pérdida de sensibilidad (temperatura y dolor) en hemicara ipsilateral y hemicuerpo contralateral.
Arteria basilar	<p>Esta arteria tiene arterias comunicantes hacia el tronco encéfalo. La oclusión de estas arterias puede provocar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de sensibilidad (temperatura y dolor) en hemicara ipsilateral y hemicuerpo contralateral. - Vértigo. - Nistagmus.
Arteria cerebral posterior	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración visual homolateral. - Palinopsia - Diplopía - Prosopagnosia. - metamorfosis - Dislexia - Discalculia - Ceguera cortical (si hay oclusión bilateral).
AIT: (Accidente transitorio o isquémico).	<ul style="list-style-type: none"> - Disfunción motora de las extremidades y/o hemicara contralateral. - Pérdida de visión en el ojo ipsilateral (amaurosis fugax) o en hemicampos contralaterales homónimos (hemianopsia homónima). - Síntomas sensitivos en hemicuerpo y/o hemicara contralateral. - Afasia, si el hemisferio afectado es dominante para el lenguaje.

Fuente: Adaptado de: Bamford et al. *Classification and natural history of clinically identifiable subtypes of cerebral infarctation. Lancet 1991; 337:1521-6*

1.5 Manifestaciones clínicas hemisféricas:

Las manifestaciones clínicas del Ictus pueden ser descritas por territorio lesionado (Tabla 1), pero esta enfermedad dentro de la heterogeneidad de sus clasificaciones, puede variar también en una multiplicidad de signos y síntomas. Presentados o no de acuerdo a la magnitud y lateralidad de la lesión (Tabla 2).

Tabla N°2: Clínica hemisférica Neuropsicológicas y del lenguaje

<i>Hemisferio derecho</i>	<i>Hemisferio izquierdo</i>
-Heminegligencia izquierda (50-85%) -Alteraciones visuoperceptivas. -Anosognosia (conciencia del déficit). -**Interpretación de matices, lenguaje corporal, lenguaje no verbal, protocolos sociales, reconocer perspectivas de terceros, sutilezas, sarcasmo y humor.	-Alteraciones del lenguaje, de gestos y comunicación. -Afasia -Apraxia: (de producción – alteraciones conceptuales) -Agnosia (incapacidad para reconocer un objetos) -Labilidad emocional

1.6 Deterioros asociados al ICTUS:

Entre las principales alteraciones/ Entre las alteraciones más frecuentes, se encuentran: los isuoespaciales. Y las hemianopsias (pérdida de la mitad del campo visual (20-57%).

- Alteración del campo visual:

Específicamente hablamos de hemianopsia (pérdida del campo visual entre un 20-57%). La pérdida del campo visual puede implicar un mayor riesgo de caídas, y se considera un importante predictor de estado funcional al momento del alta e independencia.(3) Es necesaria una derivación oportuna a un oftalmólogo para una adecuada valoración.

- Heminegligencia:

Clínicamente se define como la incapacidad para detectar, orientarse o responder a estímulos novedosos o significativos procedentes de regiones espaciales contralaterales debido a una lesión cerebral, no pudiéndose atribuir su origen a una alteración sensorial o motora. Su prevalencia varía entre el 15 y el 75% en lesiones vasculares que afectan al hemisferio derecho y entre el 2 y el 12% tras lesiones hemisféricas izquierdas.(9)

Percepción verticalidad

Varios estudios comentan sobre la alteración de percepción de verticalidad (línea media) en pacientes post ictus. Esta alteración está asociada a una dificultad para distribuir las cargas de peso corporal en forma simétrica y una alteración en la habilidad para recuperar el balance. (10)

2 Neurofisiología del Control Postural

El control postural corresponde a la causa y naturaleza del movimiento, involucra procesos motores, cognitivos y sensoriales complejos, que integran información sensorial desde variados sistemas (Propioceptivo, Vestibular y visual).(11)

El encéfalo se encarga de regular el sistema de control postural adaptativo, se correlaciona con la estabilidad y orientación hacia el entorno mediante la integración de estímulos para regular el control postural de forma automática y voluntaria. (12)

2.1 Bases neurofisiológicas del control postural normal

2.1.1 Centros neurales responsables del movimiento

Control Suprasegmentario /Neurona motora superior

Existen cuatro conjuntos neurales altamente interconectados que se encargan del control de movimiento:

Corteza áreas somatosensitivas y de asociación

El primer subsistema integra las aferencias sensitivas recibidas, los centros superiores generan proyecciones descendentes hacia el tronco encéfalo y la médula espinal, hasta la musculatura encargada del control postural y el movimiento.

Tronco encéfalo

En el segundo subsistema se agrupan las neuronas motoras superiores ubicadas en el tronco encéfalo y la corteza cerebral, que reciben aferencias sensitivas. Las proyecciones descendentes de la corteza motora primaria y la corteza pre motora (4 y 6 de Brodman) son imprescindibles para dar inicio al movimiento voluntario y el control de secuencias espaciotemporales complejas de movimiento. Los núcleos de las neuronas motoras superiores se encuentran en el tronco encéfalo, cumplen un rol importante en el desarrollo del control postural. Estas neuronas se encargan de regular el tono muscular, orientación de los ojos, de la cabeza y el cuerpo. Con aferencias recibidas desde los distintos sistemas (somático, auditivo, vestibular, visual). Información interoceptiva y exteroceptiva (corporal/sentidos y el entorno).

Los siguientes subsistemas involucran circuitos que integran eferencias corticales de neuronas superiores con las neuronas inferiores de forma indirecta mediante dos centros neuronales:

Cerebelo:

El tercer subsistema integra información en el cerebelo que se encarga de la regulación de sinergias musculares que controlan el movimiento y la postura, modulando la velocidad, la fuerza y dirección del movimiento, involucra procesos complejos de planificación anticipada del movimiento, control de movimiento voluntario (precisión y coordinación). ** El cerebelo, se encarga principalmente de regular las sinergias musculares. Además cumple un rol fundamental en el aprendizaje motor. Se encarga además de ajustar el movimiento ante el contexto y

tipo de tarea motora, así como la intensidad de fuerza utilizada por los músculos involucrados para mantener el tono postural. Varía en tarea efectuada y ambiente.

Gnglios basales:

El cuarto subsistema integra las aferencias neuronas motoras superiores en ganglios basales, cuyo rol consiste en inhibir los movimientos no deseados y preparar los movimientos voluntarios ordenados desde la corteza. son los responsables de los ajustes posturales anticipatorios (Feedforward) y adaptativos (Feedback),

Control segmentario / Neurona Motora inferior

Cada neurona inferior se dirige a fibras musculares orientadas a un músculo específico. En la médula espinal podemos identificar dos grandes vías en su porción ventral (anterior y medial). Que regulan en forma sinérgica los músculos para generar el movimiento. Las neuronas motoras gama que inervan las fibras musculares intrafusales. y las neuronas motoras alfa, que inervan las fibras musculares extrafusales. Esta sinergia de regulación del tono para mantener la postura y realizar movimiento, considera la información recibida de receptores interoceptivos ubicados en el músculo: los husos neuromusculares, receptores ubicados en el vientre muscular, que sensan los cambios de longitud de las fibras musculares. Y el órgano tendinoso de Golgi: ubicados en la unión miotendinosa, que sensan cambios de tensión de fibras del tendón. Los circuitos locales de aferencias sensitivas, las neuronas de circuito local y neuronas motoras alfa y gamma son de especial importancia para el control reflejo de la actividad muscular, los cuales incluyen el reflejo de estiramiento, el reflejo tendinoso y el reflejo de retirada; además de la activación de los circuitos denominados generadores centrales de patrones, los cuales aportan gran parte de la coordinación espacial y temporal de los movimientos rítmicos como la locomoción.(12)

Ahora bien, nuestro sistema también considera aferencias provenientes de otros sistemas para regular el control postural Estos son: Sistema sensorceptual, Sistema cognitivo y Sistema Motor.

El componente motor del control postural involucra la coordinación y fuerza apropiada para asegurar la adecuada orientación y estabilidad durante una acción motora o al mantener una postura.

2.2 Sistema sensorceptual

El procesamiento de los estímulos externos mecanosensitivos inicia por la activación de mecanoreceptores cutáneos y subcutáneos que se dirigen hacia el encéfalo por las vías ascendentes a través de medulaespinal, tronco del encéfalo, tálamo hacia la corteza somatosensitiva primaria (circunvolución poscentral lóbulo parietal) que a su vez se proyecta a la corteza de asociación del lóbulo parietal y estructuras subcorticales.

El sistema somatosensitivo brinda la capacidad de identificar formas y texturas de los objetos, controlar fuerzas internas y externas que actúan sobre el organismo en cualquier momento y detectar situaciones nocivas.(13)

2.2.1 Aferencias vestibulares

Este sistema se encarga de mantener el equilibrio y la estabilidad del cuerpo, ante movimientos de la cabeza. Se ubica en el oído interno y cuenta con dos tipos de receptores: los otolitos: sensibles a la orientación/posición de la cabeza y la aceleración lineal, y los canales semicirculares: sensibles al movimiento de rotación de la cabeza y la aceleración angular. Las fibras nerviosas que transmiten aferencias desde las máculas realizan sinapsis con los núcleos vestibulares inferiores, medios y laterales, se proyectan a través de la vía vestibuloespinal lateral y medial.

- La vía vestibuloespinal lateral que se origina en el núcleo vestibular lateral tiene gran influencia activadora en musculatura extensora de musculatura de extremidades ipsilaterales.
- La vía vestibuloespinal medial nace en el núcleo vestibular medial e inferior, desciende por el fascículo longitudinal medial que controlan la musculatura de cabeza, cuello, tronco y articulaciones proximales de las extremidades.(13)

Aunque las acciones de los órganos vestibulares se puedan separar conceptual y experimentalmente*

los movimientos reales del ser humano producen un patrón complejo de excitación e inhibición en los diversos órganos receptores en ambos lados del cuerpo, que es interpretado adecuadamente por el cerebro, de tal manera que cualquier pequeña alteración en el sistema vestibular provoca importantes desorientaciones y/o vértigos.(12)

2.2.2 Aferencias propioceptivas

Los receptores propioceptivos se encuentran en los extremos de las vías sensitivas y transmiten la información aferente hacia la corteza del cerebro donde se genera la propiocepción, es decir, donde se integra y compara esa información, generando esta experiencia de percepción de cómo está nuestro cuerpo en el espacio(14)

Los receptores se encuentran principalmente de articulaciones, músculos -tejido miofascial, realmente-, tendones, receptores de la piel y el oído para la posición de la cabeza, que funcionan como transductores convirtiendo la energía mecánica de la deformación física en la energía eléctrica de un potencial de acción del nervio, información que es una de las variadas informaciones que se integran y comparan, contribuyendo y manteniendo un mapa mental del cuerpo.(14)

2.2.3 Aferencias visuales

Los estímulos visuales percibidos por receptores sensibles a la luz ubicados en la retina: los conos (información de colores, visión diurna) y los bastones (información luz tenue, visión nocturna), integran la información al sistema visual hacia el quiasma óptico, donde se produce un cruce de información de los campos visuales, de modo que la información del campo visual derecho de cada ojo se verá representada en el hemisferio izquierdo, así como la información del campo visual izquierdo de cada ojo se verá representada en el hemisferio derecho.

La información recibida por los fotorreceptores se dirige luego hacia la corteza somatosensorial de cada hemisferio cerebral, por medio de la vía geniculoestriada hasta el cuerpo geniculado externo del tálamo, que proyecta la información hacia el área 17 de la corteza visual.

Desde allí es integrada en en cuatro zonas diferenciadas. El campo visual central se proyecta en la zona de la corteza periférica. El campo visual medio se proyecta a la zona de la corteza media. El campo visual superior se proyecta en el margen inferior de la corteza visual El ampo visual inferior se proyecta en el margen superior de la cisura calcarina. (15)

2.3. Sistema cognitivo

Percepción:

La percepción es la integración de impresiones sensoriales en información psicológicamente significativas, que involucra la interpretación de información aferente y eferente tanto corporal, como del entorno.

Visuopercepción:

La percepción visual tiene proyecciones no solo a la corteza visual, también dirige aferencias hacia el lóbulo frontal, temporal y sistema límbico.

Actualmente se rige por la teoría jerárquica con referencias y flujo de información entre estructuras. Pero se continúa investigando para esclarecer el paradigma que se discute para denominar estas corrientes como “dos vías o dos sistemas” (16).

En base a esto, considero que la mejor forma de referirme a ello es en base a la denominación anglosajona. (Ventral and dorsal Stream)

Ventral stream (Vía de corriente ventral):

- identifica e integra la información audiovisual (fonemas y sonidos del entorno) genera el puente entre el lóbulo occipital y el temporal.

Dorsal Stream (Vía de corriente dorsal):

- Identifica estímulos del entorno,

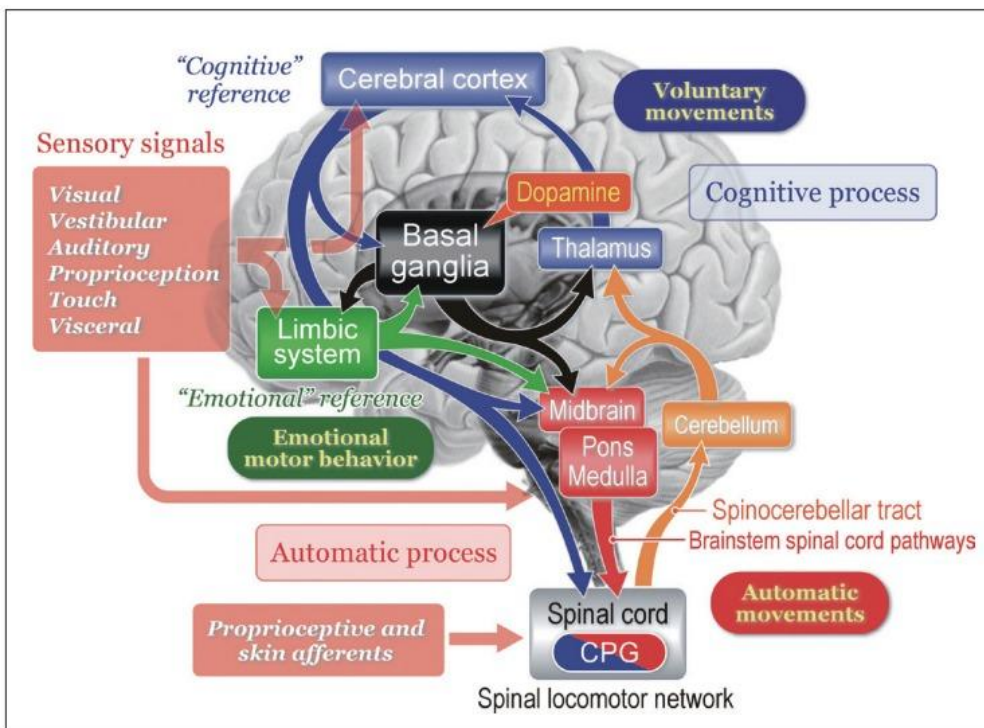
Occipito- parietal: se encarga de distribuir la información visual (V1) a áreas de integración para luego dirigir esta información hacia funciones superiores a tres áreas:

- 1.- Áreas parieto frontales: relacionado con memoria de trabajo espacial y movimiento de los ojos).
- 2.- Área parietomotoras : relacionado con tareas guiadas visualmente.se subdivide en dos ramas que se dirigen a la corteza pre motora dorsal y ventral. Que depende del movimiento de los ojos para realizar alcances y otras actividades.

- 3.- áreas parietotemporales relacionado con la navegación espacial, es el circuito más complejo de este grupo, presenta proyecciones directas e indirectas desde el lóbulo parietal inferior hacia el lóbulo temporal medio. (Hipocampo). Participa en el control del movimiento ocular, la atención y la navegación. Este sistema regula la planificación del movimiento, la imaginación y la memoria espacial. (17)

Para aprender un patrón motor de habilidad o de comportamiento en circunstancias poco familiares, el sujeto requiere acudir a información cognitiva sobre la postura, como es el esquema corporal, la ubicación del cuerpo respecto al espacio y su orientación con el espacio extra personal.

Figura xx: Integración de aferencias sensitivas, procesos cognitivos y movimiento



Fuente Neuroanatomía funcional de postura y marcha(16)

2.3 Aprendizaje motor:

Una forma común de estudiar el aprendizaje motor es perturbando el sistema en contextos experimentales. los individuos deben aprender a compensar dichas perturbaciones para llegar a un nivel óptimo de ejecución. La perturbación induce un error entre la organización motora y la actividad motora deseada. Este error de señal sirve de input para adaptar el modelo interno, el mapa entre la tarea deseada y la respuesta motora para ejecutar la tarea.(18)

3 Control postural normal de sedestación

3.1 Componentes del movimiento:

Para comprender las bases neurofisiológicas del control postural es necesario comprender algunos términos relacionados con el mismo.

El control postural implica el control de la posición del cuerpo en el espacio con los objetivos de orientación y estabilidad. Todas las tareas requieren de control postural, es decir cada tarea tiene un componente de orientación y uno de estabilidad. *La orientación postural* se define como la habilidad para mantener una relación apropiada entre los segmentos del cuerpo, y entre el cuerpo y el entorno a la hora de realizar una tarea. *La estabilidad postural* es la habilidad para controlar el centro de masa (COM) en relación a la base de sustentación (BOS). El centro de masa, se define como el punto que está en el centro del total de la masa corporal, donde se resume todo el peso de un cuerpo. La proyección vertical del COM se define como el centro de gravedad (COG). La base de soporte es el área del cuerpo que está en contacto con la superficie de soporte. Frecuentemente los términos balance, equilibrio y postura se usan como sinónimos de *control postural*. La principal variable controlada por el sistema nervioso central (SNC) durante el control postural es el COM. Para asegurar la estabilidad, el sistema nervioso genera fuerzas de control del movimiento del COM, el centro de distribución del total de fuerzas aplicadas a la superficie de apoyo se conoce como el *centro de presión* COP que se mueve continuamente alrededor del COM dentro de la base de soporte.(11)

El equilibrio emerge de la interacción del individuo, las tareas y el ambiente. Las tareas funcionales requieren tres tipos de control postural: estable, reactivo y proactivo. Limitaciones ambientales como el tipo de superficie de soporte, señales sensoriales y demandas cognitivas también tienen efecto sobre el control postural.

La estabilidad del tronco está condicionada al control neuromuscular de retroalimentación en respuesta a las perturbaciones internas y externas, incluidas fuerzas generadas a partir de los segmentos distales del cuerpo, así como de las perturbaciones esperadas o inesperadas.

En el cuerpo se deben cumplir tres requisitos importantes para la estabilidad:

- Primero debe haber suficiente feedback, preciso y completo, desde los mecanorreceptores y otros receptores, como el sistema visual, sobre el estado del cuerpo, disponible para el SNC. Esta información es utilizada para generar la entrada de control apropiadas a los músculos.
- En segundo lugar, la información debe ser transmitida con precisión hacia y desde el SNC.
- En tercer lugar, los músculos deben tener potencia suficiente para producir suficientes cambios rápidos en todos los grados de libertad. (11)

Los problemas en cualquiera de estas tres áreas pueden conducir a la inestabilidad, como sucede en el ictus.

A continuación se muestra una tabla donde se detallan las características del control postural en sedestación y bipedestación.

Tabla N°3: Análisis conceptos posturales de bipedestación y sedestación.

Concepto	Bipedestación	Sedestación
Control postural	Reactivo, estático, proactivo	Reactivo, estático, proactivo
Tronco estable para movilidad de extremidades	Para permitir la marcha	Instancia preparatoria para bipedestación y marcha.
Dirección de control	Anteroposterior	Anteroposterior / lateral
Base de sustentación	Pies	Pies, muslos, zona glútea.
Input somatosensorial	Pies	Pies, muslos, zona glútea

3.2 Reflejos posturales

- Reflejo Vestíbulo-ocular: Realiza ajustes en el movimiento de los ojos ante movimientos de la cabeza, para poder mantener estable la imagen en la retina. Este reflejo activa los conductos semicirculares (movimientos rotatorios de la cabeza), el utrículo y el sáculo (movimientos verticales y horizontales de la cabeza).
- Reflejo Opctoquiético: cumple la función de seguimiento ocular ante movimientos contrarios y lentos de la cabeza.
- Reflejo vestibulocervical y vestibuloespinal: Realiza movimientos compensatorios de la cabeza, tronco y extremidades para mantener el equilibrio y la postura. Se activación de los conductos semicirculares (movimientos rotatorios de la cabeza. Por estimulación de los receptores vestibulares (utrículo y sáculo) que sensan movimientos horizontales y verticales de la cabeza.

Tabla N°4: Coordinación segmentaria e intersegmentaria del control postural y el equilibrio.

Regulación Segmentaria	Regulación intersegmentaria
Reflejo vestibulocular Reflejo optocinético Reflejo vestibulocervical Reflejo cervicoocular Reflejo monosináptico de estiramiento Reflejo cervicocervical	Reflejos vestibuloespinales Reflejos de estiramiento de larga latencia Reflejo de punto de partida cutáneo o articular.

Referencia: tesis doctoral Ana María Martín(12)

Para mantener el equilibrio durante los distintos movimientos del tronco o de las extremidades, es necesario que el movimiento voluntario vaya precedido de un movimiento contrario y anticipado que traslade la proyección al suelo del centro de gravedad dentro de la base de sustentación(12)..

Es importante tener en cuenta que al momento de reentrenar equilibrio es mejor no limitarse a una sola sinergia de movimiento.

4 Control postural de sedestación en Ictus

Las alteraciones de la postura de sedestación en ictus puede ser considerada como una la mayor causa de dependencia, ya que el control de tronco es una habilidad que permite liberar extremidades superiores para realizar actividades de la vida diaria de manera independiente .

Como ya hemos revisado anteriormente, el control postural se refiere a la habilidad para mantener la postura erguida al realizar actividades funcionales compensando las perturbaciones corporales internas y externas para evitar caídas(19).

Entre las perturbaciones corporales se encuentran: la debilidad muscular bilateral, que puede ser considerado como un factor limitante durante la recuperación.(1)

- Tono muscular asimétrico: El tono de musculatura axial automático se encuentra enlentecido, reducido en rango de movilidad (ROM).
- Inestabilidad postural (depende del lado de la lesión), será más frecuente en lesiones del hemisferio derecho.
- Disminución y enlentecimiento de estrategias anticipatorias.
- Alteración de sensibilidad
- Déficit visuoperceptuales
- Alteración de la integración del esquema corporal.
- El control voluntario de musculatura apendicular se encuentra alterado, es más evidente en el lado pléjico.

4.1 Reacciones de balance

Luego de un ictus, los recursos biomecánicos y su capacidad para responder perturbaciones externas se ve disminuida. Específicamente hacia el lado pléjico.(19)

El proceso de estrategias anticipatorias involucra estructuras cerebrales suprasegmentarias corticales como la corteza motora suplementaria, área premotora, estructuras subcorticales como el tálamo, estructuras subtentoriales como los núcleos vestibulares y el cerebelo.

- Alternancia peso: alteración del esquema corporal, distribución del peso corporal, especialmente evidente en lesiones de hemisferio derecho.
- Soporte de peso asimétrico.: el centro de gravedad (CoP) se desplaza hacia el lado no afectado por la lesión. .
- Límite de estabilidad (LoS): desplazamiento voluntario del centro de gravedad fuera de la base de sustentación. (19)

Suruliraj et al, realizaron mediciones de balance con posturografía en sedestación, en las que consignaron que el balance lateral se ve más afectado que el balance anteroposterior(20).

5 Exploración física y neurológica

5.1 Escalas de diagnóstico para valorar el estado funcional etapa subaguda.

La evaluación ha de realizarse mediante escalas estandarizadas válidas y fiables. La valoración ha de incluir las áreas motoras, perceptivas sensitivas y visuales, la capacidad de lenguaje, aspectos cognitivos y emocionales. La valoración de la discapacidad física recogerá datos de las actividades de la vida diaria básicas.

Estado de gravedad de Ictus: Escala de RANKING

La evaluación del estado de gravedad del ictus se mide mediante la escala *RANKIN*. Esta escala valora en forma global el grado de discapacidad funcional de un ictus. Se divide en 7 niveles, desde 0 (sin síntomas) hasta 6 (muerte).

Estado cognitivo: *Mini Mental State Examination*.

La evaluación inicial del estado neurológico de los pacientes será medido mediante la escala de Minimental State examination (MMSE), esta es una escala psicométrica para valorar aspectos cognitivos, visuales, sensitivos y motores del paciente.

Aspectos Funcionales:

Control de tronco:

Existen varias herramientas clínicas para valorar la habilidad de los pacientes para mantener el equilibrio en sedestación.

He escogido el Postural Assessment Scale for Stroke, por su nivel de fiabilidad, estar validado en español y estar pensado específicamente para etapa aguda y subaguda específicamente para ICTUS.

Postural Assessment Scale for Stroke (PASS)

La Medición de equilibrio en sedestación se realizará mediante la escala PASS (Postural Assessment Scale for Stroke) (Anexo N°XX) que valora el equilibrio y el control postural en pacientes adultos post ictus. Está pensada para ser utilizada en en fases aguda (≤ 7 días) y subaguda (> 7 días ≤ 3 meses). Pero también puede utilizarse en fase crónica (> 3 meses). Esta escala valora: 7 ítems de movilidad (21 puntos) y 5 ítems de equilibrio (15 puntos). Con un total de 36 puntos. Esta escala se encuentra validada y traducida al español.(21)(22)

Independencia funcional: Barthel. /FIM**

El índice de Barthel es una medida funcional genérica de uso común en ICTUS. Mide el nivel de independencia del paciente, de acuerdo a sus capacidades para realizar 10 actividades básicas de la vida diaria. Tiene un total de 100 puntos, es confiable, válida y sensible a cambios. (Puntuación se registra 0-20 puntos dependencia total, 21-60 puntos dependencia severa, 61, 90 dependencia moderada, 91-99 dependencia leve, 100 independencia).

Riesgo de caídas

Escala para valorar riesgo de caída intra hospitalaria Escala de Dawnton.

Aspectos Neuropsicológicos

Percepción visual: The Motor-Free Visual Perception Test (MVPT-3)

Es un test estandarizado de percepción visual. Este test permite valorar la percepción visual independientemente de la habilidad motora del paciente.

Inicialmente pensado y desarrollado para niños, actualmente se utiliza para valorar adultos. Se puede administrar a niños (> 3 años) adolescentes y adultos (< 95 años)(23).

Atención espacial: Test Bisection Line.

Se presenta al paciente una lámina que contiene dos líneas. El paciente debe replicarlas, sirve para determinar Heminegligencia. (24)

Percepción visual Realidad virtual:

Cuestionario de Consecuencias Subjetivas.

Se trata de un cuestionario construido a propósito para este estudio, con 7 ítems relacionados con los posibles efectos subjetivos causados por la RV. Se preguntaba sobre sensaciones dolor de cabeza, mareos, sensación de náusea, cansancio, alteración de la percepción, vista cansada, y presión en la frente por el casco de RV. Los participantes puntuaban en una escala de 0 a 10, las posibles molestias o sensaciones que habían tenido durante o al terminar la experiencia de RV. La puntuación máxima sería de 70 puntos, y en cada ítem a mayor puntuación mayor grado de molestias.(25)

Prueba Observacional del Equilibrio Corporal.

Consiste en una prueba de equilibrio inmediatamente después de pasar por la experiencia de RV, donde los participantes debían permanecer durante 15 segundos con una pierna levantada y los dos brazos en cruz. Si no había pérdida de equilibrio o pérdida de la estabilidad, se consideraba correcta la prueba.(25)

6 Tratamiento convencional rehabilitación para el control de tronco en ictus

Cabanas-Valdés (26) realizó una revisión sistematizada de los diferentes tratamientos y su efectividad para mejorar el control de tronco en pacientes con ictus. Incluye once estudios con un total de 317 participantes, sobre ejercicios de entrenamiento del tronco (ETT) en pacientes adultos con ictus, el objetivo de esta revisión era establecer si estos ejercicios podían mejorar el control del tronco y el equilibrio en sedestación, y concluye que los ejercicios de entrenamiento del tronco, realizados ya sea en superficie estable o inestable, podrían ser una buena estrategia de rehabilitación y podrían ayudar a mejorar la función del tronco y el equilibrio dinámico sentado después del ictus.

Tabla N°5: Revisión Sistemática Cabanas-Valdés 2013

REFERENCIA	ESTUDIO	POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS	CONCLUSIONES-COMENTARIOS	CALIDAD DE EVIDENCIA
Cita abreviada: Cabanas-Valdés et al. 2013	Objetivos: Revisión sistemática de literatura sobre ejercicios de entrenamiento o del tronco (ETT) en pacientes adultos con ACV para establecer si los ETT pueden mejorar la función del tronco y el equilibrio sentado	Nº de estudios y pacientes: 11 Ensayos controlados aleatorizados 317 pacientes calidad Rango 3-8 PEDro Periodo de búsqueda: 1996-2012 Criterios de inclusión Pacientes adultos >18 años ictus subagudo o crónico, isquémico/hemorrágico. Capaces de entender instrucciones	Intervención: Ensayos que evaluaron EET con o sin fisioterapia convencional. Comparación: Compara con fisioterapia convencional.	Magnitud del efecto: Debido a la heterogeneidad de los estudios sostiene que el meta-análisis no fue posible, lo que dificultó la síntesis de la información y posibilidad de estimar la magnitud del efecto.	Conclusiones: Los ejercicios de entrenamiento del tronco, realizados ya sea en superficie estable o inestable, podrían ser una buena estrategia de rehabilitación y podrían ayudar a mejorar la función del tronco y el equilibrio dinámico sentado después del AVC. Comentarios: Los resultados favorecen el empleo de protocolos para entrenar los músculos del tronco en pacientes con ictus.	Calidad de la evidencia: Media

Tabla N°6 Características de las estrategias de intervención en el control del tronco según revisión sistemática de Cabanas-Valdés et al. 2013

Referencia	Descripción		Duración
	Grupo Experimental	Grupo control	
Lee et al. 2012	Ejercicios convencionales + 30min de entrenamiento dual-task, 3 veces por semana que incluyó: 5min calentamiento (elevar brazos, flexión y rotación de tronco) y entrenamiento sentado en superficie inestable (sobre disco, 90° de flexión rodillas, pies en suelo). En 3 pasos uno c/dos sem. 1ero mover una taza hacia adelante y a un lado en diagonal; 2do apuntar con una pelota y lanzarla; 3ero, pesca y bádminton. 12min de ejercicio con 1 min de descanso.	Ejercicios convencionales: Brunnstrom, Bobath, FNP, ejercicios de flexibilización y fortalecimiento, inclinación pélvica para control de tronco. Ocupacional: entrenamiento AVD. 30 min	Duración: 6 semanas, 5 sesiones por semana
Kumar et al. 2011	Ejercicios convencionales + 45min ejercicios individuales de tronco: Acostado: puente, puente unilateral, rotaciones de tronco con rodillas flexionadas, primero parte superior con manos en el pecho y luego parte inferior llevando rodillas al suelo. Sentado en superficie estable: mantener posición; flexión y extensión	Rehabilitación multidisciplinaria convencional	3 semanas, 6 veces por semana

	de tronco superior y luego parte inferior, flexión lateral de tronco desde hombro y desde pelvis. Rotaciones de tronco, carga de peso, alcance hacia adelante y lateral, perturbaciones.		
Karthikbabu et al. 2011	Fisioterapia convencional + 1 hora Ejercicios de entrenamiento de tronco (EET) en superficie inestable (balón terapéutico). En supino: puente pélvico, puente unilateral, rotación - flexión del tronco superior e inferior; sentado, flexión extensión selectiva de la parte inferior del tronco; flexión lateral del tronco superior e inferior; rotación de parte superior e inferior de tronco; cambios de peso; alcance lateral y hacia adelante.	Fisioterapia convencional + 1 hora. Los mismos ejercicios descritos en el grupo control en superficie estable.	3 semanas, 4 veces por semana
Saeyns et al. 2011	Fisioterapia convencional y TO + 30 min EET en supino con pies apoyados en suelo: puente pélvico, levantar pelvis a dere-izq de la línea media, levantar hombros simétrica y asimétricamente. Sentado: inclinación ant-post pelvis, alargar y acortar un lado del tronco, rotación parte sup tronco y luego parte inferior, rotación parte sup tronco contra resistencia. Arrastrar los pies hacia delante y hacia atrás en una superficie dura. Sentarse en una superficie inestable. Variables de tratamiento: con o sin soporte de pies, número de repeticiones, cantidad de feedback.	Fisioterapia convencional y TO, NDTA.	8 sem, 4 veces x sem. Total 16h
Ibrahimi et al. 2004	Ejercicios de fortalecimiento y estiramiento extremidades superiores e inferiores. 1-3 series de 10-15 repeticiones cada sesión. EET: ejercicios 20-30 min, sentado en taburete sobre almohadilla de aire, también una bajo los pies. Se pidió tocar una línea en la pared(a la altura de hombro) con brazo no afectado en tres direcciones hacia adelante, 45° a un lado, 45° al otro lado. 3 series de 20 repeticiones. (Altura de taburete y distancia de pared como en protocolo modificado de Dean y Shepherd 1997)	Igual que grupo experimental pero no se proporcionó ninguna inestabilidad.	2 semanas, 5 veces x semana
Verheyden et al. 2009	Rehabilitación multidisciplinaria convencional: + 30 min de EET: movimientos selectivos de parte superior e inferior de tronco en posición supina y sentado. Supino: puente, rotación de parte superior e inferior de tronco. Sentado: flexión y extensión de tronco superior y luego parte inferior, flexión lateral de tronco desde hombro y desde pelvis. Rotación parte sup tronco y luego parte inferior. Arrastrar los pies hacia delante y hacia atrás en una mesa de ejercicio	Rehabilitación multidisciplinaria convencional: fisioterapia, terapia ocupacional (TO) y cuidados de enfermería, neuropsicológica y del lenguaje.	5semanas, 4 veces por semana.
Dean 2007	Fisioterapia convencional + 30min EET (protocolo diseñado por Dean y Shepherd 1997) descrito en esta tabla.	Fisioterapia convencional + protocolo simulado de entrenamiento sentado, en silla con soporte, brazos apoyados sobre mesa, realiza tareas de manipulación con mano no afectada en distancias pequeñas.	2 semanas, 5 veces por semana
Howe 2005	Fisioterapia convencional + 30 min ejercicios de entrenamiento del tronco basados en el trabajo de Davis 1990. Incluyó práctica de actividades auto iniciadas orientadas a objetivos en varias posturas.	Fisioterapia convencional	4sem. 3 veces por semana, 12 sesiones
Pollock 2002	Concepto Bobath + 30 min EET	Concepto Bobath	4sem. 5veces por semana
Mudie 2002	Tres grupos. 1 terapia convencional + 30min EET: sentado con los pies en el suelo, debe alcanzar objetos colocados detrás o a los lados o en el suelo a una distancia determinada y colocarlos en una repisa a diferentes alturas y profundidades. 2 30min Bobath + terapia convencional. 3 Balance Performance Monitor, el sujeto sentado con los pies tocando el suelo, debía desplazar el peso a ambos lados al mismo tiempo para llegar a tocar un objetivo con	TO y fisioterapia convencional	2sem. 5veces por semana

la mano no parética a diferentes alturas y distancias, e intentar volver a una posición simétrica después de alcanzarlo, con y sin feedback.

Dean y Shepherd 1997	Programa estandarizado: Taburete y mesa de altura modificable, plataforma de fuerza. Paciente sentado, con la mano no afectada debe alcanzar un vaso en la mesa y beber, primero hacia adelante, luego 45 ° hacia el lado no afectado, y 45 ° hacia el lado afectado.	Entrenamiento simulado, pcte sentado en silla con soporte, brazos apoyados sobre mesa, realiza tareas de manipulación con mano no afectada en distancias pequeñas.	2sem. 5 veces por semana
----------------------	--	---	--------------------------

En conclusión, toda la evidencia científica encontrada para rehabilitar el control postural en sedestación está basada en ejercicios convencionales de fortalecimiento(27).

7 Realidad Virtual:

Levac (2016) define la realidad virtual como un sistema simulaciones de ambientes reales o imaginarios en los que los participantes interactúan utilizando sus propios movimientos(28). Estas simulaciones son generadas por ordenador en el que mediante una interfaz, permiten en un ambiente tridimensional y en tiempo real, al usuario navegar e interactuar (29).

Los programas de RV están diseñados para ser más interesantes y atractivos con respecto a las terapias tradicionales, permitiendo la recreación de entornos virtuales que la persona puede vivir como reales y seguros consiguiendo que el paciente afronte situaciones complejas y realice un mayor número de repeticiones de los ejercicios(30).

7.1 Realidad virtual y su aplicación clínica

La Realidad Virtual (RV) supone un avance y está teniendo nuevas aplicaciones en todos los ámbitos, pero es necesario también evaluar su impacto sobre el individuo, con el fin de saber qué efectos tiene esta tecnología sobre los usuarios cuando se utiliza de forma intensiva o cuando se abusa de ella, sobre todo en las aplicaciones lúdicas actuales, cada vez más virtuales o tridimensionales. No sólo el sector de ocio está utilizando la RV, sino que son cada vez más numerosas las aplicaciones inmersivas dirigidas a rehabilitación, adquisición de habilidades, tratamientos clínicos(31).

7.2 Tipos de tecnología de realidad virtual:

Los sistemas de RV que se utilizan en rehabilitación pueden ser de dos tipos Inmersivos o no inmersivos: (32)

Entorno virtual inmersivo

Esta modalidad presenta un ambiente tridimensional generado por ordenador, en los que el paciente realiza actividades programadas, interaccionando a través de cascos de visualización estereoscópica, guantes de datos, pantallas interconectadas,

cabinas o cuevas virtuales que abarcan un amplio campo de visión y que representan escenarios virtuales, respectivamente.

Entorno virtual no inmersivo

Los entornos virtuales no inmersivos: son diferentes a los anteriores por no necesitar hardwares adicionales al propio ordenador o de otros dispositivos y su bajo coste. El paciente, a través de una ventana de escritorio, con un teclado o ratón y/o un mando sencillo, interactúa con el mundo virtual. Estos sistemas resultan aceptados rápidamente por parte de los pacientes y más accesibles a ellos.

7.3 Consideraciones técnicas para que la imagen se perciba como real.

Para que la RV pueda engañar al cerebro y hacer creer que lo que vemos es real tiene que haber un tiempo mínimo entre el movimiento de la cabeza y la nueva imagen de lo que vemos. A su vez, debe considerar los ajustes de cambios de perspectiva del usuario de sus ojos y de su cabeza.

Este tiempo es la latencia de movimiento a fotón. Cuanto menor sea, mejor será la calidad de la imagen y la percepción por parte de los individuos. Cualquier demora perceptible que haga que el oído interno registre algo diferente a lo que ven los ojos puede generar malestar. En general, en la RV la latencia no debería superar los 20ms.

Se debe procurar que las imágenes tridimensionales presentadas deben ser proporcionales a la perspectiva del usuario.

Campo visual

El humano, presenta un campo visual aproximado de 220°. En términos de RV el campo visual binocular que se utiliza corresponde a un espacio de 110°. Esta área de alcance visual permite la visión en 3D de cada ojo.

En RV, cuanto mayor es el campo visual, es mejor. Los sistemas de RV admiten una media de 110° grados, que corresponde sólo a un 55% del Campo Visual perceptible promedio, Si bien es suficiente para abarcar la mayor parte de nuestra visión binocular. Esto puede crear una sensación de estar mirando hacia un túnel, ya que nuestra visión periférica detecta los bordes laterales de las gafas.

7.4 Efectos de la terapia de realidad virtual

Algunos estudios sugieren que el entrenamiento repetitivo y de larga duración usando interfaces hombre-máquina y realidad virtual ayudan a la recuperación física y funcional.

Entre los efectos de la terapia de realidad virtual en las personas sanas, se observa una mejoría en el aprendizaje y la ejecución de actividades motoras; esto se ve evidenciado por el aumento en los procesos de retroalimentación visual, táctil y/o auditivo (29)

La VR es una tecnología innovadora que cuenta con características que pueden ser de mucha ayuda tanto para el diagnóstico clínico como para tratamiento, es una herramienta versátil, la modalidad inmersiva presenta un ambiente presentado y percibido como realidad. Esta combinación proporciona una motivación adicional al ejecutar una tarea.

Ventajas de la realidad virtual

La rehabilitación virtual también ofrece la capacidad de individualizar las necesidades de tratamiento, mientras que proporciona una mayor estandarización de los protocolos de evaluación y capacitación. De hecho, la evidencia preliminar indica que la realidad virtual ofrece un medio único en el que la terapia puede ser proporcionada dentro de un contexto funcional, donde se puede clasificar y documentar los resultados fácilmente.(25)

Desventajas de la realidad virtual

Ciber-molestias; estos trastornos pueden ser visuales, desorientación, inestabilidad postural, náuseas, dolor de cabeza, dolores posturales, entre otros, y su principal causa es una mala adecuación entre el sistema visual, el sistema vestibular y el sistema ambulatorio o postural. (25)

El individuo recibe señales de movimiento, pero el sistema vestibular indica que no hay cambio postural y tampoco movimiento. En el momento en que el individuo no puede integrar rápidamente esta información, muy diferente de su mundo habitual (aunque lo simule), se producen molestias y problemas fisiológicos. También el desfase de sincronización entre las imágenes, la detección del movimiento en el casco y la integración con el feedback visual correspondiente, causa problemas de orientación y mareos.

Howart y Hodder (2008)(33) estudiaron los efectos de adaptación al movimiento y la disminución de los efectos secundarios en personas jugando con un videojuego de conducción con un casco inmersivo, y manejaron distintos niveles: 20 minutos diarios durante una semana seguida, ese tiempo una vez cada dos días, y ese tiempo una vez a la semana. Indicaron que los efectos de mareos, náuseas y malestar se iban reduciendo al aumentar el número de sesiones, la variable fundamental no era el tiempo entre exposiciones, sino la secuencia de exposiciones seguidas que producía habituación y disminución de esas molestias.(29)

8 Propuesta de Investigación

9 Planteamiento del problema

El mantener una postura de manera estable, el equilibrio y la marcha son unos de los principales objetivos en rehabilitación funcional (Abordados desde fisioterapia). Es una de los aspectos clínicos considerados para realizar transferencias, pensados tanto en el ámbito intra hospitalario como extra hospitalario.

La independencia funcional implica la capacidad para desarrollar actividades de la vida diaria básicas (como acomodar vestimenta, realizar los desplazamientos en el hogar)(34).

La habilidad de mantener el control postural en sedestación, simplifica enormemente el realizar su vida cotidiana y la de sus cuidadores.(35)

El control postural es fundamental para la vida independiente. Cada año un tercio de las personas mayores de 65 años sufren caídas. El 70% de los pacientes que han sufrido un ictus y que no están institucionalizados caerán durante el primer año. La mayor parte de las caídas ocurren mientras se camina en el dormitorio y en el lavabo.(3)

10 Justificación del estudio:

Entre las secuelas de un ictus se evidencian alteraciones de sensibilidad, motoras, visuoperceptuales y cognitivas. Que merman la capacidad de mantener la posición erguida.(36)

La habilidad del reconocimiento corporal es una parte esencial de la recuperación de la independencia funcional, restaurar el control postural es un objetivo fundamental de la rehabilitación, ya que asegura la estabilidad para una actividad y la orientación de las habilidades funcionales.(37)

Las reacciones de balance son un aspecto fundamental en el control postural y la independencia funcional. En clínica el tratamiento rehabilitador para recuperar el equilibrio y control de tronco en sedestación suele dirigirse mediante desplazamientos gentiles del centro de masa del paciente fuera de la base de sustentación, observando en todo momento las reacciones y respuesta motora del paciente.

A pesar de contar con herramientas clínicas validadas, el control de tronco pasa a un plano secundario, técnico y poco objetivo en el día a día de terapeutas.

La realidad virtual utiliza estímulos visuales para medir el efecto sensorial y las respuestas posturales al estar sometido a dichos estímulos(38), puede influenciar mejora en el control postural y el equilibrio. En este contexto, los pacientes pueden ser desafiados continuamente por el cambio constante de tareas diseñadas para evocar reacciones de equilibrio, automáticas, adaptativas y de aprendizaje.

El uso de dispositivos junto con el entorno virtual proporciona una alternativa a los procesos tradicionales de rehabilitación, que producen resultados significativos en pacientes con ictus en cuanto a la recuperación motora. Los principales factores claves dentro de este proceso rehabilitador son: la repetición de tareas, la simulación de actividades reales, la retroalimentación y la motivación del paciente.

Aspectos motivacionales orientados a la tarea pueden aumentar la adherencia a un programa de rehabilitación integrando estímulos multisensoriales(31).

Estos estímulos implican que el paciente participe en forma más activa en los ejercicios solicitados y que potencialmente puede mejorar los resultados, no solo en el aspecto motor del control postural, sino que también a nivel atencional, y por ende, acelerar el proceso de recuperación.

El desarrollo y uso de la tecnología puede optimizar los procesos de intervención terapéutica, pues genera ambientes enriquecidos que dinamizan el aprendizaje motor y arroja información objetiva del desempeño del paciente para medir el progreso del mismo.

Esto anima a generar investigaciones que demuestren la eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación clínica para re adquirir actividades motoras que se ven comprometidas luego de un Ictus.

-]|

Commentaire [T1]: <https://www.erudit.org/en/journals/ms/2003-v19-n10-ms559/007173ar/>

11 Hipótesis

Un programa de Intervención con Realidad virtual es eficaz para mejorar el control postural y el equilibrio en sedestación en pacientes con Ictus.

Estímulos visuales y vestibulares podrían generar reacciones de balance en pacientes post ictus durante una intervención de realidad virtual en etapa subaguda.

12 Objetivos de la investigación:

12.1 Objetivo principal:

Evaluar el efecto de un programa de intervención de realidad virtual inmersiva en el control postural y equilibrio en sedestación en pacientes post ictus

12.2 Objetivos secundarios:

- Valorar si estímulos visuales y vestibulares presentados mediante RV en pacientes con ictus genera reacciones de balance.
- Medir las reacciones posturales a nivel del tronco al programa de intervención con realidad virtual en pacientes con Ictus.
- Determinar los valores de inclinación anteroposterior e inclinaciones laterales que serán utilizadas para el estudio.

13 Materiales y métodos.

Características del grupo de estudio

Se incluirá una muestra de 20 sujetos con diagnóstico de Ictus en fase sub aguda que forman parte del programa de rehabilitación funcional de Institut Guttmann Hospital de Neurorrehabilitación.

Cálculo de la muestra en base a la recomendación de (Walter et al).

14 Variables del estudio

Variables demográficas
Edad :
Sexo:
Peso:
Altura:
Variables clínicas
Lateralidad afecta
Reacciones de balance
Tests clínicos

14.1 Criterios de inclusión

- Pacientes diagnosticados con Ictus
- Edad entre 18 y 65 años
- Pacientes médicamente estables
- Equilibrio de tronco independiente /sin soporte lumbar (5 minutos la posición de sedestación independiente).

14.2 Criterios de exclusión

- Alteraciones visuales (Heminegligencia, hemianopsia, Diplopia).
- Alteraciones vestibulares.
- Incapacidad para mantener la posición sedente sin apoyo lumbar durante 5 minutos. (Item 8 PASS).
- Deterioro cognitivo que impida seguir instrucciones y el cumplimiento del programa (MMSE <24).
- Movimientos involuntarios.
- Afasia Global.

14.3 Escalas de valoración clínica (Inicial)

La evaluación incluye escalas para valorar el estado funcional a nivel motor, perceptivo, sensitivas, aspectos cognitivos y las actividades de la vida diaria básicas.

- Estado general de Ictus: Escala de RANKIN.
- Estado cognitivo: Mini Mental State Examination.

- Control de tronco: Postural Assessment Scale for Stroke. (PASS)
- Riesgo de caídas intrahospitalarias Downton.
- Actividades de la vida diaria: FIM – Barthel
- Percepción visual: Line bisection Test
- Atención espacial: Test de la campana.
- Realidad virtual: Cuestionario de Consecuencias Subjetivas.

Escala de valoración inmediatamente después de la intervención.

- Prueba Observacional del Equilibrio Corporal.

14.4 Instrumentos técnicos:

Tal como se ha indicado anteriormente, el primer entorno de VR donde se realizará el estudio será sobre la popa de un barco colonial, sobre el mar. Este entorno se podrá visualizar gracias a las gafas HTC Vive disponibles en Institut Guttmann, Hospital de rehabilitación. El input visual de RV presentará la imagen de un barco que se moverá en dos direcciones (Antero-Posterior e Inclinación lateral). Para registrar el desplazamiento del tronco se colocarán dos sensores vive tracker para monitorizar el movimiento y las reacciones del paciente.

Gafas vive HTC: La Vive de HTC tiene dos pantallas OLED (sigla inglesa de diodo orgánico de emisión de luz) de 3,5 pulgadas (9,9cms) con una resolución de 1080 x 1200 píxeles por ojo y un total de 2160 x 1200. Pero ¿qué resolución debería tener el ojo humano para eliminar la diferencia entre lo real y lo virtual. El científico Roger N. Clark hizo un cálculo ya famoso: se necesitarían 576 Mp. para ocupar todo nuestro Campo Visual y no percibir ninguna diferencia. Sin embargo, la resolución de nuestros ojos no es la misma en todo nuestro Campo Visual.

Donde más detalles percibimos es en la fovea, un área en la parte posterior de los ojos que alberga más o menos el 50% de nuestras células fotorreceptoras, responsables solo del 2% de los que vemos.

El renderizado foveado (foveated rendering) es una técnica que aprovecha este hecho, donde las resoluciones muy altas solo se muestran delante de la fovea, algo que se logra con seguimiento ocular. Esto también disminuye la potencia requerida, ya que para la visión periférica no hace falta que la resolución sea alta.

Sensores Vive tracker: Estos sensores ofrecen un seguimiento muy sofisticado en 6 ejes a escala en la habitación. Requiere estaciones “Faros” que emiten secuencias rápidas de destellos de luz infraroja que son recibidos por el mando y los sensores infrarojos de las gafas. Esto se conoce como “sincronización óptica”.

Luego cada rotor envía señales de luz laser a través de la habitación. Lo que permite una localización precisa de los sensores y las gafas al interior del espacio de intervención.

Para determinar el desplazamiento exacto de estos sensores, necesitamos calibrar inicialmente para tener un punto de referencia durante 30 segundos. Esa calibración nos permitirá registrar el movimiento del tronco en forma objetiva.

15 Diseño del estudio

- Tipo de estudio: Experimental, muestreo aleatorio, cruzado.

Grupo Experimental: 6 semanas RV – 2 semanas de pausa – 6 semanas terapia convencional.

Grupo Control: 6 semanas Terapia convencional – 2 semanas de pausa – 6 semanas de RV.

16 Duración del estudio

Según el estudio de Aguayo et al.(25) Recomiendan dosificar moderadamente el uso de RV, en sesiones de periodos cortos y continuados a lo largo de varios días. De esta forma, en casos de percibir cyber molestias podrían ir disminuyendo progresivamente.

- 8 minutos de intervención al día.
- 5 veces por semana
- Terapia de RV durante 6 semanas /terapia convencional.
- Pausa 2 semanas
- 6 semanas terapia convencional / Terapia de RV
- Seguimiento durante 4 semanas.

17 Protocolo de estudio

Los participantes serán evaluados durante la misma semana intervención. El primer día de evaluación se administrarán escalas de evaluación clínica orientadas a valorar el estado inicial del paciente y determinar si cumplen o no con los criterios para participar en el estudio.

Para aislar la respuesta del tronco, y evitar la activación muscular de otros segmentos corporales, situaremos a los individuos sentados sobre una camilla clínica de altura regulable. Evitaremos el aumento de la base de sustentación por puntos de apoyo podal y de extremidades superiores, solicitando que los sujetos de estudio mantengan los brazos en alto, evitando el contacto con el cuerpo y con la camilla.

Este proyecto busca generar respuestas posturales mediante la percepción de aferencias visuales y vestibulares, la sensación de la orientación de la cabeza en el ambiente en el que los pacientes estarán inmersos. Para medir este cambio, se ubicarán dos sensores live tracker para poder registrar las reacciones de balance del tronco al intentar recuperar estabilidad. Estos sensores serán colocados de manera estratégica sobre el paciente con el fin de extraer valores respecto a la postura antes y después de sufrir la inclinación del horizonte en el mundo virtual.

Los pacientes serán re-evaluados al cabo de 6 semanas de intervención y al cabo de 4 semanas pos intervención.

Tabla N° : Mediciones durante la intervención

	Semana 1	6 semanas	Semana 7 Semana 8	6 semanas	4 semanas	Semana 20
Grupo experimental	1° valoración	RV	Pausa	T. Convencional	Seguimiento	Valoración final
Grupo Control	1° valoración	T. Convencional	Pausa	RV	Seguimiento	Valoración final

18 Etapas de Intervención

Se explicará claramente a cada paciente la intervención, exponiendo los Tras explicar detalladamente la intervención y firmar el consentimiento informado, como menciona

Se realizarán las siguientes pruebas funcionales del paciente:

- Estado general de Ictus: Escala de RANKIN.
- Estado cognitivo: Mini Mental State Examination.
- Control de tronco: Postural Assessment Scale for Stroke. (PASS)
- Riesgo de caídas intrahospitalarias.
- Actividades de la vida diaria: FIM – Barthel
- Percepción visual: Motor free visual perception test.
- Atención espacial: Line Bisection Test.
- Realidad virtual: Cuestionario de Consecuencias Subjetivas.

18.1 Intervención Pacientes Ictus.

El entorno de RV y las inclinaciones serán probados en pacientes del Hospital siguiendo la pauta y las condiciones acordadas en los criterios de inclusión y exclusión. Existe la posibilidad de cambios, según el paciente en cuestión y / o las respuestas obtenidas durante la fase de prueba. Con ello, se recopilarán los datos con el fin de extraer conclusiones.

18.2 Aspectos metodológicos del programa de realidad virtual:

Se presentará un entorno tridimensional inmersivo, que muestre una animación de realidad virtual de un barco colonial sobre el agua.

Imagen N° : Imagen del estímulo a presentar



Dicho barco se moverá específicamente en dos sentidos:

1. Anteroposterior.
2. Laterales.

Movimientos y ejes:

3. Eje frontal: movimiento anteroposterior del tronco en el plano sagital.
4. Eje Anteroposterior: movimientos laterales de tronco.

18.2.1 Ajuste de instrumentos de medición en los sujetos:

- Paciente se sienta sobre la camilla. (Se asiste la transferencia silla a camilla en caso de ser necesario).
- Ajuste de sensores de movimiento en el paciente en sedestación. Son 2 sensores vive tracker que se ubicarán en un punto de referencia "fijo" (L1) y un segundo punto de referencia superior a nivel del cuerpo del esternón.
- Presentación de las gafas de realidad virtual al paciente y ajuste en la cabeza.
- Ajuste de cascos.

*El programa de entrenamiento de control de tronco será supervisado en todo momento por un fisioterapeuta atento a las reacciones posturales del sujeto de estudio.

Tabla N° xx: Protocolo de Intervención VR

	Fase	Duración	Estímulo visual	Instrucción
Fase de Calibración	Primera fase de calibración o de soporte	30 seg.	Barco quieto sobre el mar	<i>¡Empezamos la fase de Calibración! Manténgase lo más quieto posible mirando hacia adelante</i>
Fase Anteroposterior	Primer minuto AP	1 Min.	Barco en movimiento a 25° 13'3333s	<i>Por favor, continúe mirando hacia delante</i>
	Segundo minuto AP	1 Min.	Barco en movimiento a 25° 13'3333s	<i>Intente no caer del barco</i>
Descanso	Pausa	1 min.	Barco quieto	<i>¡¡Muy bien!! Ya ha acabado la primera fase. ¡¡Hagamos una pausa!!</i>
* Se quitan las gafas y los cascos				
Segunda fase de Calibración	Segunda fase de calibración	30 seg.	Barco quieto	<i>De nuevo, calibramos Manténgase lo más quieto posible mirando hacia delante.</i>
Fase de Inclinación Lateral	Primer minuto	1 minuto	Barco movimiento a 15° 8s	<i>Por favor, continúe mirando hacia delante</i>
	Segundo minuto	1 minuto	Barco movimiento a 15° 8s	<i>Intente moverse para no caer del barco.</i>
	Tercer Minuto	1 minuto	Barco movimiento a 30° 16s	<i>Perfecto, ¡¡siga así!! Ya se acaba.</i>
Fase Final				<i>Hasta aquí la sesión. ¡¡Muchas gracias!!</i>

Pruebas post intervención:

- Cuestionario abreviado realidad virtual.
- Prueba Observacional del Equilibrio Corporal.

Commentaire [T2]: <https://www.iipsy.com/volumen13/num2/353/efectos-secundarios-tras-el-uso-de-realidad-ES.pdf>

Variables de resultados y herramientas de medición

Los sensores de registro aportarán información sobre la inclinación de tronco en sentido anteroposterior e inclinaciones laterales del tronco.

19 Resultados

Los datos obtenidos serán analizados a través de regresiones lineales y transformada de Fourier para valorar la frecuencia de movimiento de inclinaciones del tronco y el porcentaje de coincidencia con el movimiento de oscilación del barco.

19.1 Análisis estadístico

Las características funcionales y demográficas generales de los pacientes se presentan como medianas con sus rangos intercuartílicos y como frecuencias con sus porcentajes. Para todas las puntuaciones de las escalas aplicadas, se hizo un análisis no paramétrico de Wilcoxon para muestras relacionadas. El tamaño del efecto se calculó a partir de la fórmula: z/\sqrt{n} , en la que Z es el puntaje Z obtenido de la prueba de Wilcoxon y n es el número total de observaciones (30). Los datos se procesaron con el programa estadístico IBM SPSS, versión 21 para Windows(34).

6 Conclusión

Podría afirmarse, pues, que la realidad virtual afecta al equilibrio del organismo, y cuanto mayor es el tiempo continuado de esa inmersión mayor es la alteración que sufren los individuos. Esto no llevaría a pensar que el equilibrio se altera proporcionalmente al tiempo de exposición continua al entorno virtual.

Sería recomendable tener en cuenta este aspecto en el uso de videojuegos, o la misma práctica clínica, para recomendar a las personas un descanso posterior, con reposo ligero, y una espera hasta comprobar que el equilibrio vestibular sea adecuado.

Commentaire [T3]: <https://www.iipsy.com/volumen13/num2/353/efectos-secundarios-tras-el-uso-de-realidad-ES.pdf>

La literatura sugiere una progresión prudente, no intensiva de RV, por el impacto o posibles efectos secundarios (vértigos, mareos, dolor de cabeza). La perturbación del sistema debe realizarse a dosis e intensidades controladas. Aún no se han establecido parámetros específicos, por lo que es necesario realizar estudios que ayuden a esclarecer esta y más particularidades de la terapia mediante realidad virtual.

7 Anexos

Tabla xx: Tests de control de tronco :Overview of the most common items of : Trunk control Test (TCT), Trunk Impairment Scale (TIS), Postural Assessment Scale for Stroke (PASS), Ottawa Sitting Scale (OSS), Function in Sitting Test (FIST), Physical Ability Scale (PAS), Trunk Recovery Scale (TRS), Balance Sitting and Standing Possition (BASSP) and Sitting–Rissing Test (SRT).

Items	TCT	TIS	PASS	OSS	FIST	PAS	TRS	BASSP	SRT
Mantener la posición sedente	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Movimientos laterales de tronco		X	X	X	X	X			
Elevación de Cadera (desde el sedente)		X		X		X			
Rotación de tronco		X		X	X		X		
Movimiento antero-posterior del tronco			X	X	X	X			
Empuje desde 4 direcciones desde sedente					X			X	
Movimientos de la cabeza					X	X	X		
Movimientos de extremidades						X	X		
Recoger un objeto			X		X			X	
Giros hacia izquierda/derecha (desde supino)	X		X			X	X		

Fuente: Trunk performance after stroke : Assessment tools.(22)

Anexo XX Postural Assessment Scale for Stroke Patients, versión Española.

Movilidad	Item 1. En decúbito supino Girarse por el lado afecto	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Item 2. En decubito supino, girarse por el lado no afecto	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Item 3. De supino a sentado al borde de la cama o camilla	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Item 4. Sentado sobre la camilla o cama, pasar a decubito supino	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Item 5. Sentado sobre la camilla o cama, levantarse	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Item 6. De pie, pasar a sentado	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Item 7. De pie, poder coger un objeto del suelo	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
Total movilidad (21 puntos)		
Equilibrio	Item 8. Sentado sin apoyo al borde de la cama o camilla, los pies tocan al suelo	Imposible (0 puntos) Necesita un apoyo moderado de una mano (1 punto) Se mantiene sentado mas de 10 segundos sin ayuda (2 puntos) Se mantiene sentado mas de 5 minutos sin ayuda (3 puntos)
	Item 9. De pie con apoyo	Imposible (0 puntos) Necesita dos personas (1 punto) Ayuda moderada de una persona (2 puntos) Necesita solo la ayuda de una mano del paciente (3 puntos)
	Item 10. De pie sin apoyo	Imposible (0 puntos) Puede mantenerse de pie al menos 10 segundos sin ayuda (probablemente de manera muy asimétrica) (1 punto) Puede mantenerse de pie al menos un minuto sin ayuda (2 puntos) Puede mantenerse de pie al menos un minuto sin ayuda y además puede hacer movimientos amplios del (los) miembro(s) superior(es) por encima del hombro (3 puntos)
	Item 11. Apoyo monopodal del lado afecto sin ningun tipo de ayuda	Imposible (0 puntos) Solo unos segundos ≤ 5 (1 punto) Mas de 5 segundos ≤ 10 (2 puntos) Mas de 10 segundos (3 puntos)
	Item 12. Apoyo monopodal del lado sano sin ningun tipo de ayuda	Imposible (0 puntos) Solo unos segundos ≤ 5 (1 punto) Mas de 5 segundos ≤ 10 (2 puntos) Mas de 10 segundos (3 puntos)
Total equilibrio (15 puntos)		
Total Escala PASS (36 puntos)		

Bibliografía

1. Suruliraj Karthikbabu,1 Mahabala Chakrapani,2 Sailakshmi Ganeshan,3 Kedambadi C Rakshith,4 Syed Nafeez 1 and Venkatesan Prem1. A review on assessment and treatment of the trunk in stroke A need or luxury. *Neural Regen Res.* 2012;7.
2. Hsieh CL1, Sheu CF, Hsueh IP WC. Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke. *Stroke* [Internet]. 2002; Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12411652/>
3. Xu T, Clemson L, O'Loughlin K, Lannin NA, Dean C, Koh G. Risk Factors for Falls in Community Stroke Survivors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. marzo de 2018 [citado 9 de junio de 2019];99(3):563-573.e5. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999317305282>
4. Quintino LF, Franco J, Gusmão AFM, Silva PFDS, Faria CDCDM. Trunk flexor and extensor muscle performance in chronic stroke patients: a case-control study. *Brazilian J Phys Ther* [Internet]. 2018 [citado 9 de junio de 2019];22(3):231-7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29258736>
5. Verheyden G, Nieuwboer A, De Wit L, Feys H, Schuback B, Baert I, et al. Trunk performance after stroke: an eye catching predictor of functional outcome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* [Internet]. 18 de diciembre de 2006 [citado 9 de junio de 2019];78(7):694-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17178824>
6. Sanidad MDE, Social T. Estrategia en Ictus del Sistema Nacional de Salud. 2009.
7. Díez-Tejedor E, Del Brutto O, Álvarez-Sabín J, Muñoz M, Abiusi G. Clasificación de las enfermedades cerebrovasculares. Sociedad Iberoamericana de Enfermedades Cerebrovasculares. *Rev Neurol.* 2001;33(5):455-64.
8. Montaner DJ. Fisiopatología de la isquemia cerebral. 1.ª ed. ICG Marge S, editor. Valencia; 2007. 14-15 p.
9. Aparicio-López C, García-Molina A, Enseñat-Cantallops A, Sánchez-Carrión R, Muriel V, Tormos JM, et al. Heminegligencia visuo-espacial: aspectos clínicos, teóricos y tratamiento [Visuospatial neglect: clinical, theoretical and treatment aspects]. *Acción Psicológica.* 2015;11(1):95.
10. Baggio JAO, Mazin SSC, Alessio-Alves FF, Barros CGC, Carneiro AAO, Leite JP, et al. Verticality perceptions associate with postural control and functionality in stroke patients. *PLoS One.* 2016;11(3):1-11.
11. Shumway-Cook A WM. *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice.* 5th ed. Wilkins ed. LW&, editor. 2016. 153-306 p.
12. Martín AM. Bases neurofisiológicas del Equilibrio Postural [Internet]. Universidad de Salamanca; 2004. Disponible en: <https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/115263/NeurofisiologiaEquilibrioPostural.AMMartin.pdf?sequence=1>
13. Agoustine Purves FH. *Neurociencia.* 3th ed. Panamericana; 2015.
14. Tsay AJ, Giummarra MJ, Allen TJ, Proske U. The sensory origins of human position sense. *J Physiol.* 2016;594(4):1037-49.
15. Kolb IW y B. *Neuropsicología humana.* 5th ed. Panamericana; 2006. 181-184 p.

16. Takakusaki K. Functional Neuroanatomy for Posture and Gait Control. *J Mov Disord*. 2017;10(1):1-17.
17. Article O. Visuospatial processing A review from basic to current concepts. 2014;8(2):175-81.
18. Taylor J.; and Ivry R. The Role of Strategies in Motor learning. *TESOL Q* [Internet]. 2012;27(1):119. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2307/3586955>
19. Tasseel-Ponche S, Yelnik AP, Bonan IV. Motor strategies of postural control after hemispheric stroke. *Neurophysiol Clin Neurophysiol* [Internet]. noviembre de 2015 [citado 9 de junio de 2019];45(4-5):327-33. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0987705315000635>
20. Karthikbabu S, Chakrapani M, Ganeshan S, Rakshith KC, Nafeez S, Prem V. A review on assessment and treatment of the trunk in stroke: A need or luxury. *Neural Regen Res* [Internet]. 5 de septiembre de 2012 [citado 9 de junio de 2019];7(25):1974-7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25624827>
21. Hsieh C-L, Sheu C-F, Hsueh I-P, Wang C-H. Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke* [Internet]. noviembre de 2002 [citado 9 de junio de 2019];33(11):2626-30. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12411652>
22. Sorrentino G, Sale P, Solaro C, Rabini A, Cerri CG, Ferriero G. Clinical measurement tools to assess trunk performance after stroke : a systematic review. 2018;(October):772-84.
23. Data P. Motor-Free Visual Perception Test , Third Edition [152] Motor-Free Visual Perception Test , Third [152] Motor-Free Visual Perception Test , Third Edition. :635-40.
24. Schenkenberg T. Line bisection. 1980;(May).
25. Aguayo LV. RV25 efectos-secundarios-tras-el-uso-de-realidad. 2013;163-78.
26. Cabanas-Valdés R, Cuchi GU, Bagur-Calafat C. Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: a systematic review. *NeuroRehabilitation* [Internet]. 2013 [citado 9 de junio de 2019];33(4):575-92. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24018373>
27. Cabanas-Valdés R, Bagur-Calafat C, Girabent-Farrés M, Caballero-Gómez FM, Hernández-Valiño M, Urrútia Cuchí G. The effect of additional core stability exercises on improving dynamic sitting balance and trunk control for subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* [Internet]. 11 de octubre de 2016 [citado 9 de junio de 2019];30(10):1024-33. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26451007>
28. Levac D, Glegg SMN, Sveistrup H, Colquhoun H, Miller PA, Finestone H, et al. A knowledge translation intervention to enhance clinical application of a virtual reality system in stroke rehabilitation. *BMC Health Serv Res* [Internet]. 2016;1-11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12913-016-1807-6>
29. Rehabilitación de miembro superior con ambientes virtuales : revisión. 2016;
30. Ke L, Lange B, George S, Je D, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation (Review). 2018;(11).
31. Chen L, Lo WLA, Mao YR, Ding MH, Lin Q, Li H, et al. Effect of Virtual Reality on Postural and Balance Control in Patients with Stroke: A Systematic Literature Review. *Biomed Res Int*. 2016;2016:1-8.
32. M. bayón JM. Rehabilitación del ictus mediante realidad virtual. *Rehabilitación*. 2010;

33. Pérez-salas CP. Realidad Virtual: Un Aporte Real para la Evaluación y el Tratamiento de Personas con Discapacidad Intelectual 1 Intelectual Disability. 2008;26:253-62.
34. Rodríguez-lázaro ÁE, Ortiz-corredor F. Cambios en la recuperación de la función motora en pacientes con accidente cerebrovascular crónico. 2016;29(2):123-32.
35. Geert Verheyden, Alice Nieuwboer, Liesbet De Wit, Hilde Feys, Birgit Schuback, Ilse Baert, Walter Jenni, Wilfried Schupp, Vincent Thijs and WDW. Trunk performance after stroke: an eye catching predictor of functional outcome. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2017;
36. Ryerson S, Byl NN, Brown DA, Wong RA, Hidler JM. Altered Trunk Position Sense and Its Relation to Balance Functions in People Post-Stroke. 2008;32(March):14-20.
37. Ryerson S, Byl NN, Brown DA, Wong RA, Hidler JM. Altered Trunk Position Sense and Its Relation to Balance Functions in People Post-Stroke. J Neurol Phys Ther [Internet]. marzo de 2008 [citado 9 de junio de 2019];32(1):14-20. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18463551>
38. Juliana Maria Gazzola a, b, Heloísa Helena Caovilla a FD a, Maurício Malavasi Gananc,a a FFG a. A quantitative analysis of postural control in elderly patients with vestibular disorders using visual stimulation by virtual reality. OTORHINOLARYNGOLOGY. 2019;