



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE MEDICINA
CARRERA DE KINESIOLOGÍA

EFFECTIVIDAD DE LA REALIDAD VIRTUAL SEMI-
INMERSIVA COMO TERAPIA COMPLEMENTARIA A LA
KINESIOTERAPIA CONVENCIONAL PARA MEJORAR EL
EQUILIBRIO EN PACIENTES DE 6 A 12 AÑOS CON
PARÁLISIS CEREBRAL CLASIFICADOS EN NIVEL II DE
GMFCS QUE ASISTAN A LOS INSTITUTOS TELETÓN EN
LAS CIUDADES DE TEMUCO Y PUERTO MONTT EN LOS
AÑOS 2021 Y 2022.

Tesis para optar al grado de Licenciado en Kinesiología

Autores: Génesis Arrué Catrilef.

Adheley Figueroa Garrido.

Catalina Pérez Higuera.

Docente guía: Jossiana Robinovich Benadof.

Temuco, Chile 2021



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE KINESIOLOGÍA

EFFECTIVIDAD DE LA REALIDAD VIRTUAL SEMI-
INMERSIVA COMO TERAPIA COMPLEMENTARIA A LA
KINESIOTERAPIA CONVENCIONAL PARA MEJORAR EL
EQUILIBRIO EN PACIENTES DE 6 A 12 AÑOS CON
PARÁLISIS CEREBRAL CLASIFICADOS EN NIVEL II DE
GMFCS QUE ASISTAN A LOS INSTITUTOS TELETÓN EN
LAS CIUDADES DE TEMUCO Y PUERTO MONTT EN LOS
AÑOS 2021 Y 2022.

Tesis para optar al grado de Licenciado en Kinesiología

Autores: Génesis Arrué Catrilef.

Adheley Figueroa Garrido.

Catalina Pérez Higuera.

Docente guía: Jossiana Robinovich Benadof

Temuco, Chile 2021

AGRADECIMIENTOS

Inicialmente y de manera conjunta nos gustaría agradecer a nuestra profesora guía PhD, Mg. Klga Jossiana Robinovich Benadof de este proyecto quien nos acompañó de manera incondicional y fue fundamental para el correcto desarrollo de este.

Además, cabe destacar el apoyo recibido por parte de diferentes docentes de la carrera, al Klgo. Fernando Valenzuela Aedo por su disposición para resolver las distintas inquietudes sobre el área, a la Dra. Arlette Doussoulin Sanhueza, por proporcionarnos material, ayudarnos a establecer canales de contacto con otros profesionales en el área y resolver nuestras dudas, a la Klga. Paula Muñoz quien siempre estuvo de manera desinteresada y nos aportó información relevante para el desarrollo de este proyecto, a la Klga. Maria José Arancibia por brindarnos propuestas, por su constante disposición para la resolución de inquietudes.

Finalmente, al Prof. Gabriel Marzuca Nassr y Klgo. Sebastian Miranda Márquez por ser aporte importante guiando la adecuada finalización de este proyecto.

Grupo Tesis.

Quisiera agradecer a mi familia, por su apoyo incondicional, en especial a mis padres y a mi hermano Cristián por ser un pilar fundamental en mi vida, creer en mí y darme la motivación para poder cumplir mis metas y sueños. A mi tía Monica, por su apoyo constante, su preocupación y compañía. Y a todas esas personas que de una u otra manera me hicieron sentir su cariño y me dieron fuerzas.

Finalmente agradecer a mis compañeras y amigas, por su motivación, compañerismo y cariño que siempre entregaban, también por la dedicación que cada una le destinó a este proyecto, que sin duda fue complejo, pero siempre el apoyo fue mutuo para lograr nuestra meta.

Génesis Arrué Catrilef

En primer lugar agradecer a Dios porque en los momentos más difíciles me dio las fuerzas y el ánimo para no rendirme en este proyecto, gracias a mi familia, en especial a mi mami Isabel por su apoyo incondicional en este proceso, a mi hermana Maite por ser una de las personas que más me alentó a no rendirme, mi madre Silvia por estar en todo momento entregándome lo que necesitaba durante este último tiempo, a mi esposo Mario y a mi hijo Simón por tenerme la paciencia, entregarme el amor y el apoyo que necesitaba día a día.

Gracias a mis amigas que fueron un pilar fundamental para no decaer y apoyarnos en cada paso de este largo camino que fue la búsqueda y redacción esta tesis, al mismo tiempo agradecer a nuestra profesora guía la Klga Jossiana Robinovich Benadof por motivarnos desde el primer día en este proyecto y nos inspiró en gran parte de nuestra tesis.

Adheley Figueroa Garrido

En el transcurso de estos años de formación es dable reconocer y entregar mis más sinceros reconocimientos, en primer lugar, a mi familia, quienes con gran esmero y esfuerzo me han entregado su apoyo incondicional y soporte para no rendirme nunca, a mi novio quien ha estado constantemente apoyándome y motivándome siempre a ser la mejor versión de mí misma. Ambos mis pilares fundamentales a quienes he tenido en todo momento que más los he necesitado, siempre enseñándome que hay que creer y ser valiente para seguir adelante. Asimismo, entregar mi agradecimiento a Matías, mi primo, quién es mi más grande inspiración de continuar este camino para poder contribuir y entregar un día todo lo que varios profesionales kinesiólogos/as a lo largo de su vida hicieron por él y toda nuestra familia.

Finalmente agradecer a mis compañeras por su apoyo, perseverancia y motivación entregada durante la realización de esta tarea que si bien resulta ser ardua y extenuante siempre logramos salir adelante de la mejor manera como un equipo.

Catalina Pérez Higuera

RESUMEN

Objetivo: Determinar la efectividad de la realidad virtual como terapia complementaria a la kinesioterapia convencional para mejorar el equilibrio en pacientes de 6 a 12 años de edad con parálisis cerebral clasificados en nivel II de GMFCS que asistan a los institutos Teletón en las ciudades de Temuco y Puerto Montt en los años 2021 y 2022.

Material y método: Este estudio se realizará con 68 niñas y niños de edades entre 6 a 12 años que cuenten con diagnóstico de parálisis cerebral, que cumplan con los criterios de elegibilidad y reciban atención en los institutos Teletón de las ciudades de Temuco y Puerto Montt. Los participantes serán distribuidos aleatoriamente en 2 grupos. Una vez realizada la asignación se realizarán evaluaciones preliminares para evaluar equilibrio dinámico, equilibrio estático y funcionalidad mediante el test Time Up and Go, test de Alcance Funcional y escala de evaluación WeeFIM. Posteriormente los pacientes serán sometidos a un programa de 12 semanas con una frecuencia de 2 veces por semana, siendo el grupo de intervención quien reciba terapia de realidad virtual semi inmersiva mediante la utilización Xbox One y el dispositivo Kinect asociado a la terapia kinésica convencional y el grupo de control a quienes se les otorgara terapia kinésica convencional. Finalmente, las evaluaciones serán realizadas nuevamente para evidenciar los resultados obtenidos en esta intervención.

Palabras clave: Parálisis Cerebral, Equilibrio Dinámico, Equilibrio Estático, Funcionalidad, Terapia de Realidad Virtual Semi Inmersiva.

ABSTRACT

Objective: Determine the effectiveness of virtual reality as a complementary therapy to conventional kinesiotherapy to improve balance in patients aged 6 to 12 years with cerebral palsy classified in level II of GMFCS attending Teleton institutes in the cities of Temuco and Puerto Montt in the years 2021 and 2022.

Method: This study will be conducted with 68 children aged 6 to 12 years with a diagnosis of cerebral palsy, who meet the eligibility criteria and receive care at the Teleton institutes in the cities of Temuco and Puerto Montt. Participants will be randomly distributed in 2 groups. Once the allocation has been made, preliminary evaluations will be carried out to assess dynamic balance, static balance and functionality by means of the Time Up and Go test, Functional Reach test and WeeFIM evaluation scale. Subsequently, patients will undergo a 12-week program twice a week, with the intervention group receiving semi-immersive virtual reality therapy using Xbox One and the Kinect device associated with conventional kinesic therapy and the control group receiving conventional kinesic therapy. Finally, the evaluations will be performed again to demonstrate the results obtained in this intervention.

Key words: Cerebral Palsy, Dynamic Balance, Static Balance, Functionality, Semi-immersive Virtual Reality Therapy.

INDICE

CAPÍTULO 1	14
INTRODUCCIÓN	14
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
CAPÍTULO 2 2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 Equilibrio	18
2.1.1 Control del equilibrio o integración sensorial	19
2.1.2 Desarrollo del equilibrio	20
2.2 Funcionalidad	24
2.3 Parálisis Cerebral (PC)	25
2.3.1 Características de la parálisis cerebral	25
2.3.2 Clasificación de la Parálisis Cerebral	29
2.4 Terapia Kinésica	34
2.4.1 Terapia Bobath	34
2.5 Realidad Virtual	35
2.5.1 Importancia en el equilibrio	35
2.5.2 Tipos de realidad virtual	36
2.5.3 Efectos secundarios asociados al uso de realidad virtual	38
CAPÍTULO 3	39
REVISIÓN DE LA LITERATURA	39
3.1 Objetivo de búsqueda	39
3.2 Identificación del tema central	39
3.3 Pregunta de búsqueda.	39
3.4 Tipos de diseños que responden a la pregunta de búsqueda.	40
3.5 Protocolo de búsqueda	40
3.6 Análisis crítico de la literatura	42
3.6.1 Artículo 1	42
3.6.2 Artículo 2	45
3.6.3 Artículo 3	46

3.6.4	Artículo 4	48
	CAPÍTULO 4	49
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	49
4.1	Pregunta de investigación	49
4.2	Objetivo general	49
4.3	Objetivos específicos	49
4.4	Justificación de la pregunta	50
4.4.1	Factible	50
4.4.2	Interesante	51
4.2.3	Novedoso	51
4.4.4	Ético	51
4.4.5	Relevante	52
	CAPÍTULO 5	54
	MATERIAL Y MÉTODO	54
5.1	Diseño propuesto para la investigación	54
5.2	Ensayo clínico aleatorizado (ECA)	54
5.2.1	Ventajas y desventajas (del ECA)	55
5.3	Aleatorización	55
5.4	Enmascaramiento	56
5.5	Población y muestra	57
5.5.1	Población diana	57
5.5.2	Población accesible	57
5.6	Cálculo tamaño muestral	57
5.7	Criterios de elegibilidad	59
5.8	Grupo control	60
5.9	Grupo experimental	60
5.10	Variables	61
5.10.1	Variables de resultado:	61
5.10.2	Variable de exposición o experimental	62
5.10.3	Variables de control	63
	CAPITULO 6	64

PROPUESTA DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	64
6.1 Hipótesis	64
6.1.1 Hipótesis Nula	64
6.1.2 Hipótesis Alternativa	64
6.2 Estadística Descriptiva	64
6.3 Estadística Inferencial	65
CAPÍTULO 7	66
ÉTICA EN INVESTIGACIÓN	66
7.1 Principios éticos	66
7.1.1 Autonomía	66
7.1.2 No maleficencia	66
7.1.3 Beneficencia	67
7.1.4 Justicia	67
7.2 Consentimiento y asentimiento informado	68
CAPÍTULO 8	69
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	69
8.1 Fases de la Investigación	69
8.2 Descripción de la intervención	70
8.2.1 Registro de variables	71
8.2.2 Método de evaluación	72
8.2.3 Protocolo sesión tipo	73
8.3 Administración y presupuesto	78
8.3.1 Administración	78
8.3.2 Equipo de trabajo	78
8.3.3 Implementos a utilizar	79
8.3.4 Implementos de la intervención y medición de variables	82
8.3.5 Total de presupuesto	83
8.4 Carta Gantt	84
ANEXOS	86
Anexo 1: Clasificación GMFCS según edades.	86
Anexo 2: Test de evaluación	102

Anexo 3: WeeFIM	104
Anexo 4: Características de la Xbox One y Kinect	108
Anexo 5: Características de los juegos de realidad virtual	109
Anexo 6: Consentimiento y asentimiento informado	111
Referencias	117

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Adaptación de los hitos del desarrollo en el equilibrio, según el libro “Desarrollo motor en distintos tipos de Parálisis Cerebral”.

Tabla 2: Descripción de los factores prenatales, perinatales y postnatales, según el libro “Trastornos motores crónicos del niño y adolescente”.

Tabla 3: Adaptación de la clasificación topográfica, según el artículo “Cerebral palsy”.

Tabla 4: Clasificación clínica de la Parálisis Cerebral, adaptada del libro “Trastornos motores crónicos del niño y adolescente”.

Tabla 5: Clasificación General de la Parálisis Cerebral según GMFCS.

Tabla 6: Criterios de Inclusión y Exclusión.

Tabla 7: Variables de resultado

Tabla 8: Variables de exposición

Tabla 9: Variables de control

Tabla 10: Protocolo de intervención tratamiento convencional.

Tabla 11: Equipo de trabajo

Tabla 12: Implementación

Tabla 13: Implementos intervención y medición.

Tabla 14: Presupuesto General.

.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Xbox One

Figura 2: Kinect

Figura 3: Juego Snowboard (Steep winter games).

Figura 4: Juego Surf's Up

Figura 5: Juego YO:30

LISTA DE ABREVIATURAS

PC: Parálisis Cerebral

AVD: Actividades de la vida diaria.

TRV: Terapia de realidad virtual

GMFCS: Clasificación según la función motriz gruesa

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral es una patología que afecta el sistema nervioso central, son diferentes trastornos del control motor que van a producir anomalías de la postura, tono muscular y coordinación motora del paciente, debido a una lesión la cual puede ser de etiología congénita o adquirida, no progresiva la cual afecta al cerebro inmaduro, que genera discapacidad permanente afectando la calidad de vida del paciente y su entorno familiar, ya que el paciente con esta patología puede o no lograr la independencia en las actividades de su vida diaria y llegar a desplazarse en forma autónoma (1).

En Chile, la tasa de incidencia de pacientes con parálisis cerebral es de 1-2 por cada 1000 nacidos vivos (2). Actualmente, los pacientes que presentan este diagnóstico reciben terapia en instituciones como Teletón, centros integrales de rehabilitación, escuelas especiales, y hospitales, entre otros. Los institutos Teletón, dispuestos a lo largo de todo nuestro país atienden anualmente a más de 26.000 niños y jóvenes, de los cuales 9.727 tienen este diagnóstico (3). Si bien los pacientes que acuden a estos centros son atendidos por equipos multidisciplinarios compuestos por médicos, terapeutas ocupacionales, fonoaudiólogos y kinesiólogos, entre otros profesionales, la terapia kinésica tiene un rol fundamental en la rehabilitación de los pacientes.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La parálisis cerebral (PC) está definida como un grupo de trastornos del control del movimiento y la postura, que causan limitaciones en la actividad. Es una lesión no progresiva, provocada por una injuria sostenida en etapas tempranas del desarrollo del sistema nervioso, que puede ser detectada dentro de los primeros 5 años de vida. Se acompaña con frecuencia de alteraciones de la sensibilidad, cognición, comunicación, percepción, comportamiento y/o epilepsia. Todas estas alteraciones limitarán al niño en mayor o menor medida, en su desarrollo social, su movilidad, autonomía e integración (1).

Desde una perspectiva psicomotriz, la parálisis cerebral se caracteriza por alteraciones en la estabilidad postural y el desarrollo del equilibrio.

El equilibrio, tanto estático como dinámico es un aspecto fundamental en el desarrollo psicomotor del niño. Por una parte, el equilibrio estático permite mantener el cuerpo erecto y estabilizado, asimismo el desarrollo del equilibrio dinámico permite lograr la bipedestación y marcha, otorgando autonomía para movernos en el espacio (4).

La evidencia muestra que las terapias kinésicas Vojta y Bobath logran importantes avances en relación con el desarrollo del equilibrio en los pacientes con parálisis cerebral (5). Sin embargo, en los institutos Teletón, principal centro de atención para los niños y adolescentes con parálisis cerebral en Chile, el tiempo efectivo de tratamiento kinésico que reciben los pacientes semanalmente podría no ser suficiente para lograr resultados. Entre los diversos motivos que

influyen en lo anterior, se encuentran las dificultades que conlleva el trasladar a un paciente al centro de tratamiento, por lo que desarrollar iniciativas terapéuticas que permitan a los niños con parálisis cerebral realizar actividades en el domicilio, de manera complementaria a la atención profesional directa, podría contribuir a mejorar los resultados del tratamiento kinésico.

El uso de tecnologías virtuales ha ampliado el espectro de herramientas con las que cuentan los profesionales de la salud para entregar atención a sus pacientes, siendo una de sus principales ventajas el no requerir traslado a un centro asistencial. El uso de la virtualidad como herramienta terapéutica no sólo comprende la atención remota de pacientes, sino que ofrece una variada gama de alternativas, entre las que se encuentra la terapia de realidad virtual. Existen diversos estudios sobre implementación de esta tecnología para el tratamiento de pacientes con afecciones neurológicas, de manera complementaria a la terapia convencional que se efectúa de manera directa (presencial) en los programas de neurorrehabilitación. Estos han mostrado que las intervenciones terapéuticas basadas en Realidad Virtual son efectivas en el tratamiento de alteraciones del equilibrio y déficit de la marcha de pacientes adultos que han sufrido un Accidente Cerebrovascular o Ictus (6).

En la población infantil la evidencia sugiere que la Terapia de Realidad Virtual (TRV) mejora la función motora de los niños con parálisis cerebral, especialmente en la función de las extremidades superiores (7); sin embargo, los estudios sobre la efectividad de estas intervenciones en el equilibrio son aún incipientes. Si bien la TRV no puede sustituir a las terapias convencionales, podría resultar beneficiosa como terapia complementaria para mejorar el equilibrio. Uno de los efectos más importantes de la TRV en pacientes con parálisis cerebral es que aumenta el interés

del niño en la terapia, logro que no siempre es obtenido a través de las terapias convencionales (7).

A su vez, el entorno virtual puede fomentar el aprendizaje motor en el niño, la retención de habilidades aprendidas y la transferencia de habilidades a situaciones del mundo real (7).

Dado lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Es efectiva la realidad virtual como terapia complementaria a la kinesioterapia convencional para mejorar el equilibrio en pacientes con parálisis cerebral entre los 6 y 12 años de edad que asistan a institutos Teletón en la ciudad de Temuco y Puerto Montt en los años 2021 y 2022?

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

Uno de los factores que va a estar alterado o comprometido en los niños que presentan parálisis cerebral es el equilibrio, esto va a tener una estrecha relación con la funcionalidad de este, ya que va a limitar diferentes aspectos en la vida del niño, como las actividades de la vida diaria, desplazarse, alimentarse, vestirse, entre otras, por esto es muy relevante y significativo poder mejorar este aspecto, para que el niño tenga un correcto desarrollo en su entorno (8).

2.1 Equilibrio.

Para el ser humano es fundamental poder realizar sus actividades de la vida diaria, uno de los elementos principales para la correcta ejecución de estas es el equilibrio, entonces es una condición para realizar ~~nuestros~~ movimientos y acciones diariamente.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, Blázquez y Ortega (1984) definen equilibrio como “La capacidad de mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación del cuerpo”. Muska Mosston (1993) lo define como “La capacidad de asumir y sostener cualquier posición del cuerpo contra la ley de la gravedad” (9).

El equilibrio lo podemos clasificar en estático y dinámico, el primero corresponde cuando el cuerpo se encuentra en equilibrio y en reposo estando absolutamente inmóvil; estando sentado, acostado o en posición bípeda. El cuerpo solo se encuentra sometido a la acción de la gravedad, esto permitirá aumentar campos visuales, facilidad de coger y manipular objetos. En el equilibrio

dinámico por otra parte, el cuerpo realiza movimientos parciales o totales, cambiando activamente de posición en el espacio y tiempo, lo que va a resultar un desplazamiento. Actúan sobre el cuerpo la fuerza de gravedad y diversas fuerzas en diferentes direcciones, este tipo de equilibrio le otorgará autonomía para desplazarse en el espacio (9).

2.1.1 Control del equilibrio o integración sensorial.

El equilibrio es sustentado por las funciones sensitiva como son el sistema vestibular, propioceptivo y visual. La mejora del equilibrio del ser humano dependerá principalmente de la evolución y el óptimo desarrollo de estos sentidos.

El aparato vestibular es el órgano sensitivo encargado de detectar la sensación del equilibrio, principalmente los conductos semicirculares, el utrículo y el sáculo en el oído medio. El nervio vestibular conduce los impulsos nerviosos desde el utrículo y sáculo que proporcionan información de la posición de la cabeza, también conduce impulsos desde los conductos semicirculares que proporcionan información con los movimientos cefálicos.

Las células nerviosas que se ubican en el ganglio vestibular originan prolongaciones centrales que son las fibras nerviosas del nervio vestibular. Estas fibras entran en la superficie anterior del tronco encefálico. Cuando ingresan en el complejo nuclear vestibular, las fibras se dividen en ascendentes cortas y descendente largas; una cantidad pequeña de fibras se dirigen al cerebelo a través del pedúnculo cerebeloso inferior.

Las fibras eferentes provenientes de los núcleos van hacia el cerebelo. Las fibras eferentes también descienden en forma no cruzada hacia la médula espinal desde el núcleo vestibular lateral. Además, estas fibras pueden dirigirse hacia los núcleos de los nervios oculomotor, troclear y

abducens. Estas conexiones permiten coordinar los movimientos cefálicos y oculares para que se pueda mantener la fijación visual de un objeto.

La información recibida desde el oído interno puede ayudar a mantener el equilibrio al influir sobre el tono muscular de las extremidades y el tronco. Las fibras ascendentes también se dirigen hacia arriba desde los núcleos vestibulares hacia la corteza cerebral, hasta el área vestibular en la circunvolución poscentral. Se dice que la corteza cerebral sirve para orientar al individuo consciente en el espacio (10).

2.1.2 Desarrollo del equilibrio.

Las reacciones de equilibrio son respuestas automáticas altamente integradas y complejas a los cambios de postura y al movimiento, están destinadas a restablecer el equilibrio alterado. Estas reacciones están estrechamente integradas desde los tres a cuatro años de edad; en ese momento el mecanismo de enderezamiento el cual no solo es el encargado de mantener la posición normal de la cabeza en el espacio sino mantener una alineación normal de la cabeza, cuello, tronco y extremidades, este mecanismo pasa a ser parte de todas las reacciones de equilibrio. En el momento de la integración, la mayor parte de las reacciones de enderezamiento se van inhibiendo parcialmente hasta llegar a desaparecer en su totalidad.

Esto le permite al ser humano mantener y controlar la posición normal de su cabeza en el espacio y mantener su equilibrio sin ayuda de sus brazos o manos, permitiendo la libertad para realizar actividades de manipulación (11).

Tabla 1 Adaptación de los hitos del desarrollo en el equilibrio, según el libro “Desarrollo motor en distintos tipos de Parálisis Cerebral” (11).

Rango etario	Hitos
Periodo neonatal	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Las reacciones de equilibrio están ausentes, ya que no tiene necesidad para tener estas reacciones. ➤ El recién nacido no realiza actividades contra la gravedad.
Primer trimestre	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Comienza a levantar la cabeza de forma más consistente en la posición prona desde la cuarta o quinta semana, esto conduce a la extensión gradual del cuello. ➤ A los dos meses en prono tiene la capacidad para levantar bien la cabeza en posición prona (45°) y descansa sobre sus antebrazos. Además, realiza vaivén y giro con la cabeza. En posición supina, visión lateral dominante y los movimientos de la cabeza son dirigidos por estímulos visuales (180°) ➤ A los tres meses hay extensión de cabeza y cuello acompañado de extensión de tronco superior en prono (por la creciente estabilidad y simetría del tronco). En supino mantiene cabeza y aumento control ocular en línea media.

Segundo trimestre

- A los cuatro meses la extensión en prono es iniciada por la elevación iniciada por la cabeza y llega hasta la zona lumbar. En supino incrementa el control de la actividad muscular flexora y levanta cabeza, cuello y piernas para alcanzar las rodillas con sus manos.
- A los cinco meses tiene un control de cabeza más estable y esto le permite jugar con objetos cercanos y hay retroalimentación propioceptiva. En sedente se inclina desde caderas hacia adelante y se apoya con sus brazos extendidos (estabilidad al tronco).
- A los seis meses en prono mantiene la cabeza en total extensión, si intenta ponerse en cuadrúpedo lo hará con flexión de cabeza y flexión general de su cuerpo. En sedente ya es más independiente, aumento del control extensor de cadera ayuda a estabilizar la pelvis y utiliza toda la mano para tomar objetos.

Tercer trimestre

- A los siete meses adopta una postura de total extensión en la posición prona, con buena abducción de brazos y piernas, aparece la reacción de enderezamiento corporal que actúa sobre todo el cuerpo y puede ir cambiando sus posiciones de prono, supino y sedente.

- A los ocho meses ya está preparado para aprender a pararse.
Las primeras reacciones de equilibrio se ven cuando el niño hace sus primeros intentos de bipedestación, relacionado con el buen control de la cabeza, rotación y equilibrio aquí comienzan los primeros patrones de flexión y extensión total. El niño gatea manteniendo la cabeza sin flectar.

- A los nueve meses en sedente es muy funcional, realiza transiciones frecuentes, además un buen control de tronco que le permite desarrollar más la motricidad fina y manipulación. Ya presenta un gateo maduro y comienza con marcha lateral independiente, pero utilizando sus extremidades superiores.

Cuarto trimestre	<ul style="list-style-type: none">➤ A los diez meses en sedente pasa su mayor tiempo saliendo de esta posición y cuando intenta nuevas habilidades motoras finas busca posiciones más estables. En bípedo aumenta control de la musculatura de extremidades inferiores, puede descender al suelo de pie tomado de un mueble y marcha sostenida de ambas manos.➤ A los once meses en sedente no se mantiene tranquilo en esta posición, llega a bípedo con extensión activa de las extremidades inferiores sostenido a algo y camina sostenido a una o de ambas manos e intenta caminar independientemente con postura en guardia alta.➤ A los doce meses levanta piernas alternadamente, se mueve rápido y cuando ya consigue estabilidad dinámica de tronco los brazos bajan.
------------------	--

2.2 Funcionalidad

Se entiende por funcionalidad o independencia funcional como la capacidad de cumplir con las acciones necesarias en las actividades de la vida diaria (AVD), la mantención del cuerpo y subsistir independientemente (12).

En los pacientes con parálisis cerebral infantil este aspecto se ve directamente afectado y con esto limita su independencia a la hora de la realización de sus actividades cotidianas, las que incluyen

tareas como desplazarse, alimentarse, vestirse, etc. Todas estas limitaciones podrían interferir en su correcto desarrollo en el entorno, por lo que resulta relevante poder potenciar la funcionalidad y así, en la medida de lo posible, mejorar la independencia de estos pacientes.

Actualmente dentro de los instrumentos que existen para evaluar o medir los niveles de independencia funcional se encuentra la escala WeeFIM la cual se utiliza para evaluar el desempeño funcional de los pacientes mediante ítems de autoatención, control de esfínteres, movilidad y locomoción, comunicación y habilidades cognitivas sociales. Este instrumento es el que actualmente es utilizado en los diferentes institutos Teletón de ~~nuestro~~ país siendo aplicado en un rango de edades amplio, desde los 6 a 21 años y puede ser realizado en un ámbito hospitalario, ambulatorio y comunitario de atención (ANEXO 3) (13).

2.3 Parálisis Cerebral (PC).

La parálisis cerebral fue descrita inicialmente por el Dr. William Little, en 1861, fue el primero en relacionar la asfixia intraparto con la lesión permanente del SNC, que se manifestaba por una deformidad física postural. A finales del siglo XIX era conocida como “enfermedad de Little”. Él atribuyó la PC principalmente a eventos perinatales y a un proceso de nacimiento anormal. Sigmund Freud (1890) también describió la parálisis cerebral señalando que no siempre era posible determinar en qué momento se presenta la injuria durante el desarrollo del feto y neonato. Él mencionó que quizás los problemas en el desarrollo por una causa en el proceso de nacimiento anormal, concluyendo que los diferentes daños que van a afectar el área motora cerebral del niño puede ocurrir en distintos momentos del desarrollo (8).

2.3.1 Características de la parálisis cerebral:

1. Es un trastorno de predominio motor y además puede acompañarse de otros déficits.
2. No es progresivo, pero puede cambiar en relación al desarrollo y crecimiento del niño; y si no hay intervenciones apropiadas pueden aparecer deterioro músculo esquelético y funcional a mediano o largo plazo.
3. La alteración cerebral se localiza sobre el foramen magno.
4. Estas afecciones pueden ocurrir en las etapas de crecimiento acelerado del cerebro, para algunos esto termina a los 3 años y para otros a los 5 años, alrededor del 95% de su función cerebral es desarrollado en estas edades.

Epidemiología.

La tasa de prevalencia a nivel mundial en pacientes con parálisis cerebral es de 2 a 2,5 por 1000 recién nacidos vivos, con mínima variación en los países desarrollados, teniendo mayor frecuencia en estos. Durante el tiempo la prevalencia no ha cambiado significativamente, pero se ha visto un leve aumento durante estas décadas, esto está atribuido al manejo neonatológico que permite la sobrevivencia de niños con factores de riesgo prenatal de parálisis cerebral (14).

En Chile, la tasa de incidencia de pacientes con parálisis cerebral es de 1-2 por cada 1000 nacidos vivos (2). Adicionalmente existe una incidencia según las estadísticas entregadas el 2020 por el Instituto Teletón donde se atendieron 9.226 pacientes con parálisis cerebral (15).

Fisiopatología.

La injuria cerebral afecta áreas primarias del control motor como el sistema piramidal o los centros moduladores del movimiento que son el sistema extrapiramidal y el cerebelo, esta lesión

además, puede afectar áreas que no estén directamente relacionadas al control motor, lo que da cuenta de deficiencias asociadas. El área y extensión de esta injuria determinará el déficit o anomalías en el control motor, movimientos involuntarios (disonía, diskinesias), temblores y/o espasticidad, la combinación de estos signos y síntomas dará lugar a las diversas manifestaciones de la PC.

La lesión que provoca esta enfermedad implica una alteración en las neuronas o vías motoras, las que actúan inhibiendo la motoneurona alfa de la asta anterior de la médula espinal, con un desbalance entre los impulsos excitatorios e inhibitorios que se ejercen sobre esta, cuya consecuencia es un déficit motor derivado de la lesión de neuronas motoras que genera cambios en la actividad medular con un aumento de tono (espasticidad) (16).

Factores de riesgo.

Se han identificado factores de riesgo de parálisis cerebral según el momento que la noxa actúa, estos pueden ser prenatales, perinatales y posnatales.

Tabla 2 Descripción de los Factores prenatales, perinatales y postnatales, según el libro “Trastornos motores crónicos del niño y adolescente” (8).

Factores prenatales	Factores perinatales	Factores postnatales
---------------------	----------------------	----------------------

<p>Patologías maternas durante el embarazo, alteraciones placentarias y del parto genital materno, afecciones fetales.</p>	<p>Estos se producen en el periodo entre el parto y el primer mes de vida.</p> <p>Parto dificultoso y prolongado, ruptura prematura de membranas, anomalías de presentación, hipoxia perinatal, bradicardia fetal, infecciones cerebrales perinatales y la hiperbilirrubinemia.</p>	<p>Infecciones cerebrales, traumatismos de cráneo en los primeros años de vida, epilepsias de difícil control, paros cardiorrespiratorios recuperados, muerte súbita abortada, discrasias sanguíneas, maltratos que conducen a hipoxia y/o hemorragia cerebral, deshidrataciones graves y algunos tumores.</p>
--	---	--

Métodos de diagnósticos

El diagnóstico de la parálisis cerebral es clínico, se debe tener en cuenta el tiempo de aparición de los diferentes hitos madurativos, también es fundamental obtener datos precisos sobre el embarazo, parto y el período perinatal del adolescente para una adecuada comprensión del cuadro (8).

Por otro lado, los estudios complementarios como las neuroimágenes tienen como finalidad identificar la causa cuando esta no es evidente mediante historia clínica, determinar magnitud y

localización del daño, descartar causas progresivas y detectar trastornos asociados y/o complicaciones.

2.3.2 Clasificación de la Parálisis Cerebral.

La comprensión de los factores y estructuras que se ven afectados en la parálisis cerebral es fundamental, no sólo para comprender la naturaleza del impedimento de estos pacientes, sino que también formará la base para una orientación racional del tratamiento y del manejo.

Para efectos de este estudio la parálisis cerebral se clasificará según topográfica, presentación clínica y severidad (GMFCS).

2.3.2.1 Clasificación topográfica

Tabla 3 Adaptación de la clasificación topográfica, según el artículo “Cerebral palsy”

(5).

Tipo	Descripción
Monoplejia	Una extremidad se ve afectada, generalmente la inferior.

Hemiplejia	Un hemisferio del cuerpo se ve afectado, y el miembro superior suele estar más afectado que el inferior.
Diplejia	Todas las extremidades se ven afectadas, pero las inferiores suelen ser más afectadas que las superiores.
Triplejia	Afectación unilateral de la extremidad superior y la afectación bilateral (asimétrica) de la extremidad inferior.
Cuadriplejia	Las cuatro extremidades y el tronco están afectados.

2.3.2.2 Clasificación Clínica

Tabla 4 Clasificación clínica de la Parálisis Cerebral, adaptada del libro “Trastornos motores crónicos en niños y adolescentes” (8).

Tipo	Descripción
Espástica	En un estado inicial estos pacientes son hipertónicos, para luego desarrollar espasticidad.
Discinética	Estos pacientes desarrollan alteración del tono muscular, postura y movimientos involuntarios incontrolados recurrentes y estereotipados.
Hipotónica	Es característica la hipotonía muscular con hiperreflexia y con el tiempo pueden desarrollar espasticidad, distonía o ataxia.
Atáxica	Presentan pérdida del equilibrio, coordinación y del control motor fino, y se suele acompañar de hipotonía los primeros años de vida.

Hipertónica

Los pacientes pueden tener espasticidad junto con movimientos involuntarios de tipo distónico, o presentar espasticidad y ataxia.

2.3.2.3 Clasificación según la función (GMFCS)

Para estandarizar la severidad de la parálisis cerebral es que se crea la Clasificación de Función Motora Gruesa (GMFCS), siendo este un instrumento válido y fiable (17). Este sistema está basado en el movimiento auto-iniciado por el paciente con énfasis en la sedestación, las transferencias y la movilidad. Se define un sistema de clasificación de cinco niveles, y la diferencia entre cada uno de estos niveles es cuán significativo es la actividad para la vida diaria, las diferencias se basarán en las limitaciones funcionales, el uso que requieran de dispositivos auxiliares de la marcha o de movilidad con el uso de silla de ruedas, más que en la calidad del movimiento.

El objetivo de la GMFCS es determinar cuál nivel representa mejor las habilidades y limitaciones del niño/joven en su funcionamiento motor grueso, haciendo énfasis en el desempeño habitual que tiene el niño/joven en el hogar, la escuela y lugares de la comunidad.

Esta es una escala ordinal, por la que se clasifica de la misma manera a los niños como a los jóvenes y se mantiene el mismo número de niveles para cada grupo de edad, el resumen de las características de cada nivel y las diferencias entre estos permiten guiar la selección de niveles más cercano a las características de cada niño/joven (18).

Tabla 5 Clasificación General de la Parálisis Cerebral según GMFCS.

Nivel	Generalidades de cada nivel
Nivel I	Camina sin restricciones.
Nivel II	Camina con limitaciones.
Nivel III	Camina utilizando un dispositivo manual auxiliar de la marcha.
Nivel IV	Auto-movilidad limitada, es posible que utilice movilidad motorizada.
Nivel V	Transportado en silla de ruedas.

El sistema de clasificación de la función motora gruesa GMFCS, además integra las diferencias por niveles observadas por rangos de edad hasta los 18 años dividiéndolos en 5 grupos etarios 0-2, 2-4, 4-6, 6-12 y 12-18 años (ANEXO 1)

2.4 Terapia Kinésica

La terapia kinésica ha sido fundamental para el tratamiento clínico de los niños y adolescentes con parálisis cerebral, debido a que ellos presentan discapacidad motora. El objetivo principal de estas intervenciones es mejorar la actividad motora funcional que es priorizada por el paciente y la familia. Los métodos tradicionales son la terapia Bobath y Vojta, estas son altamente utilizadas y tienen muy claros sus fundamentos (19).

2.4.1 Terapia Bobath

Históricamente, las disfunciones de los niños con parálisis cerebral han sido tratadas con diferentes intervenciones de rehabilitación, incluyendo entre estas el Concepto Bobath, este fue desarrollado en la década de 1940 por el Dr. Karel Bobath y la fisioterapeuta Berta Bobath, desde entonces ha sido utilizada por terapeutas de todo el mundo. Este concepto tiene como objetivo mejorar la función motora gruesa y el control postural, al facilitar la actividad muscular a través de puntos claves de control asistidos por los terapeutas.

Esta terapia describe y atiende tanto los problemas de coordinación motora en relación a las reacciones posturales normales como las alteraciones de la percepción y problemas funcionales de la vida diaria.

La terapia no establece sistemas estrictos de intervención, sino más bien se va adecuando a las necesidades especiales de cada paciente, considerando su patología y las manifestaciones (11).

2.5 Realidad Virtual

“La Realidad Virtual es una simulación de un ambiente tridimensional generada por computadoras, en el que el usuario es capaz tanto de ver como de manipular los contenidos de ese ambiente”(7).

La realidad virtual es una tecnología computarizada que proporciona feedback sensorial artificial, los usuarios pueden experimentar actividades o eventos de la vida real, las características de los sistemas de realidad virtual son la interacción que se consigue gracias a los canales multisensoriales y la inmersión es el grado en que la persona se siente envuelta en el entorno virtual. Estas dos características van a definir el “grado de presencia” que es la sensación de “estar allí” del usuario (7).

2.5.1 Importancia en el equilibrio

La realidad virtual ha ido ganando un espacio en la neurorrehabilitación en los últimos años, un paciente con alteraciones en el equilibrio puede reducir la práctica de las actividades de la vida cotidiana y hay un deterioro de la calidad de vida. Con la realidad virtual el terapeuta puede proporcionar un entorno adecuado para el trabajo del equilibrio. Gracias a la realidad virtual podemos activar los sistemas vestibulares, visuales y propioceptivos.

Existen varios estudios sobre las intervenciones con realidad virtual son o pueden ser efectivas en pacientes con accidente cerebrovascular o ictus en la función del miembro superior cuando se utiliza como un complemento de la atención habitual para poder aumentar el tiempo de tratamiento. Hubo evidencia que concluía que era efectiva en el tratamiento del equilibrio y déficit de la marcha en estos pacientes, pero también había evidencia insuficiente para establecer

conclusiones acerca de la efectividad de la realidad virtual en el equilibrio y en la velocidad de la marcha en los pacientes con ACV e Ictus (20).

2.5.2 Tipos de realidad virtual

Existen 3 tipos de realidad virtual: Los sistemas inmersivos, los sistemas semi-inmersivos y los sistemas no inmersivos.

- **Sistemas inmersivos:** Son sistemas que permiten al usuario sentirse dentro del mundo virtual que está explorando sin tener contacto alguno con la realidad. Para que el usuario logre sumergirse por completo en ese mundo virtual precisaría portar obligatoriamente una serie de dispositivos como guantes, trajes, gafas o cascos de realidad virtual, estos últimos le permiten al usuario visualizar los mundos a través de ellos, y precisamente son el principal elemento que lo hacen sentirse inmerso. Se consigue evadir el mundo real y adentrarse en un mundo 100% digital.
- **Sistemas no-inmersivos:** Lo único que se necesita para acceder al mundo virtual es una pantalla. Los accesorios que permiten la interacción del usuario en este tipo de sistemas son el teclado, el mouse y el micrófono entre otras cosas (21).
- **Sistemas semi-inmersivos:** definida como sistema de RV en segunda persona, donde el usuario se visualiza dentro del entorno virtual mediante una pantalla, sin perder la conexión con el mundo real. Los pacientes deben tener una supervisión y modulación continua por parte del profesional, regulando el flujo de las percepciones que integra el paciente. Este sistema de RV se genera por un sistema de captura de imagen o por una representación digital del cuerpo, o de una parte de él, denominada identidad virtual o avatar, mediante lo cual se reproducen los movimientos del paciente en el entorno virtual. Para este tipo de RV

se requiere de dispositivos periféricos adicionales integrados que permitan al usuario percibir parte del mundo real y parte del entorno virtual, como lo es en el caso de la videoconsola Xbox One junto al sensor Kinect (22).

El dispositivo de realidad virtual semi-inmersiva puede influir en la neurorrehabilitación de los pacientes con parálisis cerebral, ya que tiene como característica mantener al usuario no en un mundo totalmente virtual sino complementarlo con elementos físicos del mundo real, y también le permite poder visualizar escenarios y lugares que lo motiven en su rehabilitación, todo esto con el fin de alcanzar altos niveles de mejora en su función motora (23).

Esto permitirá que los pacientes puedan tener la supervisión y modulación continua de los estímulos que está recibiendo bajo la mira del profesional, que regulará el flujo de las percepciones que integra el paciente teniendo en cuenta el momento de plasticidad en el que se encuentra el niño. Este tipo de realidad virtual nos permite generar un sistema de captura de imagen o una representación general del cuerpo de alguna parte de este, lo hace gracias a un avatar o identidad virtual. Nos permite reproducir los movimientos de la persona en el ambiente virtual.

En este tipo de realidad virtual se necesitarán dispositivos adicionales que nos permitirán que el usuario perciba parte del mundo real y parte del ambiente virtual, un ejemplo es la consola Xbox One junto al sensor Kinect (Anexo 4). Estas herramientas pueden simular el aprendizaje y generar retroalimentación sensorial específica, mediante videojuegos comerciales adaptados a pacientes con déficits funcionales.

2.5.3 Efectos secundarios asociados al uso de realidad virtual

Se presentan efectos secundarios evidenciados en pacientes con lesión cerebral durante y después de la exposición a la realidad virtual, incluida las molestias oculares, desorientación, perturbación y náuseas. Muchos de estos efectos adversos pueden ser atribuidos a la demora o las imágenes en la pantalla del dispositivo. Se debe vigilar la aparición de estos efectos como las náuseas, mareos, ataxia o postura relacionadas con los reflejos ópticos y se debe minimizar o eliminar las imperfecciones del software a utilizar (7).

CAPÍTULO 3

REVISIÓN DE LA LITERATURA

3.1 Objetivo de búsqueda.

El objetivo primordial de la realización de la búsqueda es obtener, recopilar información científica y evidencia actualizada sobre los efectos de la realidad virtual en pacientes con Parálisis Cerebral de tipo hemiparesia espástica como complemento del tratamiento kinésico convencional en el equilibrio de estos pacientes y su aplicación en la práctica clínica.

3.2 Identificación del tema central.

Paciente: Pacientes con parálisis cerebral tipo hemiplejia clasificado GMFCS II

Intervención: Terapia de realidad virtual semi-inmersiva complementando a kinesioterapia convencional.

Resultados: Mejora del equilibrio

3.3 Pregunta de búsqueda.

Con la finalidad de orientar nuestra búsqueda y con ello poder recabar la evidencia actual que sustenta ~~nuestro~~ proyecto de investigación ~~nos~~ planteamos la siguiente pregunta: ¿Es efectiva la realidad virtual semi-inmersiva como terapia complementaria a la kinesioterapia convencional

para mejorar el equilibrio en pacientes con parálisis cerebral entre los 6 y 12 años con parálisis cerebral?

3.4 Tipos de diseños que responden a la pregunta de búsqueda.

Considerando que la pregunta de investigación apunta a medir la efectividad de la realidad virtual como una terapia complementaria de la kinesioterapia convencional en pacientes con parálisis cerebral entre los 6 y 12 años de edad, los diseños capaces de responder satisfactoriamente a la búsqueda serían ensayos clínicos aleatorizados simples, ensayos clínicos y ensayos controlado aleatorizados, que hayan entregado evidencia sobre la aplicación de la realidad virtual en pacientes con parálisis cerebral.

3.5 Protocolo de búsqueda

Búsqueda sistemática de la información.

Pacientes: "Cerebral palsy" OR "Patients" OR "Pediatrics" OR "Hemiplegic"

Intervención: "Virtual Reality" OR "Virtual Reality Exposure Therapy" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty" OR "Complementary Therapies" OR "augmented reality" OR "Kinect XBOX360".

Resultado:"Postural Balance" OR "Proprioception" OR "Kinesthesia" OR "vestibular system" OR "Functionality"

Conclusiones de los resultados de búsqueda sobre realidad virtual en niños con parálisis cerebral.

De acuerdo a la búsqueda en términos Mesh y términos libres.

((("Cerebral Palsy"[Mesh] OR "Infant cerebral palsy" OR Patients[Mesh] OR "Pediatric patient" OR Pediatrics[Mesh] OR Hemiplegic) AND (Rehabilitation[Mesh] OR Effectiveness OR "Virtual Reality"[Mesh] OR Neurorehabilitation OR "Virtual Reality Exposure Therapy"[Mesh] OR Technology[Mesh] OR "Complementary Therapies"[Mesh] OR Conventional OR Virtuality Or Complementary OR "Kinect XBOX 360") AND ("Postural Balance"[Mesh] OR Proprioception[Mesh] OR "Nervous System"[Mesh] OR "Central Nervous System"[Mesh] Or Functionality))

En la búsqueda en Pubmed se realizó la búsqueda y se obtuvieron 704 resultados, lo cuales se decidió filtrar en estudios basados en humanos y pacientes desde los 6 a 12 años, se agregaron el filtro de femenino y masculino. Además, se le agregaron los filtros de ensayos clínicos aleatorizados y ensayos clínicos, se priorizo que los estudios sean de los últimos 10 años.

Después de aplicar los filtros se obtuvieron 40 resultados de los cuales solo se seleccionaron 4 artículos que fueron revisados.

3.6 Análisis crítico de la literatura

3.6.1 Artículo 1

El primer resultado se denomina “Kinect Xbox 360 as a therapeutic modality for children with cerebral palsy in a school environment” el objetivo de este estudio es evaluar la utilidad de un sistema de videojuegos basado en tecnología de realidad virtual Xbox 360 Kinect para apoyar el tratamiento de fisioterapia convencional de niños con parálisis cerebral. En segundo lugar, objetivar cambios en el estado psicomotor de niños con parálisis cerebral tras recibir tratamiento rehabilitador además de esta videoconsola de última generación.

Se reclutaron 11 participantes, cinco varones (45,5%) y seis niñas (54,5%), con una edad media de 7,91 (DE 2,77). Todos los niños fueron reclutados de la escuela pública de Bellas Vistas (Madrid, España) y fueron clasificados según su nivel del Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS). Tres niños tenían hemiplejía y ocho niños, dipléjicos. El 100% de los niños tenían afectación espástica; Nueve participantes fueron clasificados como nivel I de GMFCS y dos como nivel II. Cuatro niños tenían el lado izquierdo como el lado más afectado (37,8%) y siete tenían el lado derecho como el hemisferio más afectado (63,2%). El 9% se había sometido a múltiples cirugías de tendones en las extremidades inferiores en el año anterior al inicio del estudio y había recibido inyecciones de toxina botulínica en los músculos espásticos del brazo derecho (ninguno recibió inyecciones de botulínico en los seis meses anteriores al inicio del estudio).

Se instaló la Xbox 360 Kinect en la escuela del participante. Kinect es un dispositivo de entrada de detección del movimiento para la consola de Xbox 360, permite al usuario controlar e interactuar con la Xbox 360 sin la necesidad de un controlador del juego. Se eligió Xbox 360 Kinect TM porque es fácil de usar, es divertido para que los terapeutas puedan lograr una mejor adherencia al tratamiento debido a la motivación en este tipo de niños y proporciona diferentes entornos para fomentar las tareas repetitivas que están ligadas a una mejor motricidad. Kinect utiliza una cámara de vídeo para registrar los movimientos corporales. Los juegos implicaron movimientos de equilibrio y tronco, coordinación general y visual-manual y tareas de las extremidades.

Se pidió a los participantes que practicaran 30 minutos al día, 2 días a la semana durante 2 meses. Se registraron los datos de cada sesión. Los participantes fueron expuestos inicialmente a los juegos en una sesión introductoria de una hora 2 semanas antes de que comenzara el estudio. Todas las sesiones fueron supervisadas por fisioterapeuta de la escuela. Todas las evaluaciones fueron completadas antes y después del tratamiento. Se programó una sesión de seguimiento de dos meses.

Los fisioterapeutas que no intervinieron realizaron una evaluación inicial, al final de la intervención y una evaluación de seguimiento. La evaluación inicial se realizó una 1 semana antes de que comenzara el tratamiento del videojuego. Todos los participantes realizaron 8 semanas de tratamiento con videojuegos sumado a su tratamiento de fisioterapia convencional basado en tratamiento de neurodesarrollo, psicomotricidad y kinesioterapia. El sistema estuvo operativo todas las sesiones y no se describieron problemas sobre su uso.

Las habilidades motoras y de proceso fueron evaluadas por la Evaluación de Habilidades Motrices y Procesales (AMPS). El equilibrio, la velocidad de la marcha, correr y saltar y la destreza de los dedos fina y manual se evaluaron mediante la prueba de alcance pediátrico (PRT), la prueba de caminata de 10 metros (10MW) y la medición de la función motora gruesa (GMFM) y la prueba de Jebsen Taylor de Función manual (JHFT). Los participantes y sus padres / tutores legales proporcionaron consentimiento / asentimiento informado por escrito de acuerdo con un protocolo de estudio aprobado por el Comité de Ética.

Los resultados de la prueba de Friedman mostraron diferencias significativas entre las tres evaluaciones para cada variable: GMFM ($p= 0,001$), motor AMPS ($p= 0.001$), proceso AMPS ($p= 0,010$), PRT ($p= 0,005$) y 10 MW ($p= 0,029$). La prueba de Wilcoxon mostró diferencias estadísticamente significativas pre y postratamiento, en todas las variables. De manera similar, los resultados revelaron diferencias significativas entre la evaluación basal y de seguimiento. No hubo diferencias estadísticas entre la evaluación postratamiento y la evaluación de seguimiento, lo que indica un mantenimiento a largo plazo de las mejoras logradas después del tratamiento.

Las conclusiones del estudio fueron que los videojuegos de bajo costo basados en captura de movimiento son herramientas potenciales o beneficiosas en el contexto de la rehabilitación en niños con parálisis cerebral. El protocolo Kinect Xbox 360 ha mostrado mejoras en el equilibrio y las AVD en los participantes con PC en un entorno escolar, pero se necesitan más estudios para validar los beneficios potenciales de estos sistemas de videojuegos como complemento para la rehabilitación de niños con PC.

3.6.2 Artículo 2

El segundo artículo se denomina “Effects of Kinect Video Game Training on Lower Extremity Motor Function, Balance, and Gait in Adolescents with Spastic Diplegia Cerebral Palsy”, el propósito del estudio fue investigar los efectos del entrenamiento con videojuegos utilizando Xbox Kinect sobre la función motora de las extremidades inferiores, el equilibrio y la marcha en adolescentes con diplejía espástica PC. Se reclutó a 13 adolescentes con parálisis cerebral. Los adolescentes (de 11 a 17 años) con PC correspondiente a los niveles I y II del Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS), niveles I y II del Sistema de Clasificación de Habilidades Manual, niveles I y II del Sistema de Clasificación de Funciones de Comunicación, y una puntuación ≥ 24 en el Mini Examen del Estado Mental. Todos los participantes fueron identificados con funciones físicas de nivel I y II en ambos sistemas de clasificación, sin dificultad para participar en el experimento y realizar las tareas, de estos 13 participantes se excluyeron 3 del estudio.

Los participantes fueron asignados al azar en dos grupos, 5 en el grupo de entrenamiento de videojuegos cinéticos (KVG) y 5 en el grupo de terapia convencional (TC). Los investigadores estaban cegados a la asignación de los participantes. Los participantes de ambos grupos completaron 40 minutos de fisioterapia convencional, mientras que los del grupo KVG realizaron 40 minutos adicionales de entrenamiento con videojuegos utilizando Xbox Kinect. Se proporcionaron al menos 30 minutos de descanso entre grupos de entrenamiento de fisioterapia convencional y videojuegos de acción. Todas las intervenciones se realizaron en tres sesiones semanales durante 6 semanas para un total de 18 sesiones. La función motora de las extremidades

inferiores, el equilibrio y la marcha de los participantes se examinaron antes y después de la intervención.

Los grupos de KVG y CT se sometieron a una fisioterapia convencional. Los participantes realizaron ejercicios de rango de movimiento, estiramiento, fortalecimiento muscular, cambio de peso y entrenamiento con pesas, entrenamiento de equilibrio y locomoción.

La herramienta de Evaluación de Control Selectivo de la Extremidad Inferior (SCALE), la Escala de Equilibrio Pediátrico (PBS) y GAITRite se utilizaron para las medidas de resultado. La comparación entre los grupos, el grupo KVG mostró mejoras significativas en todos los ítems de la SCALE (excepto para la abducción de la cadera derecha) y la puntuación PBS en comparación con el grupo TC. La conclusión del estudio es que el entrenamiento con KVG podría ser una intervención eficaz para la rehabilitación de adolescentes con diplegia espástica.

3.6.3 Artículo 3

El tercer artículo es “The Effects of Virtual Reality on Motor Functions and Daily Life Activities in Unilateral Spastic Cerebral Palsy”, tiene como objetivo investigar a través de los efectos de la RV usando Kinect en niños con parálisis cerebral espástica unilateral (USCP), en particular los efectos sobre sus funciones motoras gruesas y finas y la independencia en las actividades de la vida diaria.

Los niños se consideraron elegibles si cumplían con los siguientes criterios: tener entre 7 y 16 años, tener una puntuación > 24 en el Mini Examen del Estado Mental para niños, haber sido clasificados en los niveles I-II del Sistema de Clasificación de Habilidades de Manuel, haber sido clasificado en los niveles I-III del Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa y capaz de seguir y aceptar instrucciones verbales. Se encontraron 66 niños, pero 6 de estos fueron excluidos del estudio. En cada grupo quedaron 30 niños con similares criterios.

La intervención se realizó durante 8 semanas, dos veces por semana y con una duración de cada sesión de 45 minutos. Las pruebas que se utilizaron fueron BOTMP-SF que mide funciones motoras gruesas y motoras finas con subpruebas de velocidad y agilidad de carrera, equilibrio, coordinación bilateral y fuerza. La otra prueba que se utilizó fue WeeFunctional (WeeFIM) para determinar el nivel de independencia de los niños en su vida diaria.

Los resultados del estudio en las funciones motoras totales en la vida diaria en ambos grupos mejoraron después de 8 semanas de intervención. Una comparación entre los grupos reveló mejoras significativamente mayores en las funciones motoras gruesas y finas y en las actividades diarias en el grupo de RV que en el grupo terapia tradicional ($P < 0,001$). La conclusión fue que el enfoque de intervención de RV basado en Kinect es importante para mejorar las funciones motoras y la independencia en las actividades diarias de los niños con parálisis cerebral espástica unilateral.

3.6.4 Artículo 4

El cuarto artículo fue encontrado en Embase denominado “Impact of a virtual reality-based intervention on motor performance and balance of a child with cerebral palsy”, el objetivo del estudio es Verificar el efecto de un protocolo de intervención mediante realidad virtual (RV) sobre el rendimiento motor y el equilibrio de un niño con parálisis cerebral (PC). El estudio consta de un niño de 7 años con parálisis cerebral hemipléjica espástica (PC), GMFCS nivel I, fue sometido a un protocolo de intervención de fisioterapia de 12 sesiones de 45 minutos, dos veces por semana, mediante terapia basada en realidad virtual. El protocolo utilizó una consola disponible comercialmente (XBOX®360 Kinect®) capaz de rastrear y reproducir los movimientos corporales en una pantalla. Antes del protocolo de intervención, el niño fue evaluado utilizando la Escala de Desarrollo Motor (MDS) y la Escala de Equilibrio Pediátrico (PBS) para evaluar el desarrollo motor y el equilibrio, respectivamente. Se llevaron a cabo dos evaluaciones de línea de base con un intervalo de 2 semanas entre sí para cada herramienta. Luego, el niño fue reevaluado después de la duodécima sesión. Los resultados no mostraron cambios en las dos puntuaciones iniciales. Después del protocolo de intervención, el niño mejoró sus puntajes en las dos herramientas utilizadas: el puntaje PBS aumentó en 3 puntos, alcanzando el puntaje máximo, y el MDS aumentó de un desempeño motor muy inferior a un desempeño motor simplemente inferior. El estudio refleja que el uso de la terapia basada en RV con un dispositivo de escaneo corporal resultó en efectos positivos sobre el rendimiento motor y el equilibrio funcional del niño analizado, que tiene PC con deterioro funcional leve. Por tanto, la RV parece ser una herramienta prometedora para incorporar al proceso de rehabilitación de la PC.

CAPÍTULO 4

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

4.1 Pregunta de investigación

¿Es efectiva la realidad virtual semi-inmersiva como terapia complementaria a la kinesioterapia convencional para mejorar el equilibrio en pacientes de 6 a 12 años con parálisis cerebral clasificados en nivel II de GMFCS que asistan a institutos Teletón en la ciudad de Temuco y Puerto Montt en los años 2021 y 2022?

4.2 Objetivo general

Determinar la efectividad de la realidad virtual semi-inmersiva como terapia complementaria a la kinesioterapia convencional para mejorar el equilibrio en pacientes de 6 a 12 años con parálisis cerebral clasificados en nivel II de GMFCS.

4.3 Objetivos específicos

Objetivos primarios específicos del estudio.

1. Evaluar si existen diferencias en el equilibrio dinámico entre el grupo de intervención y grupo control medido a través del test Time Up and Go.
2. Evaluar si existen diferencias en el equilibrio estático entre el grupo de intervención y grupo control medido a través del test de Alcance Funcional.

3. Analizar las diferencias obtenidas en los resultados con respecto al equilibrio entre el grupo de intervención y el grupo control según los rangos de edad.

Objetivo específico secundario del estudio

4. Evaluar si existen diferencias en la funcionalidad entre el grupo de intervención y el grupo control medido a través de la escala WeeFIM.

4.4 Justificación de la pregunta

4.4.1 Factible

- Se considera factible ya que existe una gran cantidad de pacientes que padecen de parálisis cerebral en el país que son incluidos en programas de rehabilitación otorgados por Teletón (3).
- El uso de realidad virtual va en aumento y no tan solo con fines netamente recreativos, sino que también para una aplicación más terapéutica e interactiva, lo que lo vuelve altamente atractivo para la población del rango etario seleccionado (6).
- En cuanto al financiamiento se gestionará la postulación a fondos concursables para proyectos de investigación impartidos por la casa de estudios y por el Estado.
- La gestión del acceso y autorizaciones para realizar este estudio en Teletón se realizará mediante la aplicación de este proyecto por el comité de ética de dichos institutos.

4.4.2 Interesante

- Se considera interesante tanto el tipo de terapia propuesta para la intervención como el alto impacto que tiene el uso de esta tecnología en algunos aspectos de la funcionalidad, los cuales mediante en los pacientes con esta condición como lo es el equilibrio.
- Es interesante para el quehacer kinésico poder ahondar en la utilización de nuevas tecnologías como lo es la TRV semi inmersiva, como complementaria a una terapia convencional, ya que existe un potencial de expandir los beneficios terapéuticos con su uso, así como también optimizar los tiempos de atención directa con los pacientes.

4.2.3 Novedoso

- La realidad virtual puede ser efectiva en la mejora del equilibrio en los pacientes con parálisis cerebral. Se sabe que el uso de realidad virtual puede contribuir para la mejora del equilibrio, pero no se ha descrito cuál modalidad o tipo de esta es la que brinda mayores beneficios en pacientes con parálisis cerebral (7).
- La terapia de realidad virtual semi-inmersiva puede aumentar los niveles tanto de funcionalidad como motivación en pacientes con parálisis cerebral y con ello disminuir su dependencia en la realización de sus actividades de la vida diaria.

4.4.4 Ético

- El fin único de nuestra investigación es reunir información relevante y se respetarán los principios éticos fundamentales de la investigación en humanos, el primero es el de autonomía, este se respetará ya que tanto los participantes como los tutores legales tendrán la opción de decidir participar o no en esta investigación, el segundo es el de beneficencia,

donde se buscará que los beneficios potenciales excedan los posibles riesgos que se asumirán, el tercero es el principio de justicia, este se respetará ya el reclutamiento de los participantes para esta investigación se realizará de forma no discriminatoria y el cuarto es el de no maleficencia, el cual se respetará ya que se procurará no causar daños a los pacientes en el proceso de investigación.

- El impacto de la terapia de realidad virtual en el equilibrio y funcionalidad beneficia las actividades de la vida diaria en los pacientes.
- En esta investigación se respetará la autonomía tanto de los pacientes que participen en esta, como de los padres o tutores legales estos mediante la entrega de un consentimiento y asentimientos informados los cuales contendrán información relevante sobre los aspectos más importantes del estudio.

4.4.5 Relevante

- Actualmente el instituto Teletón de la ciudad de Temuco atiende aproximadamente 575 usuarios diagnosticados con parálisis cerebral, de un total de 1616 usuarios activos, lo que indica que equivale casi a un tercio del total, por lo que resulta relevante poder llevar a cabo una intervención de esta envergadura de manera complementaria a las terapias kinésicas, ya que los potenciales beneficios de esta asociación sobre el equilibrio y la funcionalidad serían muy importantes para el desarrollo de independencia en las AVD de estos usuarios (3).
- Al llevar a cabo un estudio de estas características, produciremos evidencia científica que permitirá a los profesionales de salud y centros de rehabilitación respaldar la inclusión de

esta nueva terapia complementando las terapias convencionales y se podrán desarrollar nuevos programas de intervenciones a la comunidad de pacientes con parálisis cerebral.

- Destacando la posibilidad de poder adquirir este tipo de dispositivos de forma permanente, asimismo, que estas herramientas brinden resultados eficientes y efectos positivos a largo plazo, esto significa que los beneficios pueden superar los costos asociados.

CAPÍTULO 5

MATERIAL Y MÉTODO

5.1 Diseño propuesto para la investigación.

Para la realización de esta investigación se utilizará el diseño de Ensayo Clínico Aleatorizado (ECA).

5.2 Ensayo clínico aleatorizado (ECA).

El diseño propuesto para nuestra investigación es un Ensayo Clínico Aleatorizado (ECA) simple ciego ya que este diseño permite comparar dos grupos en paralelo, que consiste en la selección de una muestra homogénea de pacientes y su asignación de forma aleatoria a uno de los dos grupos, con la finalidad de realizar la comparación de las intervenciones entregadas a ambos grupos de la manera más imparcial posible.

En el caso de este estudio, uno de ellos recibe la intervención de estudio y el otro la de control que se utiliza como referencia o comparación. En este estudio el grupo intervención recibirá terapia complementada con realidad virtual y terapia convencional, mientras que con el grupo control se utilizará solo terapia convencional.

5.2.1 Ventajas y desventajas (del ECA)

Ventajas

- Proporcionan la mejor evidencia de una relación causa-efecto entre la intervención que se evalúa y la respuesta observada.
- Proporcionan un mayor control del factor de estudio.
- La asignación aleatoria tiende a producir una distribución equilibrada de los factores pronósticos que pueden influir en el resultado (potenciales factores de confusión), formando grupos comparables; de este modo, permite aislar el efecto de la intervención del resto de factores.

Desventajas

- Habitualmente se llevan a cabo con participantes de poblaciones con características específicas en este caso serían niños de institutos de rehabilitación infantil del sur de Chile, lo que dificulta la generalización y extrapolación de los resultados.
- En general, sólo permiten evaluar el efecto de una única intervención
- Suelen tener un coste elevado, aunque ello depende de la duración del estudio y la complejidad del protocolo.

5.3 Aleatorización

Se entiende por aleatorización, decidir la asignación al azar de un paciente a un grupo de estudio u otro. El objetivo de la aleatorización es evitar sesgos potenciales por parte de los investigadores

que pudieran influir en la asignación de los participantes a los diferentes grupos de tratamiento. El uso de la aleatorización es crucial para proteger el estudio de sesgos que pudieran ser introducidos consciente o inconscientemente por el investigador en el proceso de asignación (24).

Los participantes de esta investigación, posterior a ser reclutados y seleccionados en base a los criterios de elegibilidad, además de comprender y acceder a participar voluntariamente en el estudio serán asignados al azar, a alguno de los grupos, a través de una aleatorización por bloques, ya que esta busca asegurar un equilibrio en el número de sujetos asignados a los grupos, y generando un balance en las variables que pudieran generar posibles sesgos en la muestra y que tendría una directa relación con el efecto del tratamiento

5.4 Enmascaramiento

Este estudio tiene la modalidad enmascaramiento abierto simple ciego, el cual consiste en que los investigadores o más frecuentemente los propios participantes, desconocen qué intervención recibe cada individuo.

Si los investigadores conocen quién recibe cada intervención, o los participantes saben qué tratamiento reciben, existe la posibilidad de que se examine con mayor minuciosidad cualquier respuesta (aunque sea de modo no intencionado), o se pregunte con más detalle por los posibles efectos secundarios de alguno de los tratamientos (25).

Para efectos de este estudio el enmascaramiento simple ciego será aplicado al evaluador, quien desconocerá que intervención se le estará entregando a cada participante del estudio.

5.5 Población y muestra

Para la realización de este estudio se ha escogido a aquellos pacientes de 6 a 12 años con parálisis cerebral, que cursan con alteraciones en el equilibrio que predispone a limitaciones en sus actividades de la vida diaria.

5.5.1 Población diana

Personas de 6 a 12 años con Parálisis cerebral clasificados en el nivel II según la escala GMFCS en Chile.

5.5.2 Población accesible

Pacientes con Parálisis cerebral clasificados en el nivel II de GMFCS, que asistan al Instituto Teletón de la ciudad de Temuco y el Instituto Teletón de la ciudad de Puerto Montt.

5.6 Cálculo tamaño muestral

De acuerdo con el estudio de Tarakci et al., (26) en el cual se realizó una intervención en pacientes con parálisis cerebral infantil con TRV de tipo no inmersiva donde se observaron diferencias en los resultados de las mediciones pre y post intervención , tanto del grupo control como el grupo experimental de un 11% con respecto al equilibrio evaluado a través del test TUG.

Sumado a los valores obtenidos en este estudio y basándose en la evidencia obtenida en la revisión de la literatura, se considera que la intervención con terapia de realidad virtual de tipo semi inmersiva en pacientes con parálisis cerebral infantil y sus efectos sobre el equilibrio sería potencialmente mayores por lo que se estimó con un tamaño de efecto de 0.8.

Se realizó el cálculo del tamaño de muestra en el software GPOWER en su versión 3.1.9.7 donde se utilizó una potencia del 80%, se estimó un tamaño de efecto de 0.8 y un nivel de confianza de 0.05% dando como resultado un tamaño de muestra total de 52 personas divididos en dos grupos de 26 participantes. Además, se considera un margen de abandono de 30% por lo que se requerirá de un total de 68 personas divididos en dos grupos de 34 participantes cada uno.

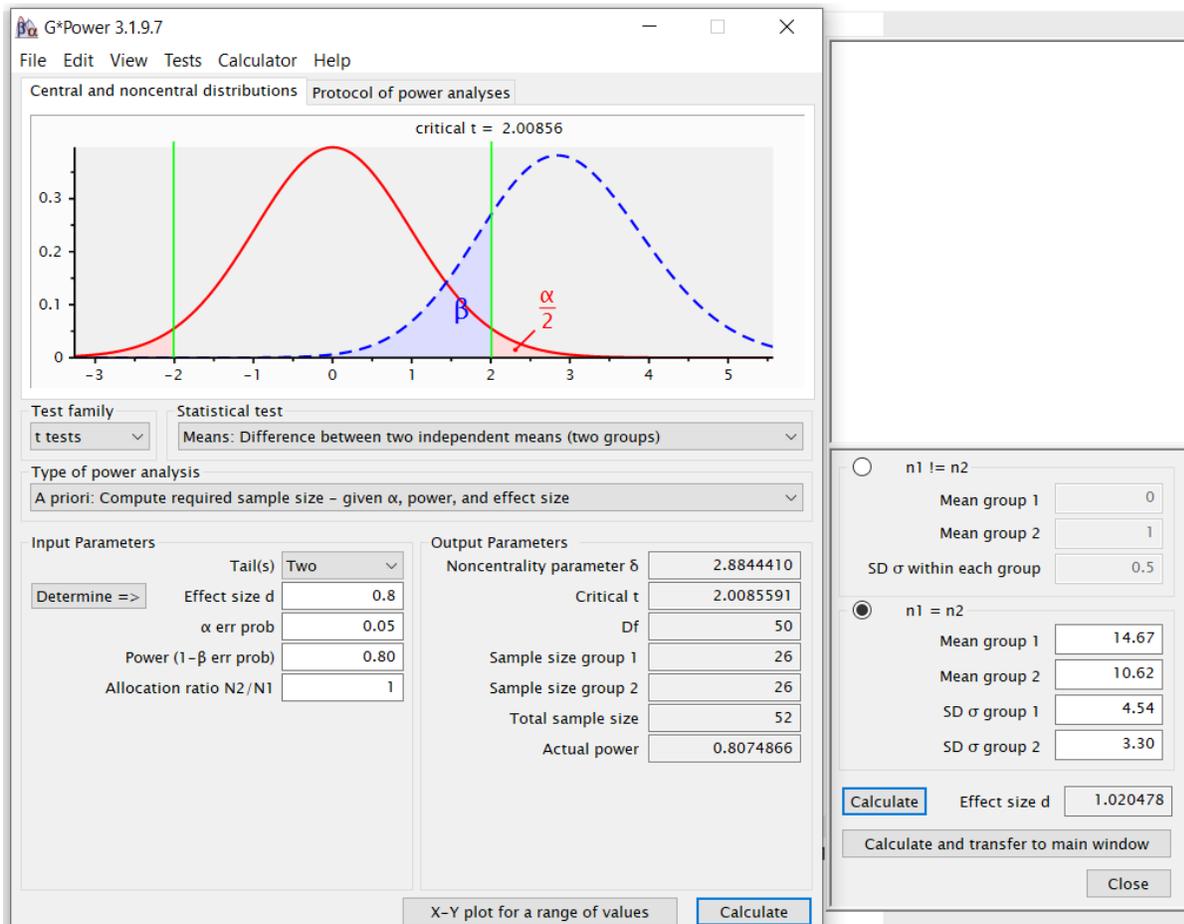


Figura 1: Cálculo Tamaño Muestral

5.7 Criterios de elegibilidad

Tabla 6. Criterios de Inclusión y Exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none">● Asistir al Instituto Teletón de la ciudad de Temuco y al Instituto Teletón de la ciudad de Puerto Montt por parálisis cerebral.● Edad entre 6 a 12 años● Pertenecen sólo al nivel II según la clasificación de la GMFCS.● Paciente tenga un nivel cognitivo para poder seguir órdenes y grado de movilidad (Test Wics)● Aprobación de la participación en el estudio por parte del cuidador principal del consentimiento informado para padres o tutor responsable del paciente.	<ul style="list-style-type: none">● Tener antecedentes de epilepsia.● Padecer de trastorno visual y auditivo● Incapacidad para seguir órdenes.● Padecer enfermedades neurológicas diferentes de la parálisis cerebral que puedan interferir en la exposición y en los resultados.● Antecedentes de cirugía ortopédica recientes.● Que en su domicilio tenga algún tipo de videojuego de realidad virtual.

Pacientes de entre 6 y 12 años de edad, que manifiesten asentimiento informado.	
---	--

5.8 Grupo control

Este grupo estará compuesto por niños de ambos sexos, entre las edades 6 a 12 años con diagnóstico de parálisis cerebral clasificados en el nivel II de la escala GMFCS, el cual recibirá como única intervención la terapia kinésica convencional.

5.9 Grupo experimental

Este grupo estará compuesto por niños de ambos sexos, entre las edades 6 a 12 años con diagnóstico de parálisis cerebral clasificados en el nivel II de la escala GMFCS, quienes recibirán terapia kinésica convencional complementada con terapia de realidad virtual.

5.10 Variables

5.10.1 Variables de resultado:

Son aquellas que sufren modificaciones a causa de la intervención. Son variables que se evaluarán, es decir, corresponden a un parámetro de medición cuyo resultado será analizado estadísticamente.

VARIABLES DE RESULTADO O DEPENDIENTE PRIMARIAS SON

- **Equilibrio estático:** se entiende por equilibrio estático cuando el cuerpo se encuentra en equilibrio y en reposo estando absolutamente inmóvil. Esta variable será medida a través del test de alcance funcional el cual mide los límites de estabilidad en bipedestación, señala limitaciones en las actividades de la vida diaria e indica el riesgo de caídas.
- **Equilibrio dinámico:** esta variable será medida a través del test de Time Up and Go el cual consiste en que el paciente debe caminar, lo más rápido que pueda, sobre una pista previamente trazada de tres metros con la finalidad de evaluar su equilibrio dinámico y su potencial riesgo de caídas.

Tabla 7. Variables de resultado.

Variable	Instrumento de evaluación	Unidad de medida o categoría	Tipo de variable
Equilibrio Estático	Test de alcance funcional	Centímetros	Cuantitativa ordinal

Equilibrio Dinámico	Test timed up and go	Segundos	Cuantitativa ordinal
Funcionalidad	WeeFIM	Puntaje	Cualitativa nominal

5.10.2 Variable de exposición o experimental.

La variable experimental corresponderá a la intervención propiamente tal, que en este estudio será la aplicación de la Terapia de realidad virtual junto a la terapia convencional en niños y niñas con parálisis cerebral. Este tipo de terapia es un tratamiento no invasivo y probado en otras patologías y en pacientes adultos, siendo considerado un complemento a la fisioterapia.

Tabla 8. Variables de exposición.

Variable	Tipo de variable
Terapia de realidad virtual	Cualitativa dicotómica

5.10.3 Variables de control

Referentes al sujeto de estudio pueden cambiar los resultados del tratamiento en función de estas variables. En el estudio nuestras variables de control serán:

- Edad.
- Sexo.
- Tipo de parálisis cerebral.

Tabla 9. Variables de control.

Variable	Tipo de variable	Unidad de medida o categoría	Instrumento de evaluación
Edad	Cuantitativa Continua Ordinal	Años y meses	Entrevista inicial
Sexo	Cualitativa nominal	Masculino/ Femenino	Ficha clínica/Entrevista inicial
Clasificación según tipo de PC	Cualitativa nominal	Exámenes complementarios (TAC)	Ficha clínica

CAPÍTULO 6

PROPUESTA DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

6.1 Hipótesis

6.1.1 Hipótesis Nula

La realidad virtual semi-inmersiva como terapia complementaria a terapia convencional no es más efectiva que la terapia convencional por sí sola en la mejoría del equilibrio en niños con parálisis cerebral clasificados en el nivel II de la GMFCS, entre los 6 y 12 años que asisten a los institutos Teletón en la ciudad de Temuco y Puerto Montt.

6.1.2 Hipótesis Alternativa

La realidad virtual semi-inmersiva como terapia complementaria a terapia convencional es más efectiva que la terapia convencional por sí sola en la mejoría del equilibrio en niños con parálisis cerebral clasificados en el nivel II de la GMFCS, entre los 6 y 12 años que asisten a los institutos Teletón en la ciudad de Temuco y Puerto Montt.

6.2 Estadística Descriptiva

En el análisis estadístico de este estudio los datos serán presentados como media \pm desviación estándar ambas medidas de dispersión, los cuales serán presentados a través de tablas de distribución de frecuencia, porcentajes y gráficos para las variables de control, primarias y secundarias.

6.3 Estadística Inferencial

En cuanto al análisis de los resultados de estudio obtenidos de evaluaciones, las cuales serán realizadas pre y post intervención a ambos grupos de estudio, se realizará una prueba paramétrica en el caso de que los datos se comporten conforme a la normalidad para lo cual se utilizará la prueba T Student. De ocurrir lo contrario y observar datos no paramétricos como resultado se realizará la prueba U Man Whitney.

El objetivo general es analizar los resultados pre-intervención y post intervención entre ambos tanto el de intervención como el de control, en caso de que los valores se comportan con normalidad se llevará a cabo una prueba independiente de cada grupo, esto a través de T Student Independiente para resultados paramétricos y la prueba de Wilcoxon para datos no paramétricos.

CAPÍTULO 7

ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

7.1 Principios éticos

7.1.1 Autonomía

Este principio hace alusión a la capacidad de las personas a deliberar sobre sus finalidades personales y de actuar bajo la dirección de las decisiones que ellos puedan tomar. De este principio ético se origina y justifica el uso de un consentimiento informado, firmado por el tutor responsable, en el cual estará presente información relevante sobre el estudio, sobre la intervención a la que serán sometidos y los posibles riesgos y beneficios, este acompañado con un asentimiento informado para los pacientes que serán expuestos a esta intervención, dejando registro de su aprobación o rechazo a participar en el estudio. Se recalca la importancia de que el niño que participe o si el tutor lo estime conveniente pueda retirarse en cualquier instancia del proceso de la investigación, respetando su autonomía.

7.1.2 No maleficencia

El principio de no maleficencia se refiere a no infringir daño a los participantes del estudio, en el caso de nuestra investigación se verá respetado este principio, ya que en esta investigación la protección de los participantes es más importante que la búsqueda de nuevos conocimientos o de los intereses personales de los investigadores.

Las intervenciones que se apliquen en el proceso de la investigación deben asegurar o disminuir al mínimo los riesgos para los participantes, procurando asegurar la seguridad y bienestar de los sujetos.

7.1.3 Beneficencia

Este principio plantea favorecer a los participantes de la investigación, procurando no exponerlos a daños y asegurando su bienestar.

En esta investigación se buscará el beneficio de los pacientes con parálisis cerebral en el ámbito del equilibrio y poder reforzar la funcionalidad en las actividades de la vida diaria, teniendo un impacto para el paciente y para la sociedad.

7.1.4 Justicia

Este principio busca reconocer que todos los seres humanos son iguales y deben tratarse con la misma consideración y respeto.

En esta investigación se respeta este principio ya que la selección y reclutamiento de los participantes se hará de forma no discriminatoria, asegurando que dicha selección se ajuste los criterios de elegibilidad y que estos tengan respaldo científico o en otro caso, que estos presenten riesgos que restrinjan su elegibilidad.

7.2 Consentimiento y asentimiento informado

Se utilizará un consentimiento y asentimiento informado, el primero dirigido a la madre o tutor legal del niño y el segundo al participante (Anexo 6).

La finalidad del consentimiento informado es asegurar que los individuos participen en la investigación clínica propuesta sólo cuando ésta sea compatible con sus valores, intereses y preferencias.

Estos documentos serán entregados al principio del proceso de la investigación, y se justifican por la necesidad del respeto a las personas y a sus decisiones autónomas.

CAPÍTULO 8

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

8.1 Fases de la Investigación.

Fase 1: Logística y coordinación. (2 meses)

- Informar a los centros de cada región sobre la investigación que se va a realizar.
- Envío del proyecto a la casa de estudios (UFRO), a SEREMI de Salud Región de la Araucanía y Región de Los Lagos, así como al comité de ética de los institutos Teletón a los que va dirigido el estudio.
- Contrato de profesionales e internos.
- Capacitación del personal que realizará la intervención a los participantes.
- Adquisición de los materiales para la investigación.

Fase 2: Reclutamiento y selección (3 meses).

- Coordinación con los centros de las regiones involucradas para determinar las redes de acceso de cada participante y la conformación de los equipos de trabajo.
- Reclutamiento y selección a los participantes según los criterios de inclusión y exclusión.
- Registro de consentimiento y asentimiento informado de los pacientes seleccionados.

Fase 3: Recolección de datos, mediciones e intervención (4 meses).

- Creación de la ficha personal del participante para propósitos del estudio y así almacenar los diversos datos adquiridos.
- Entrevista a padres o tutores.
- Recopilación de datos para la ficha clínica de cada uno de los participantes.
- Medición de parámetros basales (pre intervención)
- Intervención de realidad virtual más terapia neurokinésica convencional (grupo de intervención 2 veces por semana durante 8 semanas)
- Intervención de terapia neurokinesica convencional (grupo control 2 veces por semana durante 8 semanas)
- Medición de parámetros finales. (post intervención)

Fase 4: Resultados y difusión (3 meses).

- Análisis estadístico de los datos obtenidos.
- Conclusiones del estudio.
- Publicación y difusión del estudio.

8.2 Descripción de la intervención

Intervención

Se contará con un total de 68 participantes, los cuales se distribuirán aleatoriamente en dos grupos de 34 cada uno. El primero, correspondiente al grupo experimental que recibirá como intervención el uso de realidad virtual más terapia convencional, el segundo grupo correspondiente al grupo control solo recibirá terapia convencional. Cada participante realizará un total de 24 sesiones, las

cuales serán distribuidas en una frecuencia de 2 veces por semana.

Ambos grupos serán evaluados antes y después de la intervención en un día y horario específico establecido para cada uno, serán realizadas por un kinesiólogo evaluador. Estas evaluaciones serán orientadas a las variables de resultados que se establecieron para el desarrollo de esta investigación, el test Timed up and Go y el Test de Alcance Funcional (ANEXO 2). Además, se evaluará en conjunto a las evaluaciones ya mencionadas el grado de funcionalidad del paciente con el instrumento WeeFIM el cual será realizado antes y posterior a la intervención.

Tanto las intervenciones y evaluaciones serán realizadas en los Institutos Teletón de la ciudad de Temuco y Puerto Montt.

8.2.1 Registro de variables

Para el registro de las variables se desarrollará una carpeta en formato digital que va a contener los datos relevantes del paciente en una ficha creada para fines del estudio, además de incluir las planillas de medición correspondientes a cada una de las variables.

VARIABLES DE RESULTADOS PRIMARIOS:

- Equilibrio estático: Se realizará la evaluación del equilibrio estático con la utilización del Test de Alcance Funcional, se medirá antes de iniciar la intervención y al finalizar la intervención en ambos grupos.

- Equilibrio dinámico: Se realizará la evaluación del equilibrio dinámico con la utilización del Test Timed up and Go, cuya evaluación se realizará antes de iniciar la intervención y al finalizar el periodo de intervención en ambos grupos.

VARIABLES DE RESULTADOS SECUNDARIOS:

- Independencia funcionalidad: Se realizará la evaluación de la independencia funcionalidad con la utilización de la escala WeeFIM, cuya evaluación se realizará antes de iniciar la intervención y al finalizar el periodo de intervención en ambos grupos.

VARIABLES DE CONTROL:

- Sexo: se llevará el registro del sexo de cada participante en una plantilla digital en su primera sesión.
- Edad: Se llevará registro en la primera sesión en la plantilla digital.
- Tipo de clasificación de parálisis cerebral: Se extrae esta información en la ficha clínica de cada paciente que participa y se registra en la plantilla digital.

8.2.2 Método de evaluación.

Los participantes serán evaluados pre y post intervención en un día y horario establecidos para cada paciente. Las evaluaciones están dirigidas a las variables de resultado de esta investigación, las pruebas a utilizar son el Test Timed up and Go y Alcance funcional, los cuales evaluarán el equilibrio dinámico y el equilibrio estático respectivamente. Para la variable de funcionalidad se utilizará la escala WeeFIM, la cual nos permitirá medir el grado de funcionalidad del paciente

con parálisis cerebral. Las descripciones de cada evaluación estarán especificadas en el Anexo 2 y 3 respectivamente. Todo esto se realizará en los Centros de Teletón de la ciudad de Temuco y Puerto Montt.

8.2.3 Protocolo sesión tipo.

La terapia de intervención corresponderá a la rehabilitación kinésica convencional junto con la aplicación de la realidad virtual semi-inmersiva, en el grupo de intervención antes mencionado, cada sesión se realizará dos veces a la semana, dividiéndose en 40 minutos de rehabilitación kinésica convencional y 20 minutos de realidad virtual, en cambio al grupo de control solo recibirá la rehabilitación kinésica convencional también dos veces a la semana, cada sesión durará 40 minutos. A los participantes se le explicará la actividad que se realizará en la sesión diferenciando que al grupo experimental se le explicará sobre la actividad de realidad virtual semi-inmersiva.

Sesión tipo.

- En la primera sesión tendrá una duración de 60 minutos. Se le entregará la información y se explicará la intervención tanto al tutor como al niño y se firmarán el consentimiento y asentimiento. Posterior a esto si el tutor y el niño acepta se procederá a la recopilación de la información del paciente tanto anamnesis remota y actual, se continuará con la evaluación neurokinesica convencional evaluando parámetros como nivel de conciencia, tono postural, rango de movilidad articular, la persistencia de reacciones primitivas y

posturales, reflejos osteotendinosos, sensibilidad, desarrollo motor y funcionalidad del usuario. Luego se procederá a realizar el test Timed up and go, Alcance funcional y el WeeFIM quedando registrado los resultados en la ficha digital.

- Antes de iniciar la sesión se tomarán los signos vitales de los participantes, luego en el grupo de intervención se realizará 40 minutos de terapia convencional en los cuales también tendrá unos tiempos de descanso entre actividad. En la tabla 10 se describen los objetivos que se abordarán en la terapia convencional. Además, posterior tendrá 10 minutos de descanso y continuará con 20 minutos de entrenamiento con realidad virtual a través de Kinect Xbox One, será guiado por un kinesiólogo que posee conocimientos previos de la intervención con realidad virtual. Este se basará en un protocolo que posee tres tipos de juegos donde el último tiene como finalidad que el niño vuelva a la calma. Estos nos permitirán activar el equilibrio en los tres planos de movimientos sagital, frontal y transversal del niño.

Los primeros dos juegos se repetirán dos veces. Se utilizarán el Snowboard Steep: Winter Games y el juego Surf's Up, para la vuelta a la calma se utilizará el juego yo:30. Los dos primeros juegos se realizarán dos veces con una duración de 2 minutos y medios cada uno y entre juego habrá un descanso de un minuto. Entre la primera y segunda serie de juegos habrá un descanso de 3 minutos y para finalizar se realizará 3 minutos del juego YO:30 con una duración de 1 minuto y medio con los ojos abiertos y el tiempo restante con los ojos cerrados.

Las características de cada juego se encontrarán especificadas en el Anexo 5.

- En el grupo control se comenzará tomando los signos vitales de cada participante, luego se realizarán 40 minutos de terapia convencional. Entre las actividades planteadas tendrá

unos minutos de descanso. En la tabla 10 se describen los objetivos a abordar con su respectiva actividad

- Luego al finalizar las sesiones de cada grupo, un día específico y aproximadamente 25 minutos por paciente se volverán a tomar las evaluaciones que se realizaron antes de la intervención el Test de Time up and Go, prueba de alcance funcional y el WeeFIM

Aspectos a considerar.

Para realizar la intervención y sus mediciones, se debe tener en cuenta algunas consideraciones previas en el lugar, el personal investigador y el usuario.

- La sala se debe considerar un espacio amplio, limpio, despejado y debe estar organizado con espacios definidos y ordenados antes de usar. En el lugar debe contar con un lavamanos, basurero, al menos una ventana para la ventilación, solo contar con los implementos necesarios para realizar la intervención para no distraer al paciente, debe haber una temperatura adecuada y agradable (20°C) para llevar a cabo la sesión.
- El personal encargado de la investigación e intervención va a entregar toda la información correspondiente al tratamiento a realizar en cada sesión. Contar con especialización en el área de la neurorrehabilitación y de la terapia con realidad virtual.
- Se solicitará el acompañamiento de uno de sus padres o el tutor del paciente durante toda la intervención, el participante debe vestir ropa cómoda en cada sesión y con la asistencia de sus ayudas técnicas u ortopédicas. Además, se solicitará firmar el consentimiento y asentimiento informado antes de la primera intervención dándose el espacio para resolver dudas y consultas correspondientes.

Tabla 10. Protocolo de intervención tratamiento convencional

Objetivo	Estrategia	Actividad	Materiales
<p>1. Mejorar rangos de movimiento de tronco, MMSS y MMII.</p>	<p>Flexibilizaciones funcionales</p>	<p>Paciente y kinesiólogo en sedente, se realiza flexibilización de tronco en todos los planos de movimiento</p>	<p>Banca, juguetes, pelotas pequeñas y baldes o canastillos</p>
<p>2. Modular el tono postural.</p>	<p>Bobath: Estimulación táctil y propioceptiva. Facilitaciones.</p>	<p>Pegar pelotas en la pared hacia anterior, en sedente, a horcajadas en un rollo con facilitación hacia anterior desde proximal.</p>	<p>Rollo, pelotas, scotch</p>

3.Favorecer alineación postural.	Bobath: Facilitación y giro	Se realizará al paciente en sedente disociación es de movimientos pélvicos y cintura escapular	Terapeutas
4.Favorecer la disociación de cintura escapular y pélvica	Facilitar la disociación de cintura escapular y pélvica	Alcanzar objetos o dibujar en pizarra en rangos amplios en sedente en rollo incluyendo plano frontal y transversal	Rollo Objetos Pizarra y plumón
5. Favorece la basculación pélvica	Facilitación de basculación pélvica en los distintos planos de movimiento.	Corregir postura de puntos claves, estimulación táctil y propioceptiva, tomada desde crestas iliacas facilitando sedestación y cargas de peso hacia un lado y otro.	Balón tipo maní Apoyo para estabilizar (otorga el kinesiólogo)

8.3 Administración y presupuesto

8.3.1 Administración

Para la realización de esta investigación se utilizarán los espacios de los Institutos Teletón de Temuco y Puerto Montt, la gestión para la autorización y el acceso se realizará solicitando los permisos correspondientes tanto al comité de ética como a la administración de estos centros.

Se dispondrá de un equipo de profesionales capacitados para llevar a cabo tanto las evaluaciones, intervenciones, como los análisis de datos correspondientes.

8.3.2 Equipo de trabajo

- Investigadores principales (kinesiólogos 1,2,3): Estos estarán a cargo de la administración de la investigación y supervisarán aspectos como el horario espacio donde se llevarán a cabo las mediciones e intervenciones.
- Kinesiólogo evaluador (1): el kinesiólogo evaluador será previamente capacitado, ya que le corresponderá la toma de mediciones iniciales y finales de los participantes del estudio. Como evaluador del estudio, será cegado con respecto a las intervenciones.
- Kinesiólogo de la intervención (2): los profesionales estarán previamente capacitados y estarán a cargo de llevar a cabo la intervención tanto del grupo control como del grupo experimental.
- Psicólogo (1): Personal encargado de realizar evaluación cognitiva a los participantes (Test de Wics).
- Estadístico: el profesional estadístico estará a cargo del análisis y organización de los resultados obtenidos al final de la investigación.

Tabla 11. Equipo de trabajo.

Profesional	Cantidad	Pago mensual (\$)	Pago total (\$)
Investigadores principales	3	-	-
Kinesiólogo evaluador	1	\$450.000(2)	\$900.000
Kinesiólogo de la intervención	2	\$600.000(3)	\$3.600.000
Psicólogo	1	\$300.000(1)	\$300.000
Estadístico	1	\$250.000(1)	\$250.000
TOTAL			\$5.050.000

8.3.3 Implementos a utilizar

Tabla 12. Implementación

Implemento	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total
Notebook	2	\$419.990	\$839.980
XBOX ONE S ALL DIGITAL 1TB	2	\$249.990	\$499.980
Dispositivo Kinect para Xbox	2	\$80.000	\$160.000
Juegos Xbox One Step Winter Games.	2	\$25.990	\$51.980
Juegos de Xbox One Surf's Up	2	\$23.980	\$47.960
Juegos de Xbox One YO:30	2	\$23.000	\$46.000

Impresora	1	\$189.990	\$189.990
Artículos de oficina	-		\$150.000
Silla de escritorio	2	\$86.990	\$173.980
Escritorio	2	\$74.990	\$149.980
Elementos de protección personal (mascarillas-alcohol gel-guantes-pecheras)	-	-	\$200.000
Colaciones	-	-	\$500.000
Movilización	-	-	\$2.500.000
TOTAL			\$ 5.509.850

8.3.4 Implementos de la intervención y medición de variables

Tabla 13. Implementos intervención y medición.

Implemento	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Tatami (1 metro x 1 metro)	8 bloques	\$13.990	\$111.920
Balón terapéutico	2	\$9.990	\$19.980
Pelotas	1 set de 100 pelotas	\$20.000	\$20.000
Canasto para pelotas	4	\$6.990	\$27.960
Barras paralelas	2	\$546.000	\$1.092.000
Cronómetro	2	\$30.000	\$60.000
Huinchas métricas	2	\$3.750	\$7.000

Conos	1 set	\$20.000	\$20.000
Silla	2	\$24.990	\$49.980
Test Impresos	-	-	-
TOTAL			\$1.408.840

8.3.5 Total de presupuesto

Tabla 14. Presupuesto

Presupuesto	Costo total (\$)
Recursos humanos	\$5.050.000
Implemento a utilizar	\$5.509.850
Implementos de la intervención y medición de variables	\$1.408.840

ANEXOS

Anexo 1: Clasificación GMFCS según edades.

Antes de los 2 años

Nivel I	<p>El niño se mueve desde y hacia sedente, desde esa posición puede manipular objetos con ambas manos.</p> <p>Gatea o se arrastra sobre ambas manos y rodillas.</p> <p>Para hacer transición a bipedestación realiza empuje con EE.SS.</p> <p>Realiza marcha sujetándose de muebles.</p> <p>Habitualmente adquieren la marcha entre los 18 meses y 2 años sin requerimiento de dispositivo auxiliar de marcha.</p>
Nivel II	<p>Mantiene posición sedente con ayuda de sus manos para apoyarse y mantener el equilibrio.</p> <p>Se arrastra o gatea sobre manos y rodillas realiza empuje con EE.SS para lograr la bipedestación.</p> <p>Realiza marcha sujetándose de muebles.</p>

Nivel III	<p>Mantiene sedente con soporte en región lumbar.</p> <p>Realiza giro a prono y logra arrastrarse hacia adelante.</p>
Nivel IV	<p>Tiene control de cabeza, pero requiere de soporte en el tronco para mantenerse sedente.</p> <p>Rueda en decúbito supino y pueden rodar a decúbito prono.</p>
Nivel V	<p>Gran limitación del control voluntario.</p> <p>No tiene control de cabeza y el tronco en posiciones anti gravitatorias en prono y en sedente.</p> <p>Requiere asistencia para rodar.</p>

2 y 4 años

Nivel I	<p>Se mantiene sedente en el suelo y es capaz de manipular objetos con ambas manos.</p> <p>No requiere asistencia de un adulto para pararse o sentarse.</p> <p>Camina, como método preferido de movilidad sin requerimiento de dispositivo manual auxiliar de marcha</p>
Nivel II	<p>Se mantiene sedente en el suelo, pero puede tener dificultades para mantener el equilibrio cuando utiliza ambas manos para manipular objetos. No requiere asistencia para sentarse o levantarse.</p> <p>Se empuja con las manos para ponerse de pie sobre una superficie estable.</p> <p>Gatea con movimiento recíproco de manos y rodillas.</p> <p>Realiza marcha sujetándose de los muebles o con un dispositivo auxiliar de marcha como método preferido de movilidad.</p>

Nivel III	<p>Se mantiene en sedente en posición de “W” (flexión y rotación de caderas y rodillas), en el suelo Puede llegar a requerir asistencia de un adulto para sentarse.</p> <p>Se arrastra sobre su estómago o gatea sobre sus manos y rodillas (a menudo sin movimiento recíproco de piernas como método primario de auto-movilidad).</p> <p>Realiza empuje sobre una superficie estable para lograr bipedestación.</p> <p>Logra marcha en distancias cortas con un dispositivo manual auxiliar de marcha en espacios interiores. Requiere asistencia de un adulto para cambiar de dirección y girar.</p>
Nivel IV	<p>Al niño se le tiene que sentar. Es incapaz de mantener la alineación y el equilibrio sin utilizar manos para apoyarse.</p> <p>Requiere equipo para adaptarse y mantener posición sedente y de bipedestación.</p>

Realiza auto-movilidad en distancias cortas (interior de una habitación), rodando, arrastrándose sobre su estómago o gateando sobre sus manos y rodillas sin movimiento recíproco de piernas.

Nivel V

Limitación severa del movimiento voluntario. Incapacidad para sostener la cabeza y el tronco en posiciones anti-gravitatorias, toda función motora es limitada.

Las limitaciones para sentarse y ponerse de pie no son compensadas con el uso de dispositivos tecnológicos y el niño no tiene forma de movimiento independiente, por lo que debe ser transportado.

Algunos niños pueden utilizar una silla de ruedas eléctrica con grandes adaptaciones.

4 y 6 años

Nivel I	<p>Es capaz de sentarse o levantarse de la silla o del suelo sin necesidad de utilizar la mano para apoyarse.</p> <p>Logra la marcha en interiores y exteriores, sube escaleras.</p> <p>Puede saltar y correr.</p>
Nivel II	<p>Se mantiene sedente en una silla con las manos libres para manipular objetos.</p> <p>Logra levantarse desde el suelo y de una silla para ponerse de pie, pero necesita de una superficie estable para apoyarse con los brazos.</p> <p>Logra la marcha sin requerir un dispositivo manual auxiliar de marcha en interiores y distancias cortas o espacios abiertos con superficie regular. Utiliza escaleras apoyándose de los pasamanos.</p> <p>No corre ni salta.</p>

Nivel III	<p>Se mantiene sedente en una silla, pero requiere un soporte pélvico o del tronco para maximizar la función manual.</p> <p>Puede sentarse o levantarse de una silla usando una superficie estable para empujar o jalar con sus brazos con apoyo de brazos.</p> <p>Camina con dispositivo manual auxiliar de marcha en superficies regulares y sube escaleras con asistencia de adulto. Frecuentemente tienen que ser transportados en espacios abiertos o terreno irregular o distancias largas.</p>
Nivel IV	<p>Se mantiene sedente en una silla pero requiere adaptaciones para mejorar el control del tronco y maximizar la función manual.</p> <p>Puede sentarse y levantarse de una silla con asistencia de un adulto o de una superficie estable para empujar o jalar con sus brazos.</p> <p>Logra marcha en distancias cortas con una andadera o la supervisión de un adulto, se les dificulta lograr y mantener equilibrio en superficies irregulares.</p> <p>Requiere ser transportado en la comunidad, pueden lograr la automovilidad con dispositivos motorizados.</p>

Nivel V	<p>Limitaciones físicas no permiten la actividad voluntaria y el control del movimiento para mantener la cabeza y el tronco en posiciones antigraavitatorias.</p> <p>Todas las áreas de la función motora son limitadas. Las limitaciones para mantenerse sedente o en bipedestación no se compensan completamente con equipo o ayudas tecnológicas.</p> <p>No tiene forma de moverse de manera independiente y tiene que ser transportado. No realiza actividades propositivas.</p> <p>Algunos niños pueden utilizar la auto-movilidad motorizada con grandes adaptaciones.</p>
----------------	--

6 y 12 años

Nivel I	<p>Camina por la casa, escuela, exteriores y la comunidad. Logran la marcha cuesta arriba y abajo sin asistencia física. Utiliza escaleras sin sujetarse del pasamanos. Pueden correr y saltar, pero la velocidad, equilibrio y coordinación en la actividad están limitados.</p> <p>Es posible que se involucre en actividades deportivas dependiendo de sus intereses y el medio ambiente.</p>
----------------	--

Nivel II

Logra la marcha en la mayoría de las condiciones, pero puede manifestar dificultades o perder el equilibrio al caminar largas distancias, en terrenos irregulares, inclinados, lugares muy concurridos, espacios pequeños o mientras cargan objetos.

Ascienden y descienden escaleras tomadas del pasamanos o de no existir, con asistencia de un adulto.

En espacios exteriores y la comunidad pueden lograr la marcha con dispositivos manuales auxiliares de marcha o requerir la asistencia de un adulto o utilizar dispositivos de movilidad sobre ruedas para desplazarse grandes distancias.

Habilidades mínimas para correr o saltar, requieren adaptaciones para participar en algunas actividades o para incorporarse en deportes.

Nivel III

Logra marcha con dispositivo manual auxiliar de marcha para la mayoría de los espacios interiores.

En sedente, puede requerir un cinturón para mejorar la alineación pélvica y el equilibrio. Los cambios de sedente-bipedo, bipedo-sedente pueden requerir asistencia de una persona o el apoyo sobre la superficie para soporte.

Recorre largas distancias en silla de ruedas.

Utiliza escaleras sujetándose de los pasamanos con supervisión o asistencia de un adulto.

Las limitaciones en la marcha pueden necesitar de adaptaciones que permitan que se integre a actividades físicas o deportivas en una silla de ruedas manual o dispositivos motorizados.

Nivel IV

Utiliza métodos de movilidad que requieren de asistencia física o dispositivos motorizados en la mayoría de las situaciones.

Requieren adaptaciones en el tronco y pelvis para mantener sedente y asistencia física para las transferencias.

En casa, el niño se desplaza en el piso (rodando, arrastrándose o gateando), logra marcha en distancias cortas con asistencia física o dispositivos motorizados. Si se coloca dentro de un dispositivo es probable que camine en la casa o escuela.

En la escuela, espacios exteriores y la comunidad, debe ser transportado en silla de ruedas o dispositivos motorizados.

Las limitaciones en la movilidad requieren de grandes adaptaciones para permitir la participación en actividades físicas y deportivas, que incluyan asistencia física y dispositivos motorizados.

Nivel V

Requiere ser transportado en silla de ruedas en todo tipo de situación, tienen limitaciones para mantener cabeza y tronco en posiciones antigravitatorias y sobre el control del movimiento de las extremidades.

Utiliza asistencia tecnológica para mejorar la alineación de la cabeza, la posición sedente y de bipedestación o la movilidad sin que se compensen por completo estas limitaciones.

Las transferencias requieren asistencia física total del adulto.

Pueden lograr la automovilidad en equipos motorizados con adaptaciones extensas que mantengan la posición de sedente y faciliten el control del desplazamiento.

Las limitaciones en la movilidad requieren adaptaciones para la participación en actividades físicas y deportivas que incluyan asistencia tecnológica y física.

12 y 18 años

Nivel I	<p>Logra desplazarse independientemente en su casa, escuela, exteriores y la comunidad. Tiene la habilidad de caminar cuesta arriba y abajo sin asistencia física y usar escaleras sin uso de pasamanos.</p> <p>Pueden correr y saltar, pero la velocidad, equilibrio y coordinación pueden ser limitados.</p> <p>Participa de actividades físicas y deportivas dependiendo de la elección personal y el medio ambiente.</p>
Nivel II	<p>Logra marcha en la mayoría de las condiciones. Factores ambientales (terreno irregular, inclinaciones, distancias largas, demandas de tiempo, clima e integración sensorial con sus pares) y personales pueden influenciar en las opciones de movilidad.</p> <p>Logra movilidad en la escuela o trabajo con dispositivos manuales auxiliares de marcha por seguridad. En exteriores y comunidad, es posible que utilice una silla de ruedas para viajar largas distancias.</p> <p>Utiliza escaleras tomados de pasamanos o con asistencia física. Puede requerir adaptaciones para incorporarse a actividades físicas o deportivas.</p>

Nivel III

Logra caminar utilizando un dispositivo manual auxiliar de marcha.

Puede elegir entre una variedad de métodos de movilidad dependiendo de sus habilidades físicas o de factores ambientales o personales.

En sedente, puede requerir de un cinturón para mejorar equilibrio y alineación pélvica. Los cambios de sedente-bípedo y bípedo-sedente requieren de asistencia física o de una superficie para llevarse a cabo.

En la escuela, puede propulsar silla de ruedas o dispositivos motorizados. En exteriores requieren ser transportados en silla de ruedas o utilizar dispositivos motorizados.

Pueden utilizar escaleras sujetándose de pasamanos con supervisión o requerir de asistencia física.

Las limitaciones en la marcha pueden requerir de adaptaciones para integrarse actividades físicas o deportivas ya sea con silla de ruedas autopropulsadas o movilidad motorizada.

Nivel IV

Utiliza silla de ruedas en la mayoría de las condiciones con adaptaciones para la alineación pélvica y control de tronco. Requiere asistencia de una o dos personas para ser transferido. Puede soportar su peso sobre las piernas y mantenerse bípedo para algunas transferencias.

En interiores, logra la marcha en distancias cortas con asistencia física, usando silla de ruedas o una grúa.

Son capaces de manejar una silla de ruedas motorizada, de no tenerla, deben ser transportados en una silla de ruedas propulsada por una persona externa.

Las limitaciones en movilidad requieren adaptaciones para permitir su incorporación en actividades físicas o deportivas que incluyan dispositivos motorizados y/o asistencia física.

Nivel V

Requieren ser transportados en silla de ruedas propulsada por otra persona.

Tienen limitaciones para mantener la cabeza y el tronco en posiciones antigravitatorias y en el control del movimiento de las extremidades.

Requieren asistencia tecnológica para mantener la alineación de la cabeza, posición sedente y bípedo. Las limitaciones del movimiento no son compensadas en su totalidad con dispositivos auxiliares.

Requieren asistencia física de una o dos personas o de una grúa para las transferencias. Pueden lograr la automovilidad con dispositivos modificados o con grandes adaptaciones para mantener sedente.

Las limitaciones en movilidad requieren adaptaciones para permitir su incorporación en actividades físicas o deportivas que incluyan dispositivos motorizados y/o asistencia física

Anexo 2: Test de evaluación

10.1 Test Timed up and Go

El test consiste en que el paciente debe caminar, lo más rápido que pueda, sobre una pista previamente trazada entre las patas de una silla (sin apoyar brazos) y un cono ubicado en línea recta a tres metros de distancia.

Instrucciones:

- Al inicio de la prueba la persona debe estar sentada, con la espalda apoyada contra el respaldo de la silla, con los brazos colgando a ambos costados sin tocar los muslos, y los pies colocados justo detrás de la línea de partida.
- El evaluador se ubica de pie, a un costado de la trayectoria de la persona, a media distancia entre la línea de partida y la marcación a tres metros de ésta.
- A la orden de partida, se pide que se levante de la silla y, camine lo más rápido que pueda en dirección al cono, dé la vuelta, y regrese a la silla, volviendo a retomar la posición sentado.
- El evaluador cronometra el tiempo desde que se da la orden de partida y despega la espalda de la silla, hasta que el sujeto tras caminar los seis metros y retornar, apoya su espalda contra el respaldo de la silla.
- En este test el valor es normal si el tiempo es ≤ 10 seg, riesgo leve de caída entre 11 y 20 seg y riesgo alto > 20 seg.

- Además, ayuda a valorar el equilibrio funcional o dinámico. Su aplicación puede ser menor a 5 minutos sumando la explicación, demostración del test y la aplicación de este, no requiere de entrenamiento y su uso no tiene costo (27).

10.2 Alcance funcional

El test de alcance funcional, es uno de los más utilizados para medir terapéuticamente el equilibrio porque mide los límites de estabilidad en bipedestación, señala limitaciones en las actividades de la vida diaria e indica el riesgo de caídas.

Instrucciones:

- Se ubica una cinta métrica de 3 metros en la pared en posición horizontal aproximadamente a la altura del hombro del paciente.
- Se ubicará de pie junto a la pared, sus pies deben estar separados a la altura de sus hombros y durante la prueba no debe tocar la muralla.
- Se le pedirá al paciente que lleve la EESS a una flexión de 90° con el brazo y mano estirada, debe avanzar lo que más pueda sin que sus talones se despeguen del suelo y que luego vuelva a la posición de inicio.

Este test explora el equilibrio estático y predice caídas cuando es menos de 10 cm el valor en esta prueba. Además, su aplicación puede ser en 5 minutos, este tiempo tiene contemplado la explicación, demostración y realización de esta prueba. No se requiere de un entrenamiento y el uso no tiene costo (28).

Anexo 3: WeeFIM

WeeFIM

Es un instrumento de evaluación el cual se basa en el formato conceptual y organización de la OMS mediante la utilización del instrumento FIM (Functional Independence Measure- Medición de la Independencia Funcional).

Describe y permite pesquisar el desempeño funcional consistente y habitual del niño/a en relación a los criterios estándar dispuestos:

- Autoatención
- Control de Esfínteres
- Movilidad y locomoción.
- Comunicación y habilidades cognitivas sociales.

Su aplicación se realiza en pacientes niños y adolescentes que presenten discapacidad desde el punto de vista funcional, además puede abarcar un amplio rango de edades, desde los 6 a los 21 años de edad. Documenta los resultados de los programas de rehabilitación y habilitación pediátricos.

Este instrumento puede ser utilizado en pacientes hospitalizados, ambulatorios y en espacios comunitarios permitiendo incluso ser aplicado en contexto de telerehabilitación. Permite el monitoreo y la evaluación de resultados de la atención de pacientes individuales, de grupos de pacientes con disfunciones similares y de programas de atención.

El WeeFIM cuenta de 18 elementos que mide el desempeño funcional cotidiano y comprenden: Cuidado personal (6 elementos del cuidado personal y 2 de control de esfínteres). Movilidad (3 elementos de traslado y 2 de locomoción). Cognición (2 elementos de comunicación y 3 de cognición social). Esta información se recaba por observación directa y/o entrevista del familiar, del tutor o del cuidador, conocedor de las habilidades funcionales del niño(a); o por contacto telefónico de algún miembro capacitado del equipo (29).

WeeFIM

RECOPIACIÓN DE DATOS

1. Nombre _____

2. Edad _____

3. Sexo:

M _____ F _____

4. Ingreso _____

5. Diagnóstico _____

6. Fecha Evaluación Inicial ___/___/_____

7. Fecha Evaluación Final ___/___/_____

8. Puntaje Total

Inicial _____ Pts Final _____ Pts

Tabla de Puntuaciones de Niveles de Independencia Funcional

SIN AYUDA	7 Independencia completa 6 Independencia con adaptaciones
CON AYUDA	DEPENDENCIA PARCIAL 5 Supervisión 4 Mínima Asistencia (sujeto = 75% o más) 3 Moderada Asistencia (sujeto= 50% ó más) DEPENDENCIA COMPLETA 2 Máxima Asistencia (sujeto= 25% ó más) 1 Asistencia Total (sujeto= 0% ó más)

CUIDADO PERSONAL	Puntaje Inicial	Puntaje Final	Diferencia
Alimentación			
Aseo Personal			
Baño			
Vestido Superior			
Vestido Inferior			
Ir al baño			
Control Esfínter Vesical			
Control Esfínter Anal			
MOVILIDAD			
Silla, silla de ruedas			
Traslado retrete			
Traslado tina, ducha			
Caminar			
Escaleras			
COGNICIÓN			
Comprensión			
Expresión			
Interacción Social			
Solución de problemas			
Memoria			
TOTAL, WeeFIM			

Anexo 4: Características de la Xbox One y Kinect

Figura 2: Xbox One



Figura 3: Kinect



- La cámara Kinect es un periférico de entrada desarrollado por Microsoft para jugar en la videoconsola Xbox.
- Se trata de un controlador que tiene el propósito de ser capaz de permitir jugar a los videojuegos sin necesidad de ningún mando, percibiendo y reconociendo los cuerpos de los jugadores y los movimientos que realizan, así como reconocimiento de voz.
- Consta de una cámara frontal, un sensor de distancia y de una serie de micrófonos (31).

Anexo 5: Características de los juegos de realidad virtual

Movimientos en plano sagital: Juego Snowboard llamado Steep: winter games, el juego consiste en simular el deslizamiento que se realiza en el snowboard montaña abajo en una pista de nieve, debe seguir las fechas que se van señalando en el juego. Se deben realizar movimientos rápidos y movilizar el cuerpo hacia adelante y atrás.



Figura 4: Juego snowboard (Steep: winter games).

Movimientos en el plano frontal y transverso: Juego de Surf's Up, según las instrucciones del juego el jugador debe estar sobre la tabla de surf, para mantenerse sobre está debe hacer movimientos hacia la derecha e izquierda y tratar de mantener balanceadas las caderas de lado a lado para alinear la pelvis, realizando movimientos circulares. Tratando de mantener el equilibrio sobre la tabla.



Figura 5: Juego Surf's Up

Vuelta a la calma: Se utilizará el juego de yoga YO:30, el cual el paciente realizará la práctica de yoga con los ojos abiertos y cerrados. Este juego nos ayudará a encontrar y crear equilibrio, flexibilidad, fuerza y autoconciencia del cuerpo.



Figura 6: Juego YO:30

Anexo 6: Consentimiento y asentimiento informado.



Consentimiento Informado para padres y/ tutores

Estimados padres y/o tutores:

Su hijo/a y/o pupilo ha sido invitado a participar de una investigación titulada “Efectividad de la realidad virtual semi-inmersiva como terapia complementaria a la kinesioterapia convencional para mejorar el equilibrio en pacientes con parálisis cerebral de tipo hemiparesia espástica entre los 6 y 12 años de edad que asistan a los institutos teletón en las ciudades de Temuco y Puerto Montt en los años 2021 y 2022”, el objetivo de esta investigación es averiguar si la aplicación de la realidad virtual semi-inmersiva es efectiva como terapia complementaria a la terapia convencional.

Mediante este documento, se le entregará información relevante de los aspectos con respecto a la investigación a la que está siendo invitado su hijo/a y/o pupilo. Esperamos que lea comprensivamente este documento y las dudas que le surjan se las puede realizar a los encargados de la investigación, es importante que usted pueda resolver sus dudas antes de firmar este documento.

Esta investigación está dirigida a niños entre 6 y 12 años de edad diagnosticados con parálisis cerebral que asistan a los Institutos Teletón de la ciudad de Temuco y Puerto Montt entre los años 2021 y 2022.

Algunos de los participantes recibirán terapia convencional y otros además terapia basada en realidad virtual de tipo semi-inmersiva.

Este estudio contará con dos grupos, uno en el que los pacientes sólo recibirán terapia convencional y otro en que los pacientes recibirán terapia convencional más realidad virtual de tipo semi-inmersiva, su hijo y/o pupilo será asignado al azar a alguno de estos dos grupos.

El dispositivo que se utilizará para implementar la realidad virtual es el Xbox One y el dispositivo Kinect.

Si su hijo/a y/o pupilo llega a tener algún tipo de malestar o efectos adversos, se le prestara atención oportuna para proteger su integridad y salud.

Si su hijo/a y/o pupilo participa, se le evaluará al comienzo del estudio y al final de este, se evaluará el equilibrio mediante el Test Timed Up and Go, Test de Alcance Funcional y por último la funcionalidad usando la escala WeeFIM. Estas evaluaciones las realizaran los evaluadores de este estudio y no son de larga duración.

La intervención que se va a realizar se llevará a cabo en las dependencias de los institutos Teletón al cual asiste su hijo/a y/o pupilo correspondientemente.

Esta investigación tendrá una duración de 3 meses, serán dos sesiones por semanas siendo un total de 24, el grupo de control recibirá 40 minutos de terapia convencional y el grupo de intervención 40 minutos de terapia convencional más 20 minutos de terapia de realidad virtual.

La participación de su hijo/a y/o pupilo en esta investigación es totalmente gratuita. Si bien no recibirá retribución económica ni material por su participación, se le hará entrega de una colación para usted y su hijo/a y/o pupilo en los días que les corresponda asistir.

Tanto los datos personales presentes en la ficha clínica, como los resultados de las evaluaciones antes mencionadas serán resguardados de manera confidencial por el equipo de investigación de este estudio y ninguna persona externa a este tendrá acceso a dicha información. Todos los hallazgos relevantes y resultados de las evaluaciones que se aplicaran se le harán llegar a usted al finalizar la investigación mediante un informe, esté siendo entregado de manera personal y en un sobre sellado.

Si usted y/o su pupilo estimen conveniente retirarse de la investigación lo puede hacer en cualquier momento en el desarrollo de esta.

Si existe alguna duda o consulta sobre algún aspecto de los que se mencionaron en este documento o que le surja durante el desarrollo de esta investigación, usted puede hacerlas llegar al equipo de investigación a los siguientes contactos:

Integrantes: Génesis Arrué C, Adheley Figueroa G y Catalina Pérez H.

Correo electrónico: investigacionpc.trv@gmail.com

Numero de contacto: +56981394916

Asimismo: Yo (nombre)_____RUT _____

Tutor legal de (nombre de su hijo/a y/o pupilo)_____RUT _____

_____.

Declaro haber leído y comprendido la información entregada en este documento y autorizo voluntariamente la participación de mi hijo/a y/o pupilo en esta investigación.

Firma tutor legal

Firma investigador

Fecha: ____/____/____



Asentimiento informado

Hola, nuestros nombres son Génesis Arrué C, Adheley Figueroa G y Catalina Pérez H, somos investigadoras de la Universidad de La Frontera y estamos trabajando en un estudio para conocer si es efectiva el uso de realidad virtual semi-inmersiva en el equilibrio, y para esto queremos pedirte que nos colabores.

Tu participación en esta investigación consistirá en realizar ejercicios como los que realizas cuando vienes a tus terapias o que juegues con un dispositivo que te entregaremos.

Tu participación en esta investigación es totalmente voluntaria, aún si tus padres y/o tutor haya aceptado que participes, tienes el derecho a decir que no quieres hacerlo. Es importante que sepas que, si en algún momento de la investigación no quieres seguir participando, ya sea por alguna molestia o sientes incomodidad, no habrá ningún problema en que no sigas participando, tampoco habrá problema si no quieres responder alguna pregunta en particular.

Toda la información que nos entregues y las evaluaciones que te realicemos nos ayudaran con el desarrollo de nuestra investigación evaluando si las actividades que hagamos podrían mejorar tu equilibrio.

La información que tengamos acerca de ti, las respuestas que nos des y las evaluaciones que te realicemos serán confidenciales, esto quiere decir que no le diremos a nadie, sólo la conocerán los integrantes del equipo de investigación.

Si tienes alguna pregunta sobre la investigación, los ejercicios o los juegos, nos las puedes hacer sin ningún problema, nosotros estaremos muy atentos a responderlas.

Si aceptas participar, te pido por favor que hagas una marca o encierres en un círculo la mano que tiene el dedo hacia arriba y si no quieres participar haz la marca en la mano en la que el dedo apunta hacia abajo.

Nombre: _____

Si quiero participar



NO quiero participar



Nombre y forma de la persona que obtiene el asentimiento

Fecha: ___/___/___

Referencias

1. Kleinsteuber Súa K, Avaria Benaprés M de los A, Varela Estrada X. Parálisis cerebral. Rev Pediatría Electron [Internet]. 2014 Aug [cited 2021 Aug 11];11(2):54–68. Available from: http://www.revistapediatria.cl/volumenes/2014/vol11num2/pdf/PARALISIS_CEREBRAL.pdf
2. Aguayo Ormeño I. Enfermedades graves y permanentes en menores de más de 1 año y menos de 18 años. Bibl del Congr Nac Chile [Internet]. 2017;1774(56):1–7. Available from: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/24608/3/Enfermedades_graves_y_permanentes_editado_par_ML.pdf
3. Lagos López F. Análisis y rediseño del proceso de atención asistencial de pacientes en tratamientos kinésicos del Instituto Teletón Santiago [Internet]. Universidad de Chile. Universidad de Chile; 2020. Available from: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/176033/Analisis-y-rediseño-del-proceso-de-atención-asistencial-de-pacientes-en-tratamientos-kinesicos-del-Instituto-Teleton-Santiago.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. Bartual Pastor J. El Sistema Vestibular y Sus Alteraciones [Internet]. Biblio Stm; 1998. 336 p. Available from: https://books.google.cl/books?id=Igv0Sd%5C_jB7sC
5. Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, Dan B, Lin JP, Damiano DiL, et al. Cerebral palsy [Internet]. Vol. 2, Nature Reviews Disease Primers. 2016. Available from: <https://www.nature.com/articles/nrdp201582>
6. Marotta F, Montes de Oca JA, Addati GA. Simulaciones con realidad inmersiva, semi inmersiva y no inmersiva [Internet]. Vol. 4575. Universidad del Cema; 2020. Available from: <https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/740.pdf>
7. Márquez-Vázquez RE, Martínez-Castilla Y, Rolón-Lacarrière ÓG. Impacto del Programa de

Terapia de Realidad Virtual sobre las evaluaciones escolares en pacientes con mielomeningocele y parálisis cerebral infantil. Rev Mex Neurocienc [Internet]. 2011;12(1):16–26. Available from: <http://previous.revmexneurociencia.com/articulo/impacto-del-programa-de-terapia-de-realidad-virtual-sobre-las-evaluaciones-escolares-en-pacientes-con-mielomeningocele-paralisis-cerebral-infantil/>

8. Fejerman N. Trastornos del desarrollo en niños y adolescentes. Vol. 6, Kirby y Cols. Buenos Aires; 2016.
9. Gil Madrona P. Desarrollo psicomotor en educación infantil (0-6 años). [Internet]. Wanceulen SL; 2004. Available from: [https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=0qX_CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA49&dq=Gil+Madrona+P.+Desarrollo+psicomotor+en+educación+infantil+\(0-6+años\).+pdf&ots=4MyeSRCnhH&sig=21sx32Ux-dPNxSzViszdT3zNq-U#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=0qX_CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA49&dq=Gil+Madrona+P.+Desarrollo+psicomotor+en+educación+infantil+(0-6+años).+pdf&ots=4MyeSRCnhH&sig=21sx32Ux-dPNxSzViszdT3zNq-U#v=onepage&q&f=false)
10. Snell R. Neuroanatomía Clínica 6a ED. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S.A.; 2007. 612 p.
11. Bobath B, Bobath K. Desarrollo motor en distintos tipos de parálisis cerebral [Internet]. Plasticidad y restauración Neurológica. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S.A.; 1994. 119 p. Available from: https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAAahUKEwjS6L_WqbnHAhVDVh4KHeVqAt4&url=http%3A%2F%2Fwww.sarda.org.ar%2Fcontent%2Fdownload%2F545%2F3284%2Ffile%2F84-90.pdf&ei=VafWVZLqHMOseeXVifAN&usg=AFQjCNEuDrjjajcuH19NNwER4EQn
12. Sanhueza Parra M, Castro Salas M, Merino Escobar JM. Adultos Mayores Funcionales: Un Nuevo Concepto En Salud. Cienc y enfermería. 2005;11(2):17–21.

13. García P D. The Functional Independence Measure for Children (WeeFIM) and The Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI). *Rehabil Integr* [Internet]. 2011;6(2):79–86. Available from: <https://www.teleton.cl/wp-content/uploads/2014/11/Diciembre-2011.pdf>
14. Gómez-López S, Jaimes V, Palencia Gutiérrez C, Hernández M, Guerrero A. *Arch Venez Pueric Pediatr* [Internet]. 2013;76(1):30–9. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06492013000100008&lng=es
15. Memoria Teletón [Internet]. 2020. Available from: <https://www.teleton.cl/wp-content/uploads/2021/05/MEMORIA-TELETON-2020.pdf>
16. Vázquez Vela C, Vidal Ruiz C. Parálisis cerebral infantil: definición y clasificación a través de la historia. *Rev Mex Ortop pediátrica* [Internet]. 2014;16(1):6–10. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=52957%0Ahttp://www.medigraphic.com/opediatria>
17. Palisano R, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston M. Clasificación de la Función Motora Gruesa Extendida y Revisada [Internet]. CanChild Centre for Childhood Disability Research. Ontario, Canadá; 2007. Available from: https://canchild.ca/system/tenon/assets/attachments/000/000/079/original/GMFCS-ER_Translation-Spanish.pdf
18. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1997;39(4):214–23.
19. Zanon MA, Porfírio GJM, Riera R, Martimbianco ALC. Neurodevelopmental treatment approaches for children with cerebral palsy. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2018;2018(8). Available from: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD011937.pub2/information?>

cookiesEnabled

20. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2017;2017(11). Available from: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD008349.pub4/full?cookiesEnabled>
21. Salgueiro C. Realidad Virtual en Neurorehabilitación [Internet]. Clínica de Neurorehabilitación Bettina Paeth. 2018 [cited 2021 Jun 29]. Available from: <http://www.bobath-es.com/realidad-virtual-en-neurorehabilitacion-2/>
22. Cano Mañas MJ. Realidad virtual semi-inmersiva en el paciente con accidente cerebrovascular subagudo [Internet]. Universidad Rey Juan Carlos; 2021. Available from: <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=L8ufSrCI1%2FU%3D>
23. Viñas-Diz S, Sobrido-Prieto M. Virtual reality for therapeutic purposes in stroke: A systematic review. *Neurol (English Ed)* [Internet]. 2016;31(4):255–77. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2173580816300062?via%3Dihub>
24. Gordis L. *Epidemiología Gordis 5ª Ed.pdf*. 5ta edició. Barcelona, España: Elsevier Inc.; 2014.
25. Argimon Pallás JM, Jiménez Villa J. *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*. [Internet]. Elsevier. Madrid, España: Elsevier España, S.A.; 2004. 393 p. Available from: <http://paltex.paho.org/bookdetail.asp?bookId=MEJ03&CatId=MEH%5Cnhttp://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9788481747096500142>
26. Tarakci D, Ozdinciler AR, Tarakci E, Tutuncuoglu F, Ozmen M. Wii-based balance therapy to improve balance function of children with cerebral palsy: A pilot study. *J Phys Ther Sci*. 2013;25(9):1123–7.
27. Mancilla S E, Valenzuela H J, Escobar C M. Timed up and go right and left unipodal stance

- results in chilean older people with different degrees of disability. *Rev Med Chil.* 2015;143(1):39–46.
28. Ayed I, Moyà-alcover B, Martínez-bueso P, Varona J, Ghazel A, Jaume-i-capó A. el equilibrio : el test de alcance funcional con Microsoft Kinect . *Rev Iberoam Automática e Informática Ind* [Internet]. 2017;14(1):115–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.riai.2016.07.007>
 29. Segovia López S, Ortiz Ortega E. Evaluación del desempeño funcional de pacientes con parálisis cerebral severa con el instrumento WeeFIM en el CRIT Estado de México. *Rev Mex Med Física y Rehabil.* 2005;17(2):54–9.
 30. Rosales Pavón L. “Cambios en el desempeño funcional de los pacientes egresados de los servicios de estimulación temprana y neuroterapia evaluados con el instrumento WeeFim en el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón Quintana Roo período 2009 a 2010” [Internet]. Departamento de evaluación profesional. Universidad Autónoma del Estado de México; 2013. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/55519264.pdf>
 31. Sebastián Magallón M. La cámara Microsoft Kinect. 2010;33–76. Available from: https://zagan.unizar.es/record/12845/files/TAZ-PFC-2013-649_ANE.pdf?version=3