



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

Efectividad de la realidad virtual a través de telerrehabilitación versus rehabilitación presencial en pacientes de entre 20 y 80 años posterior a un ACV en términos de mejora en equilibrio estático y control postural en residentes de la Región de la Araucanía durante los años 2022-2024.

Autores : Ignacio Alarcón Burdiles

Jazmín Bravo Riffo

Catalina Henríquez González

Profesor guía : Arlette Doussoulin Sanhueza

Temuco, 2021.

RESUMEN

Introducción.

Durante el último año, el proceso de rehabilitación convencional en pacientes con accidente cerebrovascular (ACV) se ha visto afectada debido a la actual pandemia de Covid-19, situación que ha impedido que los tratamientos sean realizados de manera presencial. En este contexto, se propone llevar a cabo un proyecto a través de telerehabilitación utilizando la terapia de realidad virtual en base a videojuegos interactivos para poder trabajar en la mejoría en pacientes secuestrados de ACV en una de las consecuencias más comunes de la patología que es la disminución de equilibrio tanto estático como dinámico.

Objetivo.

Determinar efectividad de la realidad virtual a través de telerehabilitación versus rehabilitación presencial en pacientes de entre 20 y 80 años posterior a un ACV en términos de mejora en equilibrio estático y control postural residentes en la región de la Araucanía.

Materiales y métodos.

El estudio será de tipo cuantitativo con un diseño de estudio clínico controlado aleatorizado simple ciego, este poseerá una muestra no probabilística intencionada con 24 participantes, una pérdida de dos de ellos y finalmente 11 por cada grupo.)

Las variables a evaluar serán el equilibrio estático y el control Postural, a través de la Escala Rankin Modificada, el Timed up and go Test y la Escala de Tinetti.

Conclusión.

La terapia de realidad virtual tanto en telerehabilitación como en rehabilitación convencional es útil para la mejora del equilibrio estático y el control postural en pacientes secueados de ACV, sumando una repercusión en la reducción de caídas.

Palabras claves. Accidente cerebrovascular, Telerehabilitación, Realidad virtual, Equilibrio estático, Control postural.

Introduction.

During the last year, the conventional rehabilitation process in stroke patients has been affected due to the current Covid-19 pandemic, a situation that has prevented face-to-face treatments. In this context, it is proposed to carry out a project through telerehabilitation using virtual reality therapy based on interactive video games in order to work on the improvement in stroke patients in one of the most common consequences of the pathology, which is the decrease of both static and dynamic balance.

Objective.

To determine the effectiveness of virtual reality through telerehabilitation versus face-to-face rehabilitation in patients between 20 and 80 years old after a stroke in terms of improvement in static balance and postural control resident in the Araucanía region.

Materials and methods.

The study will be quantitative with a single-blind randomized controlled clinical study design, it will have a non-probabilistic purposive sample with 24 participants, a loss of two of them and finally 11 for each group).

The variables to be evaluated will be static balance and postural control, through the Modified Rankin Scale, the Timed up and go Test and the Tinetti Scale.

Conclusion.

Virtual reality therapy in both telerehabilitation and conventional rehabilitation is useful for the improvement of static balance and postural control in stroke patients, adding an impact on the reduction of falls.

Key words. Stroke, Telerehabilitation, Virtual reality, Static balance, Postural control.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer primeramente a mi Padre, mi pilar fundamental en todo este proceso, quien me animó y repitió innumerables veces que estaba orgulloso de lo que he logrado, creyendo en mi siempre.

A mis compañeros de tesis, Ignacio y Jazmín; con una paciencia enorme, que a pesar de los altos y bajos, realizamos un trabajo del cual me siento orgullosa. Confiada en que triunfarán en sus metas y feliz de haber sido parte de un proceso como este en sus vidas, a ellos, gracias.

A Sofía, compañera de risas, llantos y rabietas, quien me escuchó en todo momento y me animó a seguir adelante.

Por último, a nuestra profesora, Arlette Doussoulin, quien, personalmente, ha sido un modelo a seguir desde mis inicios en la Universidad.

Catalina Henríquez González.

Agradezco primeramente a Dios por ser mi guía y luz en este camino de preparación profesional. A mis padres Gabriel Bravo y María Riffo, por ser un apoyo en todo momento, aún en las frustraciones y estrés, siempre alentando mi crecimiento autónomo por sobre todas las cosas, brindándome confianza y tranquilidad. Por último, y no menos importante, a mi hermano Gabriel Bravo Riffo por ser un consejero clave para no rendirme en la etapa más decisiva de mi vida.

También un agradecimiento especial a mis dos fieles compañeros de tesis, Ignacio Alarcón y Catalina Henríquez, por todas las reuniones llenas de risas, estrés que superamos juntos y a pesar de las diferencias, haber logrado una culminación satisfactoria de este proyecto.

Finalmente, agradezco inmensamente a la profesora Arlette Doussoulin, por su guía y completa disposición ante las dudas que se fueron generando en el camino, por su agradable actitud y paciencia en cada reunión con el grupo de tesis.

Jazmín Bravo Riffo.

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia: mis tías, mi abuela y mi madre, quienes desde el comienzo de mi carrera han sido un apoyo para mi y han aprendido a acompañarme en cada uno de los procesos que he vivido dentro de ella. Por aguantar mis rabietas, mis momentos de estrés y mis crisis de desesperación cuando creía que todo iba a colapsar. Quiero hacer una especial mención a mi amada tía Elen, quien siempre ha prestado su oído y su hombro para llorar por cada momento de bajón dentro de este proceso tan importante y me ha demostrado día a día lo orgullosa que está de mi.

También quiero agradecer a mis compañeras, quienes con el paso de los años pasaron a ser mis amigas y se convirtieron en parte importante de mi día a día, con quienes he reído hasta doler el estómago y he sufrido por el estrés y la rabia, deseando incontables veces rendirnos, pero siempre, levantándonos radiantes.

Y, por último, pero no menos importante, quiero agradecer a nuestra profesora guía, Arlette Doussoulin, quien ha tenido toda la paciencia del mundo con nosotros y a lo largo del año y este último semestre, nos ha transmitido sus conocimientos para ser mejores profesionales y amantes de la neurorehabilitación.

Ignacio Alarcón Burdiles.

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS	14
INDICE DE FIGURAS	15
CAPÍTULO I	16
1.1 Introducción	16
1.2 Pregunta	18
1.3 Justificación del estudio	18
1.4 Definición de términos	21
1.5 Objetivos	22
1.6 Hipótesis	23
CAPÍTULO II	24
Marco teórico	24
2.1 Accidente cerebrovascular	24
- 2.1.1 Definición.....	24
- 2.1.2 Clasificación.....	25
- 2.1.3 Epidemiología.....	26
- 2.1.4 Factores de riesgo.....	27
- 2.1.5 Anatomía funcional de la circulación cerebral.....	29
- 2.1.6 Fisiopatología.....	31

- 2.1.7 Etiología.....	33
- 2.1.8 Cuadro clínico.....	35
- 2.1.8 Diagnóstico.....	37
- 2.1.9 Tratamiento médico.....	40
- 2.1.10 Pronóstico.....	41
2.2 Telerehabilitación.....	43
- 2.2.1 Definición.....	43
- 2.2.2 Modalidades de telerehabilitación.....	44
- 2.2.3 Ventajas.....	45
- 2.2.4 Historia.....	46
- 2.2.5 Uso actual.....	47
- 2.2.6 Consideraciones para su aplicación.....	48
2.3 Realidad virtual.....	49
- 2.3.1 Definición.....	49
- 2.3.2 Características.....	50
- 2.3.2 Funcionamiento.....	51
- 2.3.3 Tipos de realidad virtual.....	51
- 2.3.4 Historia.....	52
- 2.3.5 Avances de la Realidad Virtual.....	53
- 2.3.6 Modelo genérico de un sistema de realidad virtual.....	55
- 2.4.1 Definición.....	55
- 2.4.2 Características.....	56
- 2.4.4 Mecanismo Motor del Control Postural.....	57

- 2.4.5 Mecanismos Sensoriales del Control Postural.	58
2.5 Equilibrio estático.	60
- 2.5.1 Definición de equilibrio.	60
- 2.5.2 Clasificación.	60
- 2.5.3 Musculatura.	61
- 2.5.4 Control neuromuscular.	62
ANÁLISIS CRÍTICO.	64
CAPÍTULO III.	80
3.1 Diseño propuesto.	80
- 3.1.1 Definición.	80
- 3.1.2 Ventajas y desventajas.	80
3.2 Sujetos y muestra.	81
- 3.2.1 Población.	81
- 3.2.2 Muestra de estudio.	82
- 3.2.3 Criterios de inclusión.	82
- 3.2.4 Criterios de exclusión.	82
3.3 Cálculo de tamaño de muestra.	83
- 3.3.1 Proceso de aleatorización.	83
3.4 Variables.	84
- 3.4.1 Variable independiente: telerehabilitación y realidad virtual.	84
- 3.4.2 Variables dependientes: equilibrio estático y control postural.	84
- 3.4.3 Variables de control.	84

3.5 Mediciones.....	85
- 3.5.1 Escala Rankin modificada.....	85
- 3.5.2 Time up and go.....	86
- 3.5.3 Escala de Tinetti.....	87
3.6 Procedimiento	89
- 3.6.1 Reclutamiento.....	90
- 3.6.2 Aleatorización.....	90
- 3.6.3 Evaluación inicial.....	91
- 3.6.4 Intervención.....	92
- 3.6.5 Reevaluación.....	97
- 3.6.6 Segundo bloque de intervención.....	97
- 3.6.7 Evaluación final.....	97
- 3.6.8 Resultados y análisis.....	97
- 3.6.9 Seguimiento.....	98
- 3.6.10 Análisis final de resultados y conclusiones.....	98
CAPÍTULO IV.....	100
4.1 Análisis estadístico.....	100
- 4.1.1 Análisis descriptivo.....	100
- 4.1.2 Análisis inferencial.....	101
4.2 Administración.....	101
- 4.3.1 Tabla presupuesto recursos humanos.....	103
- 4.3.2 Tabla presupuesto recursos físicos.....	103
- 4.3.3 Tabla presupuesto insumos.....	104

4.4 Plan de trabajo o carta Gantt.....	105
4.5 Conclusión.....	106
BIBLIOGRAFÍA.....	107
ANEXO 1.	113
ANEXO 2.	115
ANEXO 3.	116
ANEXO 4.	121

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	28
Tabla 2	35
Tabla 3	36
Tabla 4	44
Tabla 5	51
Tabla 6	81
Tabla 7	100
Tabla 8	103
Tabla 9	103
Tabla 10	104

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	27
Figura 2	29
Figura 3	32
Figura 4	35
Figura 5	38
Figura 6	39
Figura 7	44
Figura 8	55
Figura 9	57
Figura 10	96
Figura 11	99
Figura 12	105

CAPÍTULO I

1.1 Introducción.

Durante el último año, el proceso de rehabilitación convencional en pacientes con accidente cerebrovascular (ACV) entre los rangos etarios de 30 a 69 años (1), se ha visto afectada debido a la actual pandemia de Covid-19, situación que ha impedido que los tratamientos sean realizados de manera presencial. Por esta razón y a partir de la búsqueda de formas de solventar las afectaciones de la población, se implementó de manera mundial la telerehabilitación. Esta modalidad se ha aplicado como una alternativa ante las preocupantes limitaciones de accesibilidad, ya sea transporte, apoyo monetario o dificultad física, esto con el objetivo de abarcar incluso a la población más vulnerable que necesite de una rehabilitación (3). Dada las circunstancias anteriormente mencionadas y ligado al avance de la modernidad mundial, se ha ido integrando al tratamiento de ACV nuevos enfoques terapéuticos, cómo es la realidad virtual (RV) sumado a juegos de video interactivos tanto de manera aislada como también de manera complementaria a la rehabilitación ya existente en el área clínica, que a su vez y según los estudios científicos realizados en torno a su efectividad, se ha demostrado que existe una mejoría en aspectos¹ como el equilibrio y la función de las extremidades superiores. En este ámbito, la modalidad de RV que más ha sido utilizada en la rehabilitación del ACV es aquella que otorga un sonido 3D y gráficos de alta resolución (4).

Cómo ya ha sido mencionado, el ACV es una afección que día a día afecta más a la población de distintos rangos etarios, dejando como secuelas alteraciones funcionales y de la marcha, que limitan la participación y actividad en la vida diaria⁷, por lo que su rehabilitación no se aleja del plano de preocupación. En el periodo previo a la pandemia, la rehabilitación de los pacientes con secuelas de ACV era realizada obligatoriamente de manera presencial, en un ambiente clínico o en su defecto en su domicilio y con una estrecha relación terapeuta-paciente. Existían entonces una amplia variedad de tratamientos con y sin dispositivos modernos, como videojuegos o realidad virtual, que le brindaban al paciente una mejoría en aquellos aspectos que se encontrasen en limitación o discapacidad después del ACV.

(2)

Basado en esta misma línea se han probado novedosos métodos que son cómodos y estimulantes a la hora de realizar la terapia. En este contexto, se propone llevar a cabo un proyecto a través de telerehabilitación utilizando la terapia de realidad virtual en base a juegos interactivos para poder trabajar en la mejoría en pacientes secueledos de ACV en una de las consecuencias más comunes de la patología que es la disminución de equilibrio tanto estático como dinámico. El propósito del estudio es evaluar la efectividad de la realidad virtual con juegos de video en modalidad de telerehabilitación en la mejoría del equilibrio estático y control postural en pacientes secueledos de ACV. (2)

1.2 Pregunta.

¿Es efectiva la realidad virtual a través de telerrehabilitación versus rehabilitación presencial en pacientes de entre 20 y 80 años posterior a un ACV en términos de mejora en equilibrio estático y control postural en residentes de la Región de la Araucanía durante los años 2021-2022?

1.3 Justificación del estudio.

Según datos entregados por La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el 51,2% de la población mundial tiene acceso a Internet, es decir, que el equivalente a unas 3.900 millones de personas alrededor del mundo navegan en la web (5). La Subsecretaría de Telecomunicaciones informa que el 56% de los hogares en Chile tiene conexión fija de internet (6), eso permite que el proyecto tenga una mayor factibilidad de ser realizado.

El programa de rehabilitación se encontrará acomodado al horario del paciente, en la tarde o en la mañana, permitiendo de esta forma que su realización sea expedita y adecuada para considerar incluso problemas de conexión. Para que pueda ser realizada, los instrumentos serán entregados por los coordinadores del estudio.

La evidencia científica es amplia en cuanto al uso de la rehabilitación con realidad virtual (RV) en personas con accidente cerebrovascular (ACV) que podría ser llevada a la telerrehabilitación y ser tratada desde los hogares de los usuarios. Los pacientes con ACV, a nivel mundial, son cerca de 17 millones (2), y en Chile,

específicamente en la Región de La Araucanía, según estudios de prevalencia, en el año 2003, la cifra correspondía a entre 199,2 y 226,7 por 100.000 habitantes por años (8), esto se podría traducir a una mayor posibilidad de rehabilitación en la etapa subaguda.

El ACV es una patología neurológica, cuya rehabilitación es importante para la recuperación de la movilidad y la mejora de la calidad de vida del paciente, por lo tanto, es esencial el acceso a un método de rehabilitación que pueda sostener y aumentar su progreso durante los periodos de tiempo en que el paciente no está en modalidad presencial.

En periodos de pandemia la telerrehabilitación se ha hecho necesaria para llevar a cabo tratamientos que no pueden ser realizados en modalidad presencial, dentro de éste aspecto se puede destacar el uso de una variedad de software de juegos que pueden brindar al paciente la oportunidad de realizar actividades emocionantes, entretenidas y que pueden no ser factibles en entornos clínicos, lo que a su vez sale de la rehabilitación convencional. Sin embargo, tras una búsqueda en bases científicas, se pudo concluir que no hay estudios directamente enfocados en la rehabilitación del equilibrio estático con realidad virtual en ACV bajo la modalidad de telerehabilitación, puesto que la mayoría de ellos se centra netamente en equilibrio dinámico, sin demostrar una mejoría significativa en el equilibrio estático.

En el plano ético de la investigación, ésta se apoya en los cuatro pilares fundamentales. Primeramente el principio de “No maleficencia” ya que se busca no infringir daño de manera intencional en ningún momento que sea realizado el estudio. Segundo, el principio de “Beneficencia”, este principio es aplicado ya que la investigación busca beneficiar a los usuarios tanto del estudio como a los pacientes con secuelas de ACV de la población general. Tercero, el principio de “Autonomía”, bajo el cual no se pasará a llevar las decisiones del paciente, haciendo uso de un consentimiento informado, además, del respeto y la posibilidad de abandonar el estudio. Cuarto y último, el principio de “Justicia”, según el cual, todos los participantes tienen la misma posibilidad de acceder a la intervención.

Por último, este estudio tiene relevancia ya que, aunque existe una base científica que apoya la mejoría del equilibrio dinámico y estático de los pacientes, la evidencia plantea resultados no concluyentes en términos del equilibrio estático (9). También hay una buena relación costo-beneficio, ya que dentro del material requerido se encuentran aparatos tecnológicos, como teléfonos celulares o tablets, que serán entregados por los investigadores, destacando de igual forma que el uso de estas tecnologías significa un importante aporte a las nuevas ciencias y a la modernización de la misma con el uso de medios normalizados en la sociedad.

1.4 Definición de términos.

- **Accidente cerebrovascular**, es un síndrome clínico de desarrollo rápido debido a una perturbación focal de la función cerebral de origen vascular y de más de 24 horas de duración. (1)

- **Telerehabilitación**, es un método de prestación de servicios de rehabilitación que utiliza la tecnología para atender a personas, médicos y sistemas minimizando las barreras de distancia, tiempo y costo. Puede definirse como la aplicación de tecnologías de telecomunicación, teledetección y de operación, y tecnologías informáticas para ayudar en la prestación de servicios de rehabilitación médica a distancia. (3)

- **Realidad virtual**, es un tipo de simulación computacional que permite recrear ambientes para que un sujeto pueda interactuar en ellos, y vivenciar esta experiencia como si ocurriera en un entorno verdadero. (10)

- **Equilibrio estático**, es la habilidad o facultad del individuo para mantener el cuerpo en posición estable sin que se produzca desplazamiento del cuerpo. (11)

- **Control postural**, es el mantenimiento de la posición de las diferentes partes del cuerpo en el espacio a través de la alineación del cuerpo, el tono muscular y el tono postural a través de la actividad tónica del sistema músculo esquelético. (12)

1.5 Objetivos.

- Objetivo general:

Determinar la efectividad de la realidad virtual a través de telerrehabilitación versus rehabilitación presencial en pacientes de entre 20 y 80 años posterior a un ACV en términos de mejora en equilibrio estático y control postural residentes en la Región de la Araucanía.

- Objetivos específicos:

- Determinar si la utilización de realidad virtual a través de telerehabilitación es más efectiva en términos de mejora del equilibrio estático, que su aplicación en modalidad presencial.
- Determinar si la utilización de realidad virtual a través de telerehabilitación es más efectiva en términos de mejora del control postural, que su aplicación en modalidad presencial.
- Evaluar si el uso de la realidad virtual a través de la telerrehabilitación mejora el equilibrio estático.
- Evaluar si el uso de la realidad virtual a través de la telerrehabilitación mejora el control postural.
- Correlacionar las variables de equilibrio estático y control postural con el tiempo de evolución del ACV y los rangos etarios de la muestra.

1.6 Hipótesis.

Hipótesis nula: Existen diferencias estadísticamente significativas al aplicar la realidad virtual con juegos de video interactivos a través de telerrehabilitación en los pacientes de entre 20 y 80 años con secuelas de ACV en sus limitaciones en equilibrio estático y control postural en comparación con la modalidad presencial.

Hipótesis alternativa: No existen diferencias estadísticamente significativas al aplicar la realidad virtual con juegos de video interactivos a través de telerrehabilitación en los pacientes de entre 20 y 80 años con secuelas de ACV en sus limitaciones en equilibrio estático y control postural en comparación con la modalidad presencial.

CAPÍTULO II

Marco teórico.

A continuación, en relación al tema de estudio mencionado en el capítulo 1 del documento, se procederá a desarrollar el marco teórico que abordará los principales conceptos como son la historia natural del accidente cerebrovascular, el uso de la telerehabilitación desde sus comienzos hasta la actualidad, los avances de la realidad virtual y las dos principales variables a medir en el estudio que son control postural y equilibrio estático.

2.1 Accidente cerebrovascular.

- 2.1.1 Definición.

El accidente cerebrovascular (ACV), conocido mundialmente como stroke, ictus o enfermedad cerebrovascular, es un tipo de alteración neurológica que se produce cuando el flujo sanguíneo es interrumpido; el cual según su tipo permite una clasificación del ACV. (1)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (13), lo define como un desenvolvimiento o desarrollo de signos clínicos que desencadenan una alteración tanto focal como global y comprometen a la función normal del cerebro. Los síntomas tienen un margen de 24 horas o incluso más, los que pudieran incrementarse hasta la defunción de la persona por una causa netamente vascular,

donde se reconoce la hemorragia subaracnoidea, una lesión por isquemia y la hemorragia no traumática. (1)

El ACV agudo es una emergencia neurológica frecuente, con 17 millones de casos anuales en el mundo (14), y es la segunda causa de muerte después de la enfermedad coronaria que cuenta con aproximadamente 6,5 millones de defunciones al año. (15)

- 2.1.2 Clasificación.

El accidente cerebrovascular isquémico corresponde al que ocurre cuando un vaso sanguíneo que irriga al cerebro es bloqueado por un coágulo sanguíneo. Este coágulo o también denominado trombo, debido a que son formados dentro de arterias, puede suceder de dos maneras: se puede formar en una arteria de pequeño calibre o muy estrecha y este se denominará accidente cerebrovascular trombótico, por otro lado, el coágulo puede desprenderse de algún vaso sanguíneo del cerebro o provenir de alguna otra parte del cuerpo y trasladarse hasta el cerebro y este se denominará embolia cerebral o accidente cerebrovascular embólico. (16)

El accidente cerebrovascular hemorrágico corresponde a aquel que ocurre cuando un vaso sanguíneo del cerebro está debilitado y acaba rompiéndose, lo que provoca una hemorragia o que la sangre escape hacia el cerebro. Existen alteraciones o malformaciones congénitas que poseen ciertas personas que aumentan la probabilidad de sufrir uno. (16)

También existe una clasificación dentro de cada uno de los tipos anteriormente mencionados.

En el grupo de las oclusivas o isquémicas se encuentran:

- a) Isquemia cerebral transitoria (ICT) o ataques isquémicos transitorios (AIT).
- b) Infarto cerebral causado por trombosis.
- c) Infarto cerebral causado por embolias.
- d) Infarto lacunar por enfermedades de pequeños vasos.

Y el grupo de las ACV hemorrágicas comprende:

- a) La hemorragia intracerebral (HIC).
- b) La hemorragia subaracnoidea espontánea (HSAE).

- 2.1.3 Epidemiología.

A nivel mundial (figura 1), aproximadamente 17 millones de personas sufren un ACV por año; en las últimas dos décadas, la proporción de sobrevivientes se duplicó, proyectando que para el año 2030 habrá un aproximado de 77 millones de personas que hayan sufrido la patología y sobrevivido a la misma. (17)

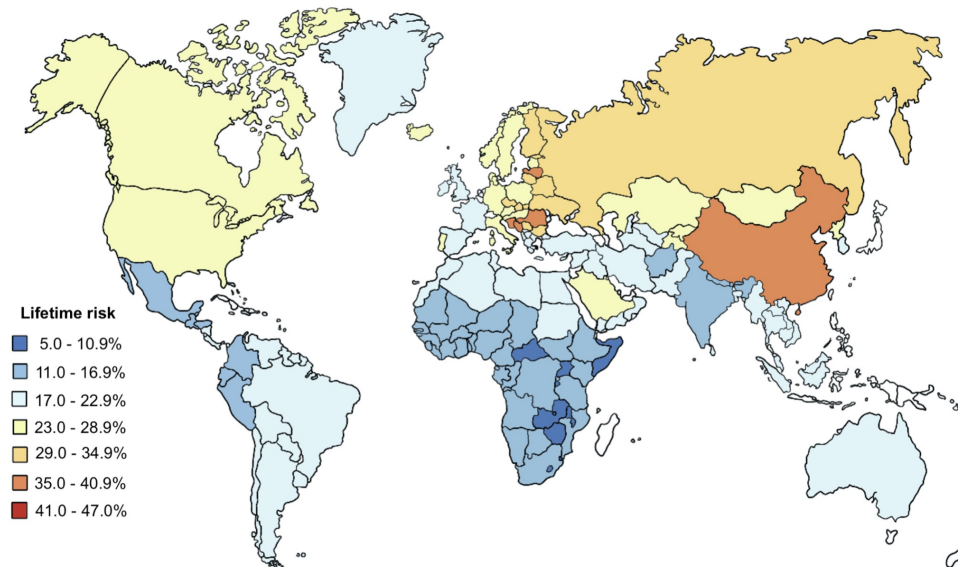


Figura 1. Índice de riesgo epidemiológico a nivel mundial de ACV. (17)

En Estados Unidos se registran anualmente 610.000 casos nuevos y 185.000 casos recurrentes, de los cuales hasta el 87% es de origen isquémico y generan costos de aproximadamente 34 billones de dólares por año. (17)

En América Latina tanto la incidencia como la prevalencia son variables, y se ven alteradas por factores socioeconómicos y demográficos por región. En el caso de Chile, en el año 2016 se produjeron aproximadamente 8.500 muertes, estimándose este problema como el 15% del total de muertes y discapacidad. (8)

- 2.1.4 Factores de riesgo.

Dentro de los factores de riesgo y que se clasifican como modificables (18), encontramos aquellos que son de mayor prevalencia tanto nacionales como en países extranjeros como lo son las enfermedades coronarias, dislipidemia, diabetes

mellitus y principalmente la hipertensión arterial (tabla 1) la cual tiene la mayor prevalencia en los ACV, sin hacer distinción en isquémico o hemorrágico, la que se sitúa como una de las principales causas para las enfermedades cardiovasculares. La diabetes mellitus se caracteriza por presentarse en aquellos que padecen de ACV, incluso quienes presentan esta condición de base por lo menos 10 años, son propensos a presentar un ACV tres veces mayor que una persona sana.

Entre los hábitos de consumo de tabaco, alcohol y drogas, prevalece el tabaco como uno de los factores más importantes al hablar de ACV, ya que hay una directa relación entre fumar y el mayor riesgo de presentar un ACV, así, los fumadores tienen dos veces más posibilidades de presentar esta condición, sin asociar el consumo de tabaco a otros factores. El alcohol y drogas se presentan como factores de riesgo pero en menor medida, ya que su prevalencia dentro de ACV tanto isquémicos como hemorrágicos es menor en comparación con los anteriores mencionados. (18)

Factor de riesgo	Isquémico (=116)		Hemorrágico (=19)		Total
	n	%	n	%	%
Hipertensión arterial	92	79,31	16	84,21	80,00
Diabetes mellitus	45	38,79	6	31,57	37,77
Dislipidemia	22	18,96	6	31,57	20,74
Enfermedad coronaria	37	31,89	6	31,57	31,85
Consumo de tabaco	31	26,72	5	26,31	26,66
Consumo de alcohol	3	2,58	3	15,78	4,44
Consumo de drogas	0	0	1	5,26	0,74

Tabla 1. Predominio de factores de riesgo modificables por tipo de ACV. (18)

- 2.1.5 Anatomía funcional de la circulación cerebral.

La sangre llega al cerebro, más específicamente al encéfalo por cuatro arterias principales: dos arterias vertebrales y dos arterias carótidas internas (figura 2). (19)

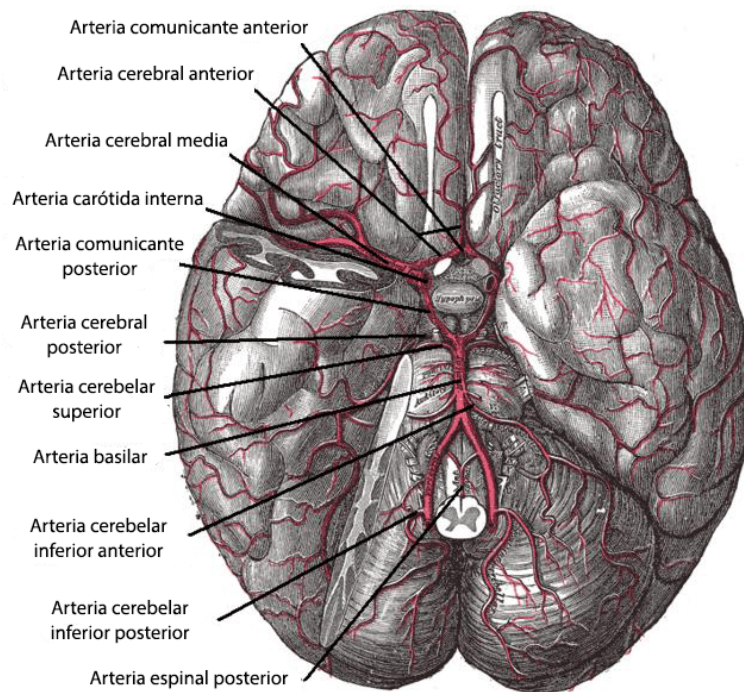


Figura 2. Anatomía de la circulación cerebral. (19)

Las arterias vertebrales intervienen de manera secundaria en la circulación cerebroespinal. Se originan en la parte superior y posterior del tronco de las arterias subclavias. Corresponden a las primeras ramas colaterales de las arterias subclavias. (20)

Estas arterias se introducen al cráneo por los agujeros occipitales y se unen cerca del extremo rostral del bulbo para formar la arteria basilar. Antes de unirse, forman

las arterias espinales anteriores con un tronco único, las arterias espinales posteriores y las arterias cerebelosas posteroinferiores. (20)

En su trayectoria, la arteria basilar emite ramas pontinas como la arteria auditiva interna que irriga principalmente el oído interno, la arteria cerebelosa anteroinferior que irriga la porción rostral de la superficie inferior del cerebelo y la arteria cerebelosa superior que irriga la superficie superior del cerebelo. (20)

Las arterias carótidas internas tal y como muestra la figura (figura 2), provienen de las arterias carótidas comunes y penetran el cráneo por el conducto carotídeo dando origen a distintas ramas terminales. (19)

Estas ramas son principalmente tres: la arteria cerebral anterior (ACA) cuya función es irrigar la porción orbitaria y medial del lóbulo frontal del cerebro y toda la cara medial del lóbulo parietal. (20)

Por otro lado, la arteria cerebral media (ACM), que es otra de las ramas terminales, irriga la porción más lateral de los giros orbitarios y los lóbulos frontal, parietal y temporal. Ésta arteria a su vez se subdivide en las arterias medias y laterales que irrigan en gran parte el putamen, la región lateral del globus pallidus y la región cercana a la cápsula interna. (19)

Finalmente, la arteria comunicante posterior (ACP) une las ramas posteriores de la arteria basilar e irriga la rodilla y el tercio anterior del brazo posterior de la cápsula interna. (19)

Toda esta red arterial que se encuentra organizada de manera anteroposterior forma el polígono de Willis: las arterias carótidas y sus ramas irrigan el área anterior y las arterias vertebrales y sus ramas se encuentran en la parte posterior. Este polígono arterial es el protagonista en la irrigación cerebral, suministra sangre al cerebro y a todas las áreas circundantes. Según autores (19), se puede describir como un sistema de anastomosis, esto puesto que se compone de una red de conexiones entre arterias.

- 2.1.6 Fisiopatología.

El accidente cerebrovascular isquémico se desencadena por una serie de procesos bioquímicos que son producidos por la interrupción o reducción del flujo sanguíneo en el cerebro. Este proceso involucra una serie de acontecimientos originados y desarrollados a través de la llamada cascada isquémica (21) que va a generar una excitotoxicidad y como resultado final, va a desencadenar una lesión celular que no puede ser revertida. Esta cascada (figura 3) puede originarse tras una embolia o un derrame cerebral, un choque hipovolémico o un paro cardíaco. En general, puede tener su origen en cualquier evento que disminuye u obstaculice el flujo sanguíneo.



Figura 3. Cascada isquémica.

La cascada isquémica incluye disminución en la producción de adenosín trifosfato (ATP), cambios en las concentraciones de sodio, potasio y calcio, aumento de lactato, acidosis, acumulación de radicales libres, acumulación intracelular de agua, y estimulación persistente de los receptores de glutamato. (21)

Estos cambios provocados por la citotoxicidad activan y desencadenan la muerte celular, que ocurre por necrosis o por apoptosis. La inflamación aumenta el flujo sanguíneo cerebral a la región isquémica, que suministra glucosa y oxígeno a las

células; este aumento del flujo libera calcio, resultando en el aumento del daño tisular. (21)

La necrosis predomina en el centro del infarto y la apoptosis en el área de penumbra isquémica, que corresponde al área de tejido que rodea el centro del infarto, con afectación funcional pero potencialmente viable. (22)

- 2.1.7 Etiología.

La causa principal del ACV isquémico es el bloqueo del flujo sanguíneo arterial en el cerebro, sin embargo, esta causa posee distintos factores (tabla 2) que pueden ser responsables de la obstrucción o la formación de un coágulo que bloquee la arteria. (23)

Según la escala TOAST, existen 5 categorías etiológicas: (23)

1. Enfermedad aterotrombótica aterosclerótica de gran vaso: la isquemia es generalmente de tamaño medio o grande, de topografía cortical o subcortical y localización vertebrobasilar o carotídea. Debe cumplir uno de los dos criterios:

a) Aterosclerosis con estenosis: estenosis > 50% de diámetro luminal u oclusión de la arteria extracraneal correspondiente o de la arteria intracraneal de gran calibre.

b) Aterosclerosis sin estenosis: estenosis < 50% en ausencia de otra etiología y con al menos dos de los siguientes factores de riesgo: > 50 años, hipertensión arterial, diabetes mellitus, dislipidemia o tabaquismo.

2. Cardioembolismo: isquemia de tamaño medio o grande, de topografía cortical en la que existe alguna cardiopatía de características embolígenas.

3. Enfermedad oclusiva de pequeño vaso infarto lacunar: isquemia de pequeño tamaño < 1,5 cm de diámetro en el territorio de una arteria perforante cerebral que puede ocasionar un síndrome lacunar.

4. Otras causas: isquemia de tamaño variable de localización cortical o subcortical, en territorio carotídeo o vertebrobasilar, en un paciente en el que se han descartado las tres anteriores. Se puede producir por enfermedades sistémicas, alteraciones metabólicas, alteraciones de la coagulación, disección arterial, displasia fibromuscular, migraña, malformación arteriovenosa, etc.

5. De origen indeterminado: por estudio incompleto, por más de una etiología o por origen desconocido y estudio completo.

En el caso del ACV hemorrágico, la principal causa es la hipertensión, sin embargo como causas secundarias podrían encontrarse traumatismos, entre otros.

ACV isquémico	ACV hemorrágico
Dislipidemia	Presión arterial alta
Tabaquismo	Sobret ratamiento con anticoagulantes
Diabetes	Aneurismas
Sobrepeso y obesidad	Traumatismos
Inactividad física	Angiopatía amiloide cerebral
Consumo de drogas y alcohol	ACV isquémico que causa hemorragia

Tabla 2. Etiología del accidente cerebrovascular isquémico y hemorrágico. (23)

- 2.1.8 Cuadro clínico.

El 90% de las personas que sufren un ACV presenta de forma súbita al menos unos de los síntomas (figura 4) más característicos. (1) Estos incluyen principalmente:

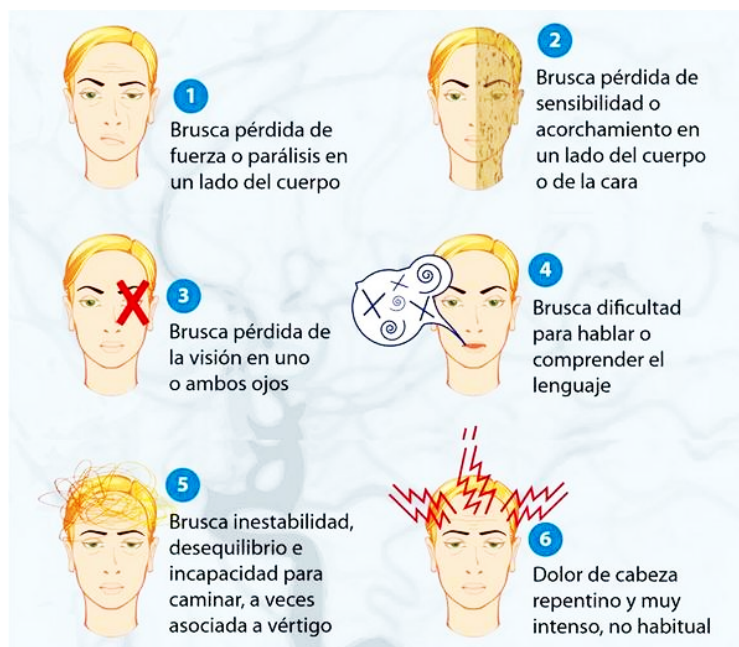


Figura 4. Síntomas del ACV. (1)

Si alguna persona presenta algunos de los signos o síntomas mencionados, incluso si parecen ir y venir o desaparecer por completo se debe buscar atención médica inmediata.

En base al polígono de Willis, de acuerdo al territorio irrigado que se ve afectado, se presentan distintos cuadros clínicos (tabla 3). (24)

OBSTRUCCIÓN ARTERIA CEREBRAL ANTERIOR	OBSTRUCCIÓN ARTERIA CEREBRAL MEDIA	OBSTRUCCIÓN ARTERIA CEREBRAL POSTERIOR
Parálisis de pie y pierna contralateral	Parálisis facio-corporal contralateral	Pérdida sensorial, dolor espontáneo y disestesias, hemiparesia leve
Paresia de brazo contralateral	Hipoestesia facio-corporal contralateral	Hemibalismo y coreoatetosis
Pérdida sensorial cortical en orfejos, pie y pierna	Trastorno motor del habla	Síndrome de Weber y hemiplejía contralateral
Incontinencia urinaria	Afasia central	Ataxia cerebelosa superior cruzada y síndrome de Claude
Reflejo de empuñadura contralateral, succión, Gegenhalten y temblor frontal	Síndrome de Gerstmann	Temblor atáctico/postura contralateral
Abulia.	Apractagnosia	Hemiplejía contralateral
Apraxia a la marcha	Parálisis mirada conjugada hacia lado opuesto	Hemianopsia homónima
Dispraxia de las	Reacción evitación de	Dislexia sin agrafia,

extremidades izquierdas	extremidades opuestas	anomia de colores
Afasia táctil izquierda	Ataxia contralateral	Simultagnosia
Paraplejia cerebral	Hemiplejia motora pura	Acromatopsia

Tabla 3. Cuadro clínico en base a arterias (anterior, media, posterior). (24)

- 2.1.8 Diagnóstico.

Los estudios de imagen en el ACV se realizan con el objetivo de pesquisar hemorragias, el territorio involucrado y sus lesiones, esto, además de poder diferenciar si estamos en presencia de una ACV de tipo isquémico o uno hemorrágico. (25)

En este ámbito, nos enfocaremos principalmente en la Tomografía Computarizada (TC) y en la Resonancia Magnética (RM), que son los principales estudios utilizados al momento del diagnóstico. (25)

La tomografía computarizada (figura 5) se considera el estudio más común al momento de evaluar en primera instancia una sospecha de ACV, esto por su disponibilidad. la mayor parte de las veces casi inmediata, el tiempo reducido que se emplea en este estudio y su bajo costo monetario. (26)

Dentro del parámetro de detección de signos precoces de una lesión, la TC posee aproximadamente un 20% de sensibilidad dentro de las primeras 2 a 3 horas, llegando al 60% pasadas las 6 horas.

Por recomendación de la Asociación Americana del Corazón (AHA), es el primer examen que se debería realizar para el diagnóstico. (26)

Y además, la TC permite calcular el Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS), escala que consta de 10 puntos en total, los que corresponden a zonas cerebrales específicas, refiriendo 1 punto a la aparición de signos de isquemia precoz en alguna de estas zonas.

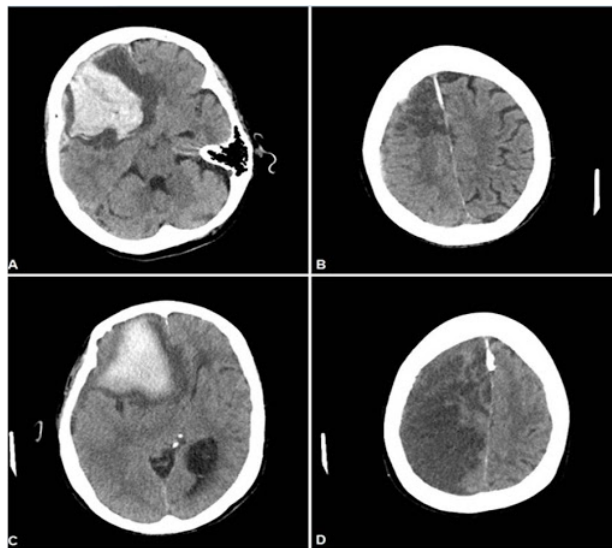


Figura 5. Tomografía computarizada. (25)

La principal característica de la resonancia magnética (figura 6) es que nos permite diferenciar si estamos en presencia de un ACV isquémico o hemorrágico, esto es posible ya que posee una sensibilidad del 88 - 100% y una especificidad de entre 95 - 100% aproximadamente dentro de las 3 primeras horas de haber realizado el

examen, por lo que es ideal para poder pesquisar un infarto dentro de las primeras horas transcurridas. (25)

Dentro de las desventajas, se presenta el hecho de que posee una baja disponibilidad en comparación con la TC, su costo monetario es mayor y el tiempo que necesita para ser realizado es más extenso, además de contar con algunas contraindicaciones, como por ejemplo, el uso de marcapasos. (25)

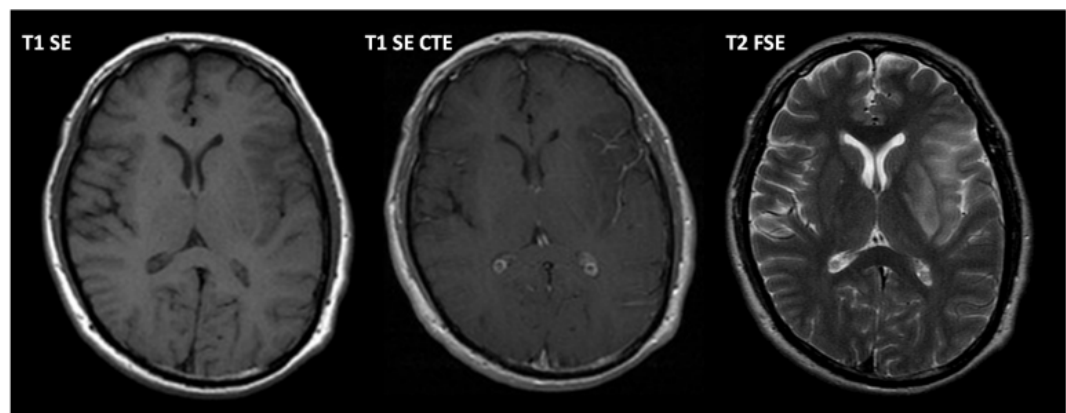


Figura 6. Resonancia magnética. (25)

Se destaca que tanto la TC como la RM poseen una especificidad y sensibilidad que superan el 90% para detectar sangrado, por lo cual, sólo en este aspecto, serían relativamente similares. (25)

- 2.1.9 Tratamiento médico.

El tratamiento de emergencia para el accidente cerebrovascular va a depender del tipo de accidente que esté padeciendo. (27)

Cuando un paciente llega a una sala de emergencias con un accidente cerebrovascular isquémico, el principal objetivo médico es restablecer el flujo sanguíneo cerebral lo más rápido que sea posible. (28) Para ello se aplican medicamentos de emergencia por vía intravenosa, los cuales ayudarán a disolver el coágulo; estos medicamentos deben administrarse dentro de un plazo de cuatro a cinco horas desde el momento de la iniciación de los síntomas. Una inyección intravenosa de activador tisular recombinante del plasminógeno (tPA), también denominado alteplasa es el tratamiento de primera línea para el accidente cerebrovascular isquémico. (28)

La efectividad de los medicamentos de emergencia para el ACV disminuye a medida que pasa el tiempo una vez ocurrido el accidente, es por esto que es sumamente importante establecer la hora de inicio de los síntomas; es aquí en donde las primeras 24 horas post desarrollo de la sintomatología son de suma importancia para el correcto tratamiento y el manejo de urgencia para disminuir las secuelas y el riesgo de muerte. (28)

Según la Guía Clínica del MINSAL, durante las primeras 48 horas posteriores al inicio de los síntomas se ha demostrado una eficacia en el uso de ácido acetil

salicílico (AAS) por vía oral para disminuir el riesgo de muerte, discapacidad y recurrencia, esto en pacientes con ACV isquémico. (1)

En los casos de pacientes diagnosticados con ACV isquémico se indica un tratamiento con anticoagulantes que permiten mejorar el flujo sanguíneo. Por otro lado, en el caso de los pacientes diagnosticados con ACV hemorrágicos que son más peligrosos y cuyas opciones de tratamiento son menos amplias, se prescriben en primer lugar medicamentos para disminuir la presión arterial que suele ser la principal causa. En casos más severos se pueden realizar cirugías de drenaje de la sangre que se ha acumulado en el cerebro o procedimientos como clipaje quirúrgico en caso de aneurisma o espiral endovascular que es menos invasivo que el anterior. (1)

- 2.1.10 Pronóstico.

A nivel mundial, cada tres minutos y 45 segundos una persona fallece a causa de un ACV por lo que tener un pronóstico a la brevedad posible es esencial para el paciente y su posterior recuperación y tratamiento. (18)

Si bien el pronóstico del ACV en general es desfavorable por el gran porcentaje de defunción que presenta, sobretodo cuando se ve afectado un gran vaso sanguíneo, hay distintos parámetros predictivos que nos pueden guiar al momento del pronóstico, con la desventaja de que no son transversales para todos los pacientes, sino que son altamente variables en cada uno de ellos. (29)

Estos parámetros se pueden clasificar en demográficos, como el sexo, edad, color de piel, presencia de comorbilidades y clínicos como lo son el tipo de lesión, sitio vascular corrompido y el volumen del infarto. (18)

Dentro de las comorbilidades que se presentan y que son de gran valor pronóstico, nos encontramos con la neumonía, hipertermia, insuficiencia cardíaca y alteraciones de la conciencia y dentro de éstos, se engloba los factores agravantes como el consumo de alcohol y tabaco. (18)

También existen distintas escalas que nos entregan información relevante para tener un pronóstico certero; una de ellas es la Escala del Medical Research Council (MRC), la cual se usa para medir la fuerza en los grupos motores del cuerpo y su respectivo déficit y también se encuentre la escala de Fugl-Meyer que también evalúa grupos motores. (29)

En términos de marcha, se podría utilizar el Índice de Barthel o las Categorías de Marcha Funcional (FAC); si lo que deseamos es evaluar la función del tronco es ideal utilizar el Test de Control de Tronco y si nos centramos en poder pesquisar cómo se encuentra la función de las extremidades superiores utilizaremos el Frenchay Arm Test. (29)

Cabe destacar que estas escalas están recomendadas por la American Heart Association-Stroke Outcome Classification (AHA-SOC), sobre todo en la fase

aguda de un ACV, ya que puede dar indicio de la gravedad que se encuentra y valores predictivos para el futuro. (29)

2.2 Telerehabilitación.

- 2.2.1 Definición.

Hay términos que se refieren a elementos similares, pero que marcan una gran diferencia, y son conceptos que corresponden a un orden jerárquico que engloba a todos ellos (figura 7). Dentro de estos se encuentra la telesalud, que corresponde a la prestación de servicios haciendo uso de tecnologías, información y comunicación, sobre todo cuando la distancia es un obstáculo para la prestación de asistencia sanitaria. (3)

Otro término es el de telemedicina, que hace referencia a la prestación de servicios de salud a larga distancia llevado a promoción, prevención, diagnóstico y tratamiento. El medio tecnológico les permite intercambiar datos para poder facilitar el acceso y la oportunidad a la hora de brindar accesibilidad a las personas que no posean facilidades de acceso o presenten limitaciones. (3)

Y por último, la telerehabilitación, que según la Guía de Telerehabilitación del COLKINE (3), “consiste en la provisión de servicios de rehabilitación mediante tecnologías de información y comunicación digital”. De esta forma, considera una amplia gama de intervenciones clínicas que van a estar asociadas a la rehabilitación

en modalidad presencial, como es la evaluación, el monitoreo, la prevención, entre otros.

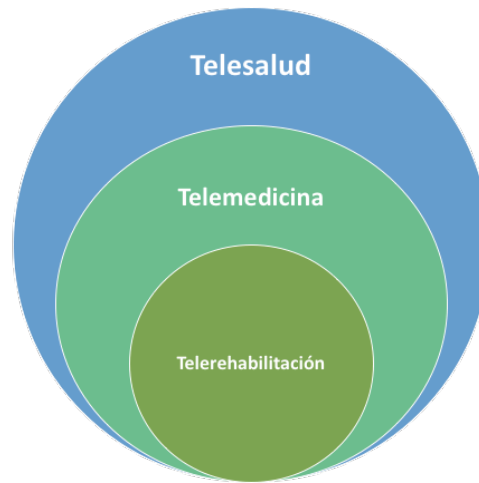


Figura 7. Representación gráfica de los conceptos de telesalud, telemedicina y telerehabilitación. (3)

- 2.2.2 Modalidades de telerehabilitación.

Existen tres modalidades (tabla 4) a través de las cuales se pueden prestar los servicios de telerehabilitación y estos van llevados a cabo principalmente por la forma de comunicación y atención ya sea virtual o presencial entre el terapeuta y el paciente. (3)

Telerehabilitación sincrónica	Telerehabilitación asincrónica (store and forward)	Telerehabilitación híbrida
Sesión de tratamiento en tiempo real.	Transmisión diferida del material tanto para diagnóstico como tratamiento posterior a una consulta directa.	Involucra ambos tipos de intervención, tanto en tiempo real como diferida para la atención clínica.
Video llamada por plataforma de telecomunicación (zoom).	Envío de un mail con información, vídeo o guía de ejercicios.	

Tabla 4. Modalidades de telerehabilitación. (3)

El tipo de modalidad que se elija va a depender de distintos factores y el contexto clínico en el que se desarrolla el cuadro del paciente, el acceso a la tecnología que presente y las preferencias de ambas partes del tratamiento.

- 2.2.3 Ventajas.

La telerehabilitación en kinesiología debido a sus características ha sido efectiva y ha significado una solución segura aplicada dentro de un amplio rango de áreas de tratamiento como rehabilitación cardiaca, neurológica y musculoesquelética.

Dentro de las principales ventajas, se encuentran la mejora que significa para el acceso a la terapia o a los servicios de salud para aquellas personas que viven en zonas remotas a los centros de tratamiento convencionales. (3)

Otra de sus ventajas es la excelente relación costo-efectivo que posee, ya que permite reducir los costos al mismo tiempo que mejora la eficiencia en condiciones de carácter crónica, sumado además a la reducción de costos de traslado y permanencia en recintos hospitalarios. (3)

Existen numerosos estudios que han demostrado cómo la telerehabilitación ha entregado un servicio de calidad similar o incluso mejor en comparación a los servicios presenciales, significando a su vez una satisfacción importante en el usuario que hace uso de los servicios a larga distancia.

- 2.2.4 Historia.

El primer artículo científico en donde aparece por primera vez el término de telerehabilitación como tal es de 1998 en la revista Telemedicine Today. (30) Sin embargo dos años antes, en otoño del año 1996, la directora del Instituto Nacional de Investigación sobre Discapacidad y Rehabilitación, Katherine Seelman, se refirió al término de telerehabilitación como la aplicación de la telemedicina en la rehabilitación.

En 1997, Arturian mencionó que “los sistemas de telemedicina se están abriendo paso lentamente en las clínicas de rehabilitación y Robert Cox, director médico del Hays Medical Center, hizo el alcance en el mismo año de que en el futuro en la institución los pacientes podrían obtener terapias a través de enlaces electrónicos. (30)

En 2001, el neuropsicólogo O. Bracy introdujo la primera forma que se basaba en la web y en aplicaciones de internet para realizar telerehabilitación en terapia cognitiva. Todas las respuestas y datos de los pacientes fueron transportados a través de internet en tiempo real y se permitía realizar la terapia en el hogar o cualquier lugar en donde tuviese acceso a un ordenador con internet. En el año 2006, este sistema sirvió de base para uno nuevo diseñado como un programa de mejora de habilidades cognitivas en escolares. (30)

En el mismo año, 2006, M.J. McCue y S.E Palsbo publicaron en un artículo del Diario de telemedicina y teleasistencia la manera en que la telemedicina podría convertirse en un servicio rentable para hospitales, fundamentándose en ampliar la telerehabilitación a personas con discapacidad y dolor postquirúrgico o en personas con artritis, por ejemplo. Es a partir de aquí que la mayoría de los estudios de telemedicina se han basado en nuevos programas, con experimentos controlados y que entreguen evidencia más exacta de que la telerehabilitación es clínicamente eficaz. (30)

- 2.2.5 Uso actual.

En los últimos años, el número de programas de telerehabilitación ha aumentado rápidamente, principalmente debido a la creciente atención sobre sus potencialidades y como resultado de desarrollos tecnológicos adecuados que han permitido el establecimiento de recursos y servicios. Dichos servicios pueden incluir, por ejemplo, monitoreo remoto o a “larga distancia” de rehabilitación, educación y formación de familias y profesionales y realización de intervenciones terapéuticas mediante estrategias y dispositivos aplicados electrónicamente a distancia. (30)

Si bien existen diferentes actividades de teleasistencia que son iniciativas tecnológicamente factibles, como teleconsulta, telepsicoterapia, telemonitorización, entre otros, llevado al contexto de este protocolo es de suma importancia la

teleterapia, la cual para algunos tipos de terapia parece ser el más difícil de imaginar.
(30)

En casos en que el paciente se encuentre efectivamente inmovilizado o que presente un problema grave de distancia entre su lugar de residencia y el centro de atención más cercano existe cierta dificultad de replicar o simular algunos aspectos de la práctica convencional de la fisioterapia, esto puesto que la mayoría de las sesiones presenciales implican tocar y manipular las extremidades y la movilidad del paciente. Sin embargo, a pesar de presentar dificultades, existen distintas tecnologías actuales que pueden ayudar a hacer factible la telerehabilitación en fisioterapia. (30)

- 2.2.6 Consideraciones para su aplicación.

Es de suma importancia tener claro cuáles serán los pacientes que obtendrán beneficio a partir de la telerehabilitación y para ello, se debe tener en cuenta los recursos disponibles, la tecnología y la urgencia que el usuario tenga para recibir atención. (3)

La telerehabilitación no se recomienda en condiciones en las que el enfoque del tratamiento requiere del contacto directo con el paciente, así también como es poco recomendable para pacientes que cuya condición de salud requiera de un manejo netamente presencial o asistencia de un tercero ya sea por dificultad de seguir instrucciones, riesgo de caídas, entre otros. (3)

La decisión de usar telerehabilitación en un paciente se debe evaluar en base a distintos factores clínicos como la continuidad de un tratamiento, prácticos teniendo en cuenta la disponibilidad de tecnología adecuada para su desarrollo por parte del paciente y factores de seguridad para corroborar que el servicio se entrega de manera segura y que sea eficaz. (3)

Es a raíz de esto que la telerehabilitación debe realizarse en condiciones o contextos tales como:

- Educación sobre condición de salud.
- Promoción de autogestión.
- Prescripción de pautas de ejercicio terapéutico.
- Asesoría sobre actividad física, hábitos saludables y estrategias de manejo del dolor.
- Seguimiento y monitorización de progreso terapéutico.

2.3 Realidad virtual.

- 2.3.1 Definición.

La realidad virtual, también denominada ambiente virtual, es una simulación realizada en tres dimensiones que computadores, que le brinda a los usuarios una información sensorial (visión, audición y otros) y cuyo propósito es hacer que el participante sienta que se encuentra sumido en el lugar simulado. (10)

Si bien existen muchas definiciones de la realidad, una de las más completas es la propuesta por A. Rowell; esta dice que “la Realidad Virtual es una simulación interactiva por computador desde el punto de vista del participante, en la cual se sustituye o se aumenta la información sensorial que recibe”.

- 2.3.2 Características.

La realidad virtual posee un entorno representado mediante el desarrollo de gráficos tridimensionales. Presenta un comportamiento de tipo dinámico, interactivo y llevado a cabo en tiempo real. Su ejecución está basada en la incorporación del usuario dentro del medio virtual y posee la capacidad de reaccionar ante el usuario y sus movimientos y/o acciones, de esta forma le brinda una experiencia de inmersión total, interactiva y multisensorial. (10)

Es de esta forma que posee tres características principales:

- Inmersión: el usuario solo percibe los estímulos creados por el entorno virtual.
- Interacción: el usuario es capaz de interactuar con el entorno virtual, el objetivo final es que se corresponda el tiempo real con el tiempo virtual.
- Imaginación: a través del entorno virtual somos capaces de concebir realidades que no existen, al igual que como hacemos con nuestra imaginación. (31)

- 2.3.2 Funcionamiento.

El ambiente virtual se puede realizar y experimentar por medio de una computadora personal típica y unos cuantos dispositivos especializados de hardware como es una tarjeta gráfica 3D, una tarjeta de sonido 3D. (31)

En formas más avanzadas se puede utilizar un dispositivo montado en un casco, un guante sensitivo y un localizador, con un sistema de rastreo para mantener la posición del usuario y ubicarlo en el entorno virtual. El uso de estas tecnologías son capaces de traducir los movimientos físicos reales a movimientos en el entorno artificial. (31)

- 2.3.3 Tipos de realidad virtual.

Existen distintos tipos de realidad virtual (tabla 5), las cuales, dependiendo de su entorno y realización, puede generar distintas experiencias. (31)

Realidad virtual inmersiva	Realidad virtual no inmersiva	Realidad virtual semi-inmersiva
Entorno artificial y virtual que se desarrolla en tres dimensiones.	Entorno irreal representado en el espacio de una sola pantalla.	Entorno mixto, representado por pantallas que rodean al observador y ciertos objetos reales.
Se realiza mediante el uso de dispositivos como gafas de RV, trajes, guantes, etc.	Se realiza a través de la navegación en un computador de escritorio o aparato móvil.	Se realiza mediante el uso de elementos virtuales apoyados de otros físicos, creando así una realidad mixta.

Necesita más recursos económicos y requiere de un ambiente creado por sistemas informáticos.	Económica y fácil de usar.	Posee un mayor aprovechamiento en el sector industrial y de educación.
--	----------------------------	--

Tabla 5. Tipos de realidad virtual según inmersión. (31)

- 2.3.4 Historia.

Si bien se considera la realidad virtual como un desarrollo reciente que ha nacido en los años 90, existen hitos históricos que han marcado la historia de la realidad virtual. (32)

El primer fundamento histórico se da en 1844 con el invento del estereoscopio en manos de Charles Wheatstone como una base importante de los primeros visores de realidad virtual; este dispositivo consiste en obtener dos fotografías casi idénticas diferenciadas únicamente en el punto de captura de cada una y que al ser observadas de forma separada por cada ojo, el cerebro se encarga de juntar ambas imágenes en una sola creando un efecto tridimensional. (33)

Para la mayoría el concepto de realidad virtual como tal apenas surge a mitad de los años sesenta con Ivan Sutherland, conocido como el creador de los gráficos por computadora. Él, en una conferencia mencionó que “la pantalla es una ventana a través de la cual uno ve un mundo virtual. El desafío es hacer que ese mundo se vea real, actúe real, suene real, se sienta real”. (33)

Sutherland fue el encargado de llevar a cabo un proyecto descrito como “la pantalla final” que permitía el desplazamiento y cambio de perspectiva de imágenes siguiendo el movimiento de la cabeza del usuario. Este dispositivo apodado “La espada de Damocles” debido a sus características físicas al estar colgado el techo por sobre el usuario y a su gran peso; el usuario debía llevar una especie de casco con gafas especiales y esto permitía una visión en 3D para observar su propia cabeza desde cualquier ángulo. Este invento es considerado el primer casco de realidad virtual. (31)

- 2.3.5 Avances de la Realidad Virtual.

En el año 1980, en manos de Thomas Furness se desarrolló el Super Cockpit: un simulador de vuelo o cabina de entrenamiento que permitía a un piloto controlar un avión con gestos, palabras o movimientos oculares, actos que además estaban acompañados por mapas tridimensionales, imágenes infrarrojas y de radar proyectados en un espacio en tres dimensiones y desarrollado en tiempo real. (31)

En el año 1986, la NASA da a conocer una de las primeras gafas de realidad virtual, el producto fue nombrado “VIVED” y presentado en la feria electrónica de consumo (CES). El dispositivo contaba con un campo de visión de 120°, incorporando control por voz y un modo de reconocimiento de gestos mediante el uso de guantes. Dentro de los elementos de reconocimiento de movimientos y orientación espacial del usuario, se incluía el uso de un traje equipado con sensores. (31)

En el año 1991, la compañía Sega intentó lanzar un dispositivo de realidad virtual para el consumidor convencional; el dispositivo contaba con pantallas LCD, auriculares estéreo y sensores que detectaban los movimientos de cabeza del usuario, sin embargo este producto no vio la luz ni llegó al mercado pues según la compañía “el resultado del dispositivo era tan real que temían por el bienestar de sus usuarios”. (31)

Al mismo tiempo, Nintendo desarrolló un dispositivo que sí vio la luz: la Virtual Boy. Lentes que incorporaban un proyector de imágenes en 3D monocromáticas en tonos rojos y negros, sin embargo, fue un fracaso comercial y actualmente es considerada una de las peores consolas de la compañía. (31)

En el año 2007, Google Street View fue introducido por la compañía Google como un servicio de vista panorámica en diferentes puntos del planeta tierra, siendo posible acceder a la perspectiva de carreteras, edificios e incluso áreas rurales. En 2010 fue añadido el modo estereoscópico 3D. (31)

En el año 2010, el primer prototipo de Oculus Rift fue diseñado por Palmer Luckey. Construido estructuralmente con la base de otro casco de realidad virtual. Con el paso de los años, este dispositivo se ha mantenido como un elemento de referencia para los sistemas de realidad virtual. (31)

- 2.3.6 Modelo genérico de un sistema de realidad virtual

El modelo genérico de un sistema común de realidad virtual (figura 8) posee distintos componentes que respetan un flujo de datos para su realización.

Existe un modelo de simulación que permite la representación del sistema que se presenta y que responde de manera dinámica. La entrada de la información se produce a través de dispositivos que permiten interactuar al usuario con el ambiente virtual, mientras la representación de ambiente virtual a través de dispositivos de salida provoca un estímulo al usuario. (32)

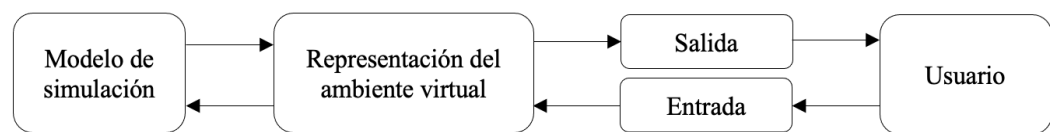


Figura 8. Modelo genérico de un sistema de realidad virtual. (32)

Es este usuario quien recibe la información visual y auditiva en algunos casos, lo retroalimenta y define su comportamiento de acuerdo a sus actos.

2.4 Control postural.

- 2.4.1 Definición.

El control postural es la base de todas las actividades motoras y está directamente relacionado con el control de la posición del cuerpo en el espacio, esto con el objetivo de orientar y estabilizar respecto a la tarea que se esté realizando. (33)

- 2.4.2 Características.

La orientación se enfoca hacia una relación funcional entre las extremidades del cuerpo y su porción axial, y entre el cuerpo completo y el entorno funcional donde se desarrolla la actividad. Dentro de esto debemos tener en cuenta el uso de variados sistemas sensoriales, por ejemplo, el sistema visual para relacionar cuerpo y objetos del entorno, sistema vestibular y somatosensorial, relacionados con la gravedad y la superficie de apoyo respectivamente. (33)

La estabilidad, por otro lado, se define como la facultad de mantener la posición del cuerpo dentro de los límites de estabilidad sin la necesidad de cambiar la base de apoyo. Para ser más específico se debe ser capaz de mantener el centro de gravedad (CG) dentro de los límites estables funcionales, estos límites no cuentan con márgenes fijos, varían según la actividad a realizar, la diversidad de los aspectos ambientales e incluso, por los mecanismos biológicos del individuo. (33)

- 2.4.3 Sistemas de Control Postural.

Como se mencionó anteriormente, el control postural cuenta con dos objetivos, orientación y estabilización, elementos que requieren la integración de información sensorial para evaluar la posición y movimiento corporal en el espacio, al mismo tiempo, también se requiere la capacidad de generar fuerzas que puedan controlar la posición del cuerpo. Por esto, el control postural necesita una interacción entre los sistemas sensorial y musculoesquelético, ambos con sus respectivos componentes, como se ilustra en la figura 9. (34)

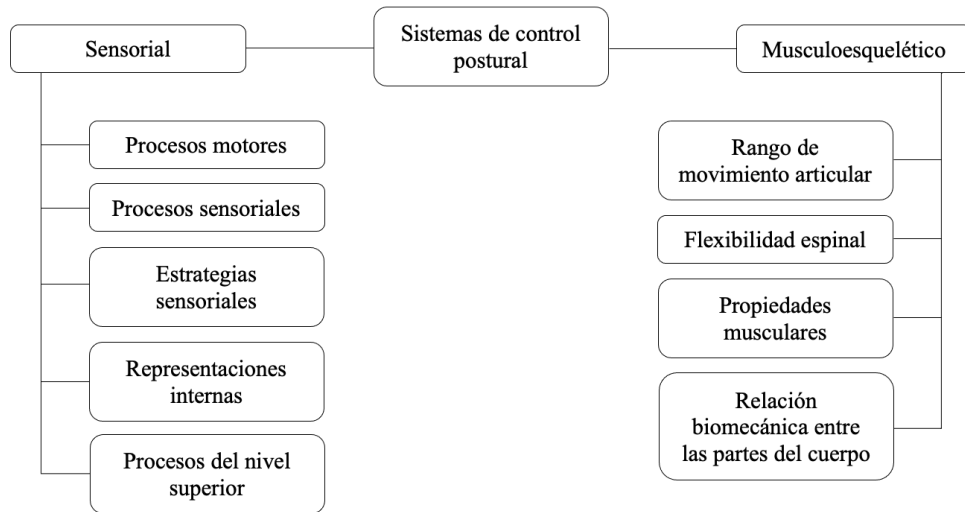


Figura 9. Componentes de los sistemas de Control Postural. (34)

- 2.4.4 Mecanismo Motor del Control Postural.

El mecanismo motor enlaza la generación, graduación y coordinación satisfactoria de las fuerzas que producen el movimiento con el fin de controlar la posición del cuerpo en el espacio. En la bipedestación inmóvil, por ejemplo, podemos encontrar varios factores que contribuyen para la estabilización del cuerpo como la alineación, el tono muscular y tono postural. (33)

La alineación ideal en la bipedestación es lograda con un equilibrio del cuerpo y un mínimo gasto de energía interna. Por otro lado, también se entregan parámetros gráficos de la perfecta alineación, señalando una caída vertical de la línea de gravedad en medio del proceso mastoideo, un punto delante de las articulaciones de los hombros, la articulación de la cadera (o atrás de esta), un espacio delante del centro de la articulación de las rodillas y un punto delante de las articulaciones de los tobillos. (34)

El tono muscular se define como la fuerza con la que el músculo genera resistencia al ser estirado, o sea, su rigidez. En un contexto consciente y relajado del individuo, se puede observar cierto nivel de tono muscular, mismo que está relacionado con un mecanismo no neural, definido por investigadores como pequeñas cantidades de calcio libre en la fibra muscular. Por otro lado, la participación neural se relaciona con el reflejo de estiramiento, actuando mediante señales aferentes con el objetivo de mantener una extensión muscular apropiada. (34)

El tono postural hace referencia a un nivel de actividad que varía en los músculos antigravitatorios en posición erguida, oponiéndose a la fuerza de la gravedad. Dentro de los factores que influyen al tono postural se encuentran el sistema somatosensorial, sistemas visual y vestibular. (34)

- 2.4.5 Mecanismos Sensoriales del Control Postural.

El mecanismo sensorial está organizado por el SNC, recibiendo la información de los impulsos e interpretando la posición del cuerpo en el espacio. Generalmente, se dispone de los impulsos periféricos de los sistemas visual, somatosensorial y vestibular, todo esto para detectar la posición y movimiento del cuerpo en el espacio en relación a la gravedad y ambiente. (33)

Los impulsos visuales disponen información respecto de la posición y el movimiento de la cabeza del individuo, y su relación con los objetos del entorno que

le rodea, aún así, existen indicios que sugieren a la visión periférica como un estímulo más importante en el control postural. Sin embargo, la información que se recibe por medio del impulso visual puede ser mal interpretada, por ello, no se considera absolutamente necesario, ya que no siempre es una base precisa de la orientación en el movimiento propio. (33)

Los impulsos somatosensoriales entregan información de la posición y el movimiento del cuerpo en el espacio dependiendo de la superficie de apoyo. Estos impulsos trabajan a lo largo de todo el cuerpo, proporcionando información sobre las conexiones de las diferentes secciones corporales, incluyendo los propioceptores articulares y musculares, como los receptores cutáneos y de presión. (33)

Si bien en circunstancias normales, con una superficie horizontal, estos receptores proporcionan información acertada de posición y movimiento, al momento de enfrentarse a una superficie más inestable, los receptores comienzan a ser menos útiles en relación a una orientación vertical. (33)

Los impulsos vestibulares informan al SNC respecto a la posición y movimiento de la cabeza en relación a la gravedad y fuerza de inercia. Dentro del sistema vestibular podemos reconocer dos tipos de receptores, los conductos semicirculares (CSC) y los otolitos. Los conductos semicirculares hacen uso de la aceleración angular de la cabeza, siendo sensibles a movimientos rápidos como, por ejemplo, el desequilibrio en un resbalón. Por otro lado, los otolitos toman la posición lineal y la aceleración, siendo fuente informativa de la posición de la cabeza con relación a la gravedad,

responden a movimientos lentos de la cabeza como a los provocados en el balanceo postural. (34)

2.5 Equilibrio estático.

- 2.5.1 Definición de equilibrio.

Para el estudio, se define equilibrio como la capacidad de mantener el cuerpo en una posición ideal o deseada, pudiendo cambiar de posturas proyectando el centro de gravedad dentro de la base de sustentación y por ende, de su estabilidad propia. (11)

- 2.5.2 Clasificación.

Cuando el cuerpo se encuentra en estado de equilibrio, significa que la línea de gravedad que traspasa a este cuerpo se encuentra dentro de la base de sustentación de éste, en donde el cuerpo se puede encontrar en un equilibrio estático con inmovilidad total o, al contrario, se puede encontrar en movimiento, conocido como equilibrio dinámico. (35)

El equilibrio estático se define como la habilidad o facultad del sujeto para mantener el cuerpo en una posición estable y erguida sin cambio de movimiento o desplazamiento del cuerpo. Dentro de este tipo de equilibrio, se puede considerar el equilibrio postural en donde el sujeto debe mantener su postura gracias a reflejos de enderezamiento, laberínticos, ópticos y táctiles, gracias a ellos se provoca un aumento del tono de sostén de los flexores y extensores permitiendo que el cuerpo mantenga el equilibrio en contra de la acción de la gravedad. (35)

El equilibrio dinámico se define como la habilidad o facultad del sujeto para mantener la postura deseada incluso frente a cambios constantes de posición. En este caso la situación se modifica de manera constante. (35)

- 2.5.3 Musculatura.

La mantención del equilibrio estático en el cuerpo necesita la reclutación de la musculatura tónica, la cual tiene por objetivo el mantener una interrelación entre segmentos del cuerpo, para lograr sostener una postura espacial concordante a la actividad que se va a realizar. (11)

La musculatura tónica está conformada principalmente por fibras rojas, las que se encargan de una actividad de carácter estática y obtienen su energía por medio del oxígeno que circula en el torrente sanguíneo. Estos músculos son inervados por motoneuronas alfas tónicas, poseen resistencia a la fatiga y su contracción es principalmente lenta. El objetivo de esta musculatura es mantener el equilibrio y por consiguiente su reequilibración en una forma constante de los segmentos del cuerpo dependiendo de las posturas realizadas. (11)

Por otro lado, en un equilibrio dinámico, se recluta una musculatura fásica, para dar movilidad a los segmentos corporales correspondientes a la actividad a realizar. Los músculos fásicos se conforman por fibras blancas, estas utilizan la energía que se encuentra reservada como glucosa en el músculo; no poseen una gran

vascularización ya que no dependen del oxígeno de la sangre como las fibras rojas; en cambio, las fibras blancas poseen una contracción más rápida, no presentan una resistencia a la fatiga alta y las motoneuronas que las inervan son las alfas fásicas. La función principal de los músculos fásicos es producir movimientos amplios y de manera rápida. (11)

Para fines de este trabajo, el enfoque será principalmente en el equilibrio estático, en el cual sólo actúa la fuerza de gravedad. Este equilibrio necesita de la inervación recíproca específicamente en los músculos de tipo antigravitatorios, en donde la predisposición a una caída se vea compensada por una contracción de los músculos extensores.

- 2.5.4 Control neuromuscular.

La información necesaria para poder mantener este equilibrio, viene dada por el aparato vestibular, receptores que se encuentran en la planta de los pies, la corteza motora, propioceptores cervicales y el sistema cerebeloso; donde esta información es distribuida por los núcleos vestibulares con el objetivo de estabilizar el área visual por medio de arcos reflejos automáticos, además de poder mantener el tono muscular de los extensores y guiar la cabeza en una posición acorde al eje gravitacional. (36)

En toda postura que se lleve a cabo, un grupo de músculos actúan principalmente para realizar la actividad y su finalidad, en donde, al mismo tiempo, otro grupo muscular está encargado del mantenimiento y sostén del equilibrio del cuerpo. (36)

Cabe destacar que el mantenimiento correcto del equilibrio junto a la correcta posición para la actividad a realizar, es un punto fundamental para obtener un ahorro energético considerable y sobre todo, sin lesiones. (36)

ANÁLISIS CRÍTICO.

En esta sección se procede a realizar la lectura crítica de los tres artículos seleccionados por los tesisistas, los cuales figuran con los datos más recientes respecto a la telerrehabilitación con uso de realidad virtual en usuarios post-ictus bajo el análisis de las variables de equilibrio estático y control postural.

Las revisiones sistemáticas se evaluarán con PRISMA mientras los ensayos clínicos serán evaluados con el uso de la guía CASPe.

ARTÍCULO 1: *“Telerehabilitation of Post-Stroke Patients as a Therapeutic Solution in the Era of the Covid-19 Pandemic.”*

Introducción.

De los 15 millones de personas en todo el mundo que sufren un accidente cerebrovascular cada año, 5 millones tienen una discapacidad permanente y requieren atención continua [[1](#)]. Es importante garantizar el acceso a la rehabilitación dentro de los primeros 3 meses después del accidente cerebrovascular, ya que hasta el 80% de los reingresos hospitalarios están relacionados con hábitos de salud y falta de tratamiento adecuado y cuidados posteriores al accidente cerebrovascular [[2](#)]. Los pacientes suelen ser dados de alta de las unidades de rehabilitación hospitalaria entre 8 y 10 semanas después de un accidente cerebrovascular [[3](#)]. La condición funcional de los pacientes se caracteriza por importantes déficits motores y requieren asistencia con las actividades básicas de la vida diaria (p. Ej., Ir al baño o comer) [[4](#)]. Este es un período de aumento de la

plasticidad posterior al daño (compensatorio) en el que se producen importantes cambios de reorganización en el cerebro. Por lo tanto, es fundamental proporcionar a los pacientes una terapia intensiva, continua, altamente repetitiva y orientada a tareas durante este tiempo. Sin embargo, la reducción en la disponibilidad de rehabilitación hospitalaria después de un accidente cerebrovascular debido a la pandemia del virus SARS-CoV-2 tiene muchas consecuencias graves [5]. Sobre todo, pone a los pacientes en riesgo de adquirir patrones motores patológicos y exacerbación de la discapacidad. La investigación de Dhand muestra que el aislamiento social, que afecta negativamente el estado funcional y emocional de los pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular, es un factor de riesgo individual para la recurrencia del accidente cerebrovascular [6]. Sin embargo, este informe único no debería ser válido con respecto a toda la población de supervivientes de un accidente cerebrovascular. Una posible solución al problema de la creciente demanda de servicios de rehabilitación en condiciones de recursos limitados es un sistema de teleterapia, que implica la prestación de servicios de rehabilitación a domicilio sin contacto directo entre el terapeuta y el paciente a través de tecnologías de la comunicación (principalmente auditiva, visual, táctil) [7 , 8]. El contacto con el fisioterapeuta puede ser sincrónico (la comunicación con el terapeuta se produce mediante videollamadas durante el tiempo real de la terapia) o asincrónico (la comunicación con el terapeuta se produce ocasionalmente, fuera del tiempo de la terapia). Los fisioterapeutas verifican el progreso, validan la corrección de las tareas motoras y actualizan los planes de terapia en función de los comentarios de la videoconferencia, los datos de uso del sistema y las puntuaciones de los juegos. El sistema de telerrehabilitación también utiliza terapia basada en realidad virtual,

que utiliza software de computadora para rastrear los movimientos de los usuarios y les permite interactuar con un juego o escenario presentado en una pantalla de televisión [[9](#) , [10](#)].

1. ¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido?

Sí, ya que los autores guiaron su búsqueda centrada a la telerrehabilitación post ACV, esto debido a las bajas en las rehabilitaciones de forma presencial por la pandemia SARS-CoV-2.

2. ¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuado?

En efecto, puesto que se utilizó material proveniente de PubMed, Directory of Open Access Journals y Science Direct. Además, los artículos seleccionados corresponden a los años entre 2019 a 2021.

Hay que destacar que el criterio de los artículos incluyó estudios con pacientes post-ACV, una descripción de las intervenciones de telerrehabilitación y el efecto de ésta y la efectividad de la modalidad remota versus una modalidad presencial.

3. ¿Crees que estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes?

Sí, ya que los autores sólo se enfocaron en el análisis de ensayos clínicos aleatorios (ECA), puesto que son el diseño de preferencia para evaluar una intervención clínica.

4. ¿Crees que los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los estudios incluidos?

Sí, ya que estos realizan su revisión por el método PRISMA, incluyendo 10 artículos, donde se encuentran ECAS con resultados publicados, sin resultados publicados, casos de estudio y una minoría de artículos correspondientes a no aleatorios o no controlados.

5. Si los resultados de los diferentes estudios han sido mezclados para obtener un resultado "combinado", ¿era razonable hacer eso?

No, ya que el análisis de los estudios arrojó un alto porcentaje de convergencia en cuanto a los criterios que se utilizaron.

6. ¿Cuál es el resultado global de la revisión?

Se demuestra que la rehabilitación de forma remota es una posible solución ante la alta demanda de los servicios necesarios en este contexto de pandemia, además, se evidencian beneficios en cuanto al estado físico y psicológico, lo que se traduce en una mejor calidad de vida.

7. ¿Cuál es la precisión del resultado/s?*

No se menciona en el artículo.

8. ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio?

Si se tienen los recursos necesarios para llevar a cabo la terapia sin interrupciones o problemas técnicos que puedan presentarse, se podrían aplicar en el medio sin mayores inconvenientes.

9. ¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión?

Sí, ya que las revisiones fueron exhaustivas y consideraron todos los resultados obtenidos en cada una de ellas para tomar la decisión.

10. ¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costes?

Sí, teniendo en cuenta que se concluye la eficacia de la telerehabilitación como una posible solución a la alta demanda de los servicios de rehabilitación.

ARTÍCULO 2: “Exergames and Telerehabilitation on Smartphones to Improve Balance in Stroke Patients”

Introducción.

A nivel mundial, el accidente cerebrovascular es el segundo factor que más contribuye a los años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) en los países en desarrollo y el tercero en los países desarrollados [[1](#)]. El control postural es una de las alteraciones más frecuentes que producen riesgo de caídas durante las tareas de movilidad, lo que afecta gravemente a la independencia y calidad de vida de la persona [[2](#)].

Los estudios de entrenamiento del equilibrio se realizan principalmente en la etapa subaguda tardía o en la etapa crónica [[3](#)], pero el consenso reciente [[4](#)] en la literatura sobre rehabilitación del accidente cerebrovascular sugiere la necesidad de estudios sobre la fase aguda y / o subaguda temprana para demostrar que el entrenamiento en estas etapas en las que existe un mayor nivel de plasticidad pueden conducir a mejores resultados que las de recuperación espontánea [[4](#)]. Además, existe una resistencia natural al entrenamiento del equilibrio asincrónico remoto debido a los riesgos de caídas, lo que ha animado a los sistemas de salud a disminuir la posibilidad de caídas, especialmente en los ancianos [[5](#) , [6](#)].

Los estudios de telerehabilitación han informado que el uso de la telemedicina utilizando exergames y sensores (personalizados, unidades de medición inercial o IMU, videocámaras) para estimar la postura ha mejorado la cobertura, la adherencia

y los resultados clínicos de los pacientes [[7](#) , [8](#)]. Los sistemas de videoconferencia o teléfono simples, o los videos grabados para estrategias de autoeducación, han aumentado la dosis de rehabilitación con ejercicio de los pacientes (frecuencia e intensidad) y los resultados de equilibrio, que pueden ser similares o incluso mejores que los de la terapia convencional [[8](#) , [9](#)]. Aunque los sistemas simples aumentan el tiempo del terapeuta (sistemas sincrónicos), los sistemas complejos parecen extremadamente difíciles de usar fuera de los protocolos de investigación [[10](#) , [11](#) ,[12](#)] o de forma móvil (con una fácil transición desde hospitales, laboratorios y hogares).

Por lo tanto, existen dos desafíos principales en el tratamiento del accidente cerebrovascular utilizando herramientas de telemedicina: (1) proporcionar evidencia de la efectividad y seguridad del entrenamiento del equilibrio remoto agudo o subagudo temprano, y (2) proponer sistemas y protocolos simples y rentables para promover una incorporación masiva a la práctica clínica.

En este trabajo, proponemos un conjunto de exergames para el entrenamiento del equilibrio mediante smartphones e IMU. El objetivo principal es desarrollar un tratamiento ambulatorio complementario eficaz para mejorar el equilibrio en los pacientes con ictus durante la fase subaguda temprana (uno a tres meses) de forma rentable, segura y sencilla.

¿Son válidos los resultados del ensayo?

1. ¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida?

Sí, ya que el estudio busca resultados que permitan demostrar que la telemedicina complementaria de bajo costo es factible y permite mejorar significativamente el equilibrios de los pacientes con ACV.

2. ¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos? ¿Se mantuvo oculta la secuencia de aleatorización?

Los pacientes fueron asignados aleatoriamente a los grupos de control y TelePT. En ninguna parte del ensayo se menciona si existió o no ocultamiento.

3. ¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él?

No lo menciona en el artículo.

4. ¿Se mantuvieron ciegos al tratamiento los pacientes, los clínicos y el personal del estudio?

No se menciona en el artículo.

5. ¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?

Todos los pacientes con ictus de 6 a 8 semanas post lesión tenían más de 45 años y hasta 79, presentando en su mayoría como comorbilidad en común la dislipidemia y siendo también en su mayoría en el grupo de control del sexo masculino, mientras que en el grupo TelePT se encontraba un poco más diverso.

Debían cumplir los criterios de inclusión que era: tener un tiempo bípedo >30 s, una Berg Balance Scale (BBS) <50 y al menos un cuidador en casa, además de estar recibiendo fisioterapia y presentar comorbilidades controladas.

6. ¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?

Ambos grupos recibieron su tratamiento de base de rehabilitación estándar en el sitio del hospital.

¿Cuáles son los resultados?

7. ¿Es muy grande el efecto del tratamiento? ¿Qué resultados se midieron?

Este estudio evaluó cambios de equilibrio, independencia funcional y usabilidad en pacientes con ACV en etapa subaguda.

Los resultados fueron estadísticamente significativos únicamente para comparaciones entre Berg Balance Scale e Índice de Barthel.

8. ¿Cuál es la precisión de este efecto? ¿Cuáles son sus intervalos de confianza?

El intervalo de confianza asociado a las distintas escalas es de aproximadamente 65%.

¿Pueden ayudarnos estos resultados?

9. ¿Pueden aplicarse estos resultados en tu medio o población local? ¿Crees que los pacientes incluidos en el ensayo son suficientemente parecidos a tus pacientes?

Sí, ya que en general la población de estudio es similar a la existente en la región de La Araucanía y que cursa episodios de ACV en etapa subaguda, principalmente en las edades y las comorbilidades.

10. ¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica?

Se consideraron los resultados más importantes clínicamente, e incluso se evaluaron pre y post entrenamiento.

11. ¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes? Es probable que pueda deducirse, pero, ¿qué piensas tú al respecto?

Si bien no existen riesgos y costes extremadamente altos, los beneficios que se obtienen son bastante positivos, lo que por supuesto justifica todo el desarrollo del estudio.

ARTÍCULO 3: *“Therapeutic Effect of Virtual Reality on Post-Stroke Patients: Randomized Clinical Trial.”*

Introducción.

El accidente cerebrovascular afecta a millones de personas en todo el mundo anualmente [[1](#) , [2](#)]. A pesar de la disminución de la mortalidad de la enfermedad en Brasil [[3](#)], los sobrevivientes afectados pueden presentar discapacidades [[4](#)]. La principal consecuencia del accidente cerebrovascular es la hemiplejía o hemiparesia [[5](#)], lo que puede resultar en un déficit sensorial-motor y, en consecuencia, cambios en el equilibrio, limitación funcional y riesgo de caídas [[5](#) , [10](#)]. Los autores informan que estas caídas se produjeron con más frecuencia en el entorno del hogar y durante la marcha [[11](#)].

La mayoría de estos pacientes recuperan la capacidad de caminar, pero en muchos casos se produce un cambio en el control postural [[12](#) , [14](#)]. Equilibrio es una habilidad motora funcional [[6](#)] que puede estar comprometida en el paciente hemiparético, debido a cambios visuales, sensoriales vestibulares, somatosensoriales o motores [[12](#) , [14](#)]. En algunos casos, las estrategias para mantener el control postural no son lo suficientemente efectivas y provocan caídas [[15](#)]. Varios autores han informado que después de un accidente cerebrovascular, el 25% - 75% de los pacientes tienen antecedentes de caídas, y el 10% de los que caen sufren graves secuelas [[15](#) , [16](#)]. Con el 73% de estos pacientes requiriendo hospitalización como resultado de la caída [[17](#)]. Una herramienta utilizada para la

evaluación es el Índice Dinámico de la Marcha (DGI), que evalúa el equilibrio de la marcha y es un predictor de caídas [9].

La rehabilitación del equilibrio corporal de los pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular es indispensable [9 , 18] para evitar episodios de caídas, las principales complicaciones después de un accidente cerebrovascular [18]. Entre los diferentes enfoques para este propósito se encuentra la realidad virtual [19], cuyo objetivo es simular actividades funcionales que son la base para la rehabilitación de pacientes neurológicos [19 , 23]. Varios autores han observado una mejora del equilibrio corporal tras un ictus en pacientes sometidos a rehabilitación con realidad virtual. Estos estudios demostraron la viabilidad de la realidad virtual como recurso terapéutico, aunque los estudios se realizaron con una pequeña muestra [7 , 8 , 20 , 23 , 27]. La realidad virtual se ha informado como una herramienta complementaria en la rehabilitación de pacientes post-ictus, ya que es capaz de generar más motivación y entretenimiento [21 , 23 , 27].

Sin embargo, el equilibrio durante la marcha y la ocurrencia de caídas no se han evaluado simultáneamente en esta población. El efecto terapéutico de la realidad virtual sobre el equilibrio durante la marcha puede tener un impacto en la reducción de la ocurrencia de caídas y sus consecuencias. Por tanto, el objetivo de este estudio fue investigar el efecto terapéutico de la realidad virtual asociada a la fisioterapia convencional sobre el equilibrio durante la marcha y la aparición de caídas en pacientes post-ictus.

1. ¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida?

Sí, los autores especifican su enfoque en los pacientes post-Ictus con secuelas sobre el equilibrio de su marcha y el alto riesgo de caídas, comparando la efectividad de la Realidad Virtual versus la terapia convencional.

2. ¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos?, ¿Se mantuvo oculta la secuencia de aleatorización?

Sí, la asignación fue aleatorizada por un programa llamado [RANDOM.ORG](https://www.random.org) encargado de un tercero que no pertenecía al equipo tratante para mantener oculta la asignación.

3. ¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él? ¿el seguimiento fue completo? ¿se interrumpió precozmente el estudio? ¿Se analizaron los pacientes en el grupo al que fueron aleatoriamente asignados?

Sí, en el estudio se señala una evaluación de equilibrio y riesgo de caídas al inicio, y al final, aproximadamente 3 meses después de iniciado el estudio. Hubo una pérdida de tres individuos, sin embargo, sus resultados iniciales fueron incluidos de igual manera.

4. ¿Se mantuvo el cegamiento?

Sí, se realizó un simple ciego del evaluador desde la asignación, evaluación inicial, hasta el término, evaluación final.

5. ¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?

Sí, se menciona que no hubo una diferencia estadísticamente relevante, por lo que se concluyó en homogeneidad de ambos grupos.

6. ¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?

Sí, ambos grupos tuvieron intervención fisioterapéutica, diferenciándose el grupo experimental al sumarse el periodo de entrenamiento con Nintendo Wii.

7. ¿Es muy grande el efecto del tratamiento?, ¿Qué desenlaces se midieron?, ¿Los desenlaces medidos son los del protocolo?

En la evaluación DGI final se muestra un aumento tanto en el grupo de tratamiento como en el de control, con valores iniciales de 13.54 (\pm 5.47) y 16.29 (\pm 5.01) respectivamente. Sin embargo, el grupo de control tuvo una diferencia estadísticamente más significativa ($P = 047$).

Con respecto al número de caídas, en ambos grupos se reduce luego de la intervención, pero, esta vez el grupo de intervención muestra una diferencia estadísticamente más significativa ($P = 049$).

Al análisis el DGI total se concluye que no existe correlación entre el rendimiento del equilibrio de la marcha en ambos grupos con el número de caídas registrado post-intervención, control $P = 129$ y experimental $P = 541$. Finalmente, analizando cada valor de DGI con el número de caídas, se observó que en el octavo ítem, “Subir y bajar escaleras” se mostró una correlación positiva ($P = 0.043$).

8. ¿Cuál es la precisión de este efecto? ¿Cuáles son sus intervalos de confianza?

El nivel de significancia que se estableció para el estudio fue del 5%, mientras que la potencia fue del 80%.

9. ¿Puede aplicarse estos resultados en tu medio o población local? ¿Crees que los pacientes incluidos en el ensayo son suficientemente parecidos a tus pacientes?

Sí, es posible extrapolar resultados, ya que las variables demográficas mencionadas incluyen ambos géneros y un rango de edad entre 18 a 65 años.

10. ¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica? En caso negativo, ¿en qué afecta eso a la decisión a tomar?

Se tuvieron en cuenta en los criterios de exclusión, donde nombraban a los pacientes con lesiones ocurridas menos de 6 meses antes; pacientes con trastornos asociados como epilepsia, déficits sensoriales y perceptuales (heminegligencia y síndrome de Pusher); pacientes con trastornos osteodegenerativos; e individuos con trastornos cognitivos.

11. ¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes?

Dentro del estudio en sí mismo y similares, se justifica por razón de incentivo al paciente en medio de la terapia. Se menciona en el apartado de discusión el término “estimulación”, aludiendo a una mayor retroalimentación visual por medio de la Realidad Virtual, lo que motiva a un entrenamiento sensoriomotor de las personas post-ictus.

CAPÍTULO III

3.1 Diseño propuesto.

El diseño de estudio analítico corresponde a un Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado (ECCA).

- 3.1.1 Definición.

El Ensayo Clínico se define como un estudio de cohorte en el cual el investigador manipula la variable predictora (Intervención) y observa cuales son los efectos obtenidos en el resultado, aplicado a nuestro proyecto, nos permitirá comparar los resultados de dos grupos (prueba y control) al ser o no expuestos a la terapia con asistencia equina durante un período de tiempo determinado.³⁷

- 3.1.2 Ventajas y desventajas.

Según Stephen Hulley, profesor de epidemiología, medicina y política de salud, “la principal ventaja de un ensayo frente a un estudio observacional es la fuerza de la inferencia de causalidad que ofrece, siendo utilizado para evaluar la efectividad de programas de tratamiento.”³⁷

Este ensayo posee tanto ventajas como desventajas las cuales se observan en la siguiente tabla:

Ventajas	Desventajas
Disponibilidad de una terapia en condiciones de recursos limitados.	Los resultados son aplicables a un grupo exclusivo de personas.
Posibilidad de extrapolar la aplicación de la terapia.	Los números de población reducidos quitan factibilidad a los resultados.
Mayor intensidad mediante un mayor número de repeticiones.	
Más accesibilidad para pacientes con opciones de transporte reducidas.	
Motivación con los resultados y la manera de lograrlos.	

Tabla 6. Ventajas y desventajas de un ECCA.³⁷

Sin embargo, existe evidencia contradictoria en cuanto al costo de estos ensayos, ya que el mismo va a depender del tamaño de la muestra y del procedimiento que sea llevado a cabo.

3.2 Sujetos y muestra.

- 3.2.1 Población.

La población para este estudio se compone de pacientes diagnosticados con ACV en la región de La Araucanía.

- 3.2.2 Muestra de estudio.

La muestra será de tipo no probabilística intencionada y corresponderá a pacientes de entre 20 y 80 años diagnosticados de ACV isquémico o hemorrágico residentes de la Región de la Araucanía

- 3.2.3 Criterios de inclusión.

- Pacientes con un diagnóstico de ACV.
- Pacientes con edad entre 20 y 80 años.
- Pacientes con un tiempo de evolución de 6 a 36 semanas post ictus.
- Pacientes con comorbilidades controladas.
- Presentar Time up and go con un valor de menos de 14 segundos.
- Presentar Escala de Tinetti con valores entre 24 y 28 puntos.
- Presentar Escala Rankin modificada (mRS) con niveles entre 0 y 2.

- 3.2.4 Criterios de exclusión.

- Pacientes con patología neurológica o psiquiátrica (depresión o demencia) → escala depresión geriátrica.
- Pacientes con imposibilidad de mover extremidades inferiores.
- Pacientes con deterioro cognitivo significativo → evaluación cognitiva de Montreal.
- Pacientes con déficit de agudeza visual.
- Pacientes embarazadas.

3.3 Cálculo de tamaño de muestra.

Para calcular la muestra en este caso, se propone considerar en base al promedio de otros artículos y considerar el 10% de pérdida. Para esto, se sumaron los participantes de los tres artículos incluidos en el análisis crítico, donde el n de participantes es 27, 6 y 34 respectivamente, siendo el promedio de estos un n total de 22, más el 10% de pérdida el cual es 2, el n considerado para este estudio es de 24 sujetos.

- 3.3.1 Proceso de aleatorización.

La aleatorización es un proceso destinado a realizar una asignación impredecible de los participantes dentro del estudio, contando con el objetivo de equilibrar los grupos determinados para el proceso de control y experimentación en una distribución homogénea. En este estudio se realizará una aleatorización por medio del software “Graphpad” , teniendo en cuenta la participación de 22 individuos con el 10% de pérdida aplicado, se le solicitará a un tercero que realice la asignación de los 22 participantes en dos grupos designados con las letras “A” y “B”. Al momento de realizar la aleatorización, se entregará un listado de los participantes y su grupo designado, de tal forma que todos los participantes estén distribuidos de forma equitativa en cada uno de los grupos.

En este estudio, se aplicará un simple ciego, donde el evaluador no tendrá conocimiento respecto al grupo designado de ningún participante de la investigación que evaluará.

3.4 Variables.

- 3.4.1 Variable independiente: telerehabilitación y realidad virtual.

Variable	Tipo
Telerehabilitación	Cualitativa nominal
Realidad Virtual	Cualitativa nominal

- 3.4.2 Variables dependientes: equilibrio estático y control postural.

Variable	Tipo	Medición
Equilibrio Estático	Cuantitativa discreta	Timed Up and Go.
Control Postural	Cuantitativa discreta	Evaluación de la postura estática (EPE)

- 3.4.3 Variables de control.

Variable	Tipo	Medición
Sexo	Cualitativa nominal	Ficha de registro.
Edad	Cuantitativa continua	Ficha de registro.
Procedencia	Cualitativa nominal	Ficha de registro.
Tipo ACV	Cualitativa nominal	Ficha de registro.
Gravedad de ACV	Cuantitativa discreta	Escala Rankin Modificada.
Riesgo de caída	Cuantitativa discreta	Escala de Berg

3.5 Mediciones.

- 3.5.1 Escala Rankin modificada

La escala de Rankin modificada³⁸ se utiliza para medir el resultado funcional tras un ictus y es una de las escalas más usadas. En la práctica clínica no es infrecuente encontrar discrepancias entre los médicos a la hora de evaluar con esta escala a un mismo paciente. Para evitar esta variabilidad se ha sugerido que el uso de una entrevista estructurada con una lista de actividades de la vida diaria (ver anexo 1) podría mejorar la validez entre los evaluadores.

- Propiedades psicométricas.

Se realizó un estudio de cohortes prospectivo, evaluando a 50 pacientes, a los 3 meses de haber sufrido un ictus isquémico. Se evaluó el cuestionario smRSq en castellano por teléfono y posteriormente de forma presencial la mRS mediante entrevista estructurada, el cuestionario smRSq y la SIS-16 (Stroke Impact Scale-16). Se estudió la fiabilidad interobservador, test-retest y la validez de constructo y de criterio.

En relación a los resultados de fiabilidad y validez de la escala: la fiabilidad interobservador (investigador principal e investigador secundario) obtuvo un kappa de 0,810 (correlación muy alta); la fiabilidad test-retest (investigador principal en dos momentos del tiempo distintos) obtuvo un kappa de 0,639 (correlación alta); la validez de constructo con respecto a la SIS-16, obtuvo un coeficiente de correlación de Spearman de -0,728 (correlación alta) con una $P < 0,001$, indicando una

correlación lineal y la validez de criterio con respecto a la entrevista estructurada de la mRS, obtuvo un kappa de 0,759 (correlación alta).³⁸

- 3.5.2 Time up and go.

El Timed Up and Go Test, también conocido como Up and Go cronometrado o simplemente TUG³⁹, es una prueba especialmente indicada para medir movilidad y valorar el riesgo de caídas en personas mayores. Es tremendamente útil en el ámbito de la Fisioterapia en Geriatria.

Es una variante de la prueba Up and Go, en la cual la valoración del riesgo de caída se realiza de manera más subjetiva, pues tiene en cuenta la percepción del observador, y no el tiempo empleado.

Utiliza el tiempo que tarda una persona en levantarse de una silla (ver anexo 2), caminar tres metros, darse la vuelta, caminar hacia la silla y sentarse. Durante la prueba, se espera que la persona use su calzado habitual y use cualquier dispositivo de movilidad que normalmente requeriría.

- Propiedades psicométricas.

Según un estudio, se estableció la confiabilidad intra e interobservador y test-retest del TUG con el coeficiente de correlación intraclass. Se construyeron gráficos de Bland-Altman para la concordancia intra e interobservador.

La confiabilidad intraobservador fue CCI 0,98 (IC 95%: 0,96-0,99) y CCI 0,99 (IC 95%: 0,98-0,99) a velocidad habitual y máxima CCI 0,97 (IC 95%: 0,95-0,98) y CCI 0,99 (IC 95%: 0,99-0,99). La confiabilidad interobservador a velocidad habitual obtuvo CCI 0,99 (IC 95% 0,98-0,99) y a velocidad máxima CCI 0,99 (IC 95% 0,99-0,99). La confiabilidad test-retest a velocidad habitual CCI 0,77 (IC 95%: 0,61-0,87) y a máxima CCI 0,91 (IC 95%: 0,83-0,95). El 23% reportó mínima dificultad para comprender el test. La mediana del tiempo de administración fue 90 segundos.

El estudio permitió establecer la confiabilidad intra e interobservador, test-retest y aplicabilidad clínica del TUG test a velocidad habitual y máxima segura en sujetos con AR.³⁹

- 3.5.3 Escala de Tinetti.

La Evaluación de movilidad orientada al desempeño de Tinetti (POMA) se desarrolló con el propósito de determinar precozmente el riesgo de caída⁴⁰ de un adulto mayor durante el año siguiente de su aplicación. Esta escala abarca dos dimensiones, el equilibrio y la marcha, siendo la primera evaluada mediante la sedestación del individuo en una silla sin apoyos laterales, solicitando transiciones hacia bipedo y nuevamente sedente, por otro lado, la marcha se evalúa mediante la deambulación de la persona mayor, solicitando al inicio su paso habitual, regresando con “paso rápido, pero seguro”, esto incluye las ayudas técnicas en caso de ser

usadas por el individuo. En ambos aspectos el evaluador debe hacer un análisis observacional según los parámetros pre-definidos de la escala (ver anexo 3).

La máxima puntuación de la marcha es de 12 puntos y para el equilibrio es de 16 puntos; la suma de ambos da un resultado de 28 puntos. Un alto riesgo de caídas se relaciona con una puntuación menor de 19; el riesgo de caídas se mantiene entre 19 a 23 puntos, y finalmente, el riesgo leve de caídas es de 24 a 28 puntos.

- Propiedades psicométricas.

El POMA exhibe una sólida confiabilidad en la población de adultos mayores con coeficientes de confiabilidad entre evaluadores que van de 0,80 a 0,95 y una confiabilidad test-retest reportada como 0,72 a 0,86. El componente de la marcha del POMA demuestra la menor confiabilidad, lo que puede ser atribuido a la subjetividad en la puntuación de ese componente en particular. Faber et al estimaron un cambio mínimo detectable (MDC) para el POMA de 5 puntos en adultos mayores que viven en centros de atención a largo plazo.⁴⁰

En un estudio se buscó determinar la confiabilidad test-retest, estimar el MDC y explorar la validez de constructo transversal y longitudinal del POMA en una cohorte de pacientes con ACV agudo. Los resultados demuestran que el POMA tiene una buena confiabilidad test-retest (ICC = 0,84) al usarse para medir equilibrio en personas que se encuentran en el primer mes post-ACV, sin embargo, se señala que son valores ligeramente más bajos que los encontrados en personas con ACV crónico (CCI = 0,91). Cabe destacar que, se exhibió variabilidad en el rendimiento

de la prueba, por lo que hay posibilidad de menor confiabilidad test-retest. El MDC se estimó en 6 puntos, por lo que, obteniendo valores sobre éste se refleja un verdadero cambio en la capacidad de equilibrio. Por otro lado, los coeficientes de correlación ρ de Spearman revelaron una correlación moderada entre las puntuaciones de las Medidas de Independencia Funcional (FIM) motoras y las puntuaciones POMA. Las relaciones entre las variables fueron moderadas y positivas en la dirección de $r_s = 0,54$ a $0,82$; indicando validez transversal de la POMA tanto como con la FIM motora, como con la velocidad de marcha. Finalmente, hubo una relación justa entre las puntuaciones de cambio en las 3 medidas de resultado, esto indica validez de constructo longitudinal adecuada del POMA al usarse para medir el equilibrio post-ACV.

3.6 Procedimiento

El proyecto será enviado al Comité Ético Científico de la Universidad de La Frontera, quien revisará y avalará la realización del estudio en cuestión. El Comité es un grupo de personas ajenas al estudio, quienes evalúan el cumplimiento de la normativa ética tanto nacional como internacional y que a su vez, asegura la protección de derechos, seguridad y bienestar de las personas involucradas en una investigación.

Una vez el Comité apruebe el proyecto, este será postulado para una recaudación de fondos y así poder acceder al presupuesto que proponga el establecimiento para desarrollar el estudio.

En el establecimiento escogido, se realizará un reclutamiento de profesionales de la salud para llevar a cabo el estudio y quienes recibirán una capacitación para poder ejercer su trabajo en base a las necesidades de cada paciente y el método de rehabilitación.

El estudio será difundido por los establecimientos de salud de la región de La Araucanía, en donde se esperará a reclutar pacientes.

- 3.6.1 Reclutamiento.

Se convocará a la población a través de la difusión en sus centros de atención, los que serán contactados por medio de la información otorgada por los respectivos neurólogos que les brinden atención y que diagnostiquen su ACV.

Posterior a ello, se citará a cada paciente al establecimiento en donde se realizará el estudio y allí, serán aplicados los criterios de inclusión y exclusión y se les hará entrega de un consentimiento informado (ver anexo 4) a aquellos que cumplan con los criterios de elegibilidad para el proyecto.

- 3.6.2 Aleatorización.

La secuencia de aleatorización será realizada por el médico neurólogo de cabecera, quien no tendrá conocimiento de la asignación de ningún participante. Esta se llevará a cabo por medio del software “Graphpad” en donde teniendo en cuenta la

muestra de 22 individuos con el 10% de pérdida, serán asignados a dos grupos designados con las letras “A” y “B”.

Una vez realizada la aleatorización, se entregará un listado de los participantes y su grupo designado, de tal forma que todos estén distribuidos de forma equitativa y que apenas en ese momento se conozca el resultado del proceso.

- 3.6.3 Evaluación inicial.

Se solicitará la participación de tres kinesiólogos, cada uno tomará la tarea de evaluar una de las tres pruebas (Escala Rankin modificada, Escala de Tinetti y Time Up and Go).

El primer kinesiólogo aplicará la evaluación de la Escala Rankin modificada, realizando algunas preguntas al individuo con relación a sus AVD, identificando su nivel de incapacidad según sus limitaciones en las mismas.

El segundo kinesiólogo aplicará la evaluación de Time Up and Go, donde se cuantificará el tiempo que le toma al individuo levantarse de una silla, caminar 3 metros, girarse 180°, caminar de vuelta a su lugar y sentarse nuevamente. Mientras mayor sea el tiempo cronometrado, mayor es el riesgo de caídas.

El tercer kinesiólogo aplicará la Escala de Tinetti, realizando dos subpruebas. La primera evaluará el equilibrio, solicitando al individuo que realice bipedestación y

sedestación en una silla sin apoyabrazos, mientras que la segunda evaluará la marcha, donde se pedirá al individuo que deambule a paso habitual hasta cierto punto, volviendo con paso rápido y seguro. Estas actividades serán categorizadas según los parámetros del test.

- 3.6.4 Intervención.

La intervención se llevará a cabo por medio de juegos interactivos que se encuentran dentro del software “Jintronix”, en donde los participantes que estén dentro del grupo de control lo realizarán en la sala de simulación sin distractores y estarán en supervisión de un profesional capacitado. En cuanto al grupo experimental, éstos se encontrarán en sus hogares con todos los elementos necesarios para realizar los juegos de una forma ideal dentro de un espacio confortable, los cuales serán supervisados de forma remota, vía videoconferencia con un profesional capacitado el que estará monitoreando sus acciones en tiempo real; al mismo tiempo el paciente será acompañado por su adulto responsable correspondiente para evitar el riesgo de caídas en el hogar o algún otro problema no contemplado previamente.

- 3.6.4.1 Juegos de video interactivos.

El software Jintronix posee distintos juegos interactivos orientados a distintos objetivos. Para este estudio, nos enfocaremos en los juegos que poseen características para la prevención de caídas, control de balance y equilibrio.

- *Juegos de balance y prevención en caídas.*

Estos juegos están enfocados en actividades inmersivas, donde, dentro de sus objetivos se encuentran lograr realizar la actividad en equilibrio sobre un solo pie, con desplazamientos de peso laterales, realizando sentadillas, flexo-extensión de rodillas y haciendo alcances dentro y fuera de la base de apoyo.

En este caso, los juegos que encontramos son:

1. Tomato planting.
2. Rock climbing.
3. Ball maze.
4. Football.
5. Soccer.
6. Ski.
7. Walking adventures.

De esta forma, lo que se busca evaluar dentro de estos juegos será el tiempo de equilibrio, la velocidad y precisión al momento de ejecución de la tarea, el tiempo de reacción del paciente y su grado de desplazamiento de peso.

- *Programa de Neuro-rehabilitación.*

El ejercicio intensivo y repetitivo es una parte integral de un programa eficaz de rehabilitación neurológica para la recuperación o la prevención de un mayor deterioro. Promueve la neuroplasticidad, o la creación de nuevas conexiones

neuronales en el cerebro, y el reaprendizaje motor, la recuperación por parte del cerebro de la función motora afectada.

Están enfocados en actividades de inmersión que se basan en el movimiento de la parte superior del cuerpo, el seguimiento motor de la parte superior e inferior del cuerpo, movimientos de flexión y extensión de tronco y extremidades, pero sobre todo basándose en la coordinación bilateral, tareas de equilibrio y control postural.

En este caso, los juegos que encontramos son:

1. Fish frenzy.
2. Ball maze.
3. Apple picking.
4. Gardening/tomato planting.
5. Kitchen cleanup.

De esta forma, se busca personalizar las actividades del paciente para un reto justo, generando un sesgo lateral de izquierda o derecha, con alcance y precisión del movimiento, diseñando un plan de intervención que tome en cuenta los tipos de movimiento y el número de repeticiones que permitan promover la función motora necesaria para realizar las actividades de la vida diaria.

- 3.6.4.2 Modalidad y tiempo.

La modalidad de tratamiento corresponde a juegos de videos a través de telerehabilitación desde sus hogares y en rehabilitación presencial en el establecimiento asignado, con sesiones de 90 minutos de duración, 3 veces por semanas, en un plazo de seis meses.

- 3.6.4.3 Sesión tipo.

Se inicia la sesión con 5 minutos de reconocimiento del equipo, donde se presentarán los elementos como el sensor de movimiento y el computador donde se proyectarán las actividades a realizar, iniciando con un juego al azar a modo de prueba, de manera que el individuo pueda entender el funcionamiento de la plataforma. Acabada la familiarización con el equipo, se procederá a iniciar los 20 minutos del primer juego, “Tomato Planting”, este juego consiste en tomar semillas de una maceta y dejar caer las mismas en un cajón con tierra ubicado virtualmente frente al individuo, esto estimulará la realización de flexo-extensión de hombro y codo, abducción-aducción y rotación interna del hombro, en conjunto con rotaciones de tronco y cargas de peso con flexo-extensión en MMII; finalizado el primer juego, se tomará un descanso de 5 minutos.

Para el segundo juego se utilizará la actividad de “Football”, su objetivo es patear un balón hacia el arco virtual, mismo que cambia de ubicación constantemente mientras señala la extremidad inferior que se debe usar, derecha o izquierda,

estimulando flexo-extensión y rotaciones de MMII. Acabados los 20 minutos de juego, se procederá a un segundo descanso de 5 minutos.

Para el tercer y último juego, se usará la actividad llamada “Ski”, el objetivo de la actividad es superar los obstáculos frontales y laterales dispuestos en la pista de esquí, donde serán estimuladas la flexo-extensión de MMII, junto a las inclinaciones laterales de tronco que darán paso a cargas de peso alternadas.

Terminados los 20 minutos del tercer juego, se realizarán 10 minutos de vuelta a la calma, mediante ejercicios de respiración y elongaciones. Finalmente se cerrará la sesión con los últimos 5 minutos de descanso.

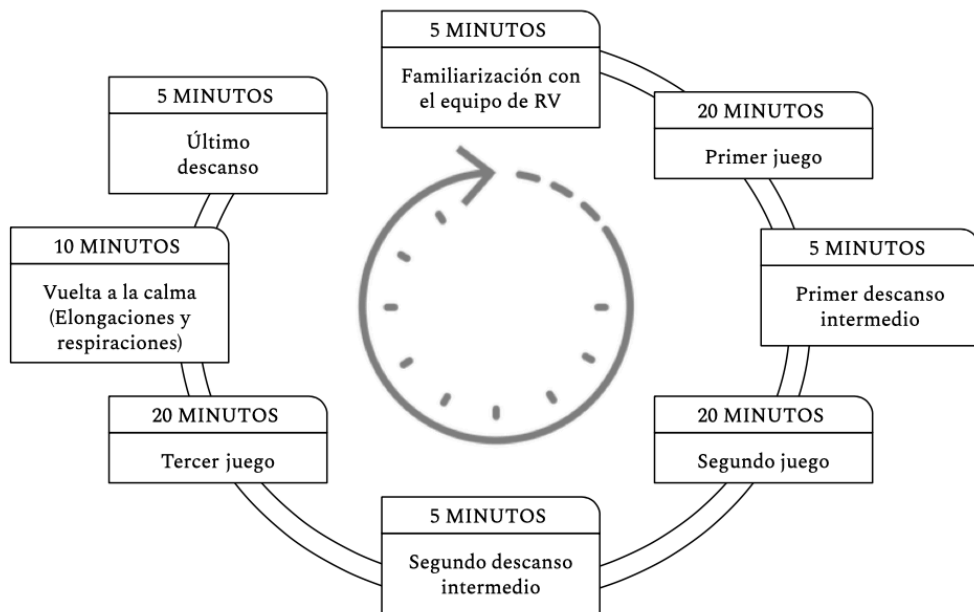


Figura 10. Sesión tipo de intervención con Jintronix.

Esta sesión tipo está basada en un solo día de intervención, por lo que se debe tomar en cuenta que lo programado son 3 sesiones por semana, por lo tanto la rotación de juegos irá variando según el día que se realice la actividad.

- 3.6.5 Reevaluación.

Los pacientes serán llamados al centro de atención para ser reevaluados con los test iniciales con el fin de verificar si existe mejora en las variables contempladas en el estudio.

- 3.6.6 Segundo bloque de intervención.

Una vez realizada la reevaluación, los mismos pacientes regresarán esta vez a sesiones de 60 minutos de duración y dos veces por semana, por el periodo de seis meses más.

- 3.6.7 Evaluación final.

Los pacientes serán evaluados por última vez con los test iniciales para obtener una cifra significativa como resultado que posteriormente será analizada.

- 3.6.8 Resultados y análisis.

Los resultados finales de cada paciente, tanto en rehabilitación presencial como telerehabilitación serán analizados y comparados con las dos evaluaciones previas para obtener una conclusión del estudio.

- 3.6.9 Seguimiento.

Una vez concluido el estudio, los pacientes serán derivados nuevamente a su centro de atención habitual y se les recomendará continuar los ejercicios realizados en el periodo de estudio pero adecuándolos a sus tiempos y sus necesidades. Posterior a ello, luego de un periodo de tres meses, se realizará una reevaluación con los test iniciales para evaluar si los resultados obtenidos durante el estudio se mantienen a largo plazo.

- 3.6.10 Análisis final de resultados y conclusiones.

Para finalizar el estudio, serán analizados por última vez todos los resultados de las distintas evaluaciones a lo largo del proyecto y una vez analizados, se llegará a una conclusión sobre la efectividad de la realidad virtual en telerehabilitación versus la rehabilitación en modalidad presencial.

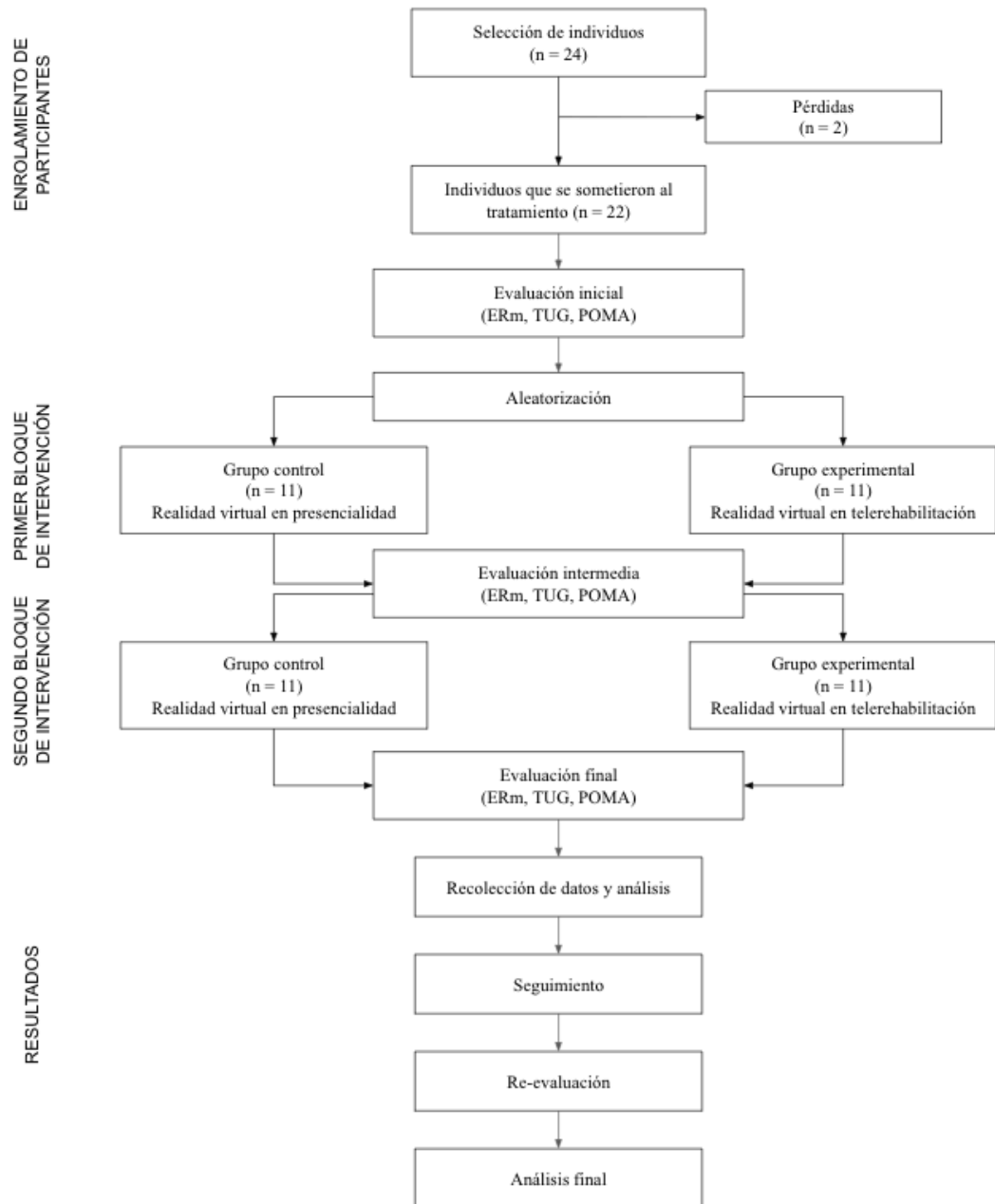


Figura 11. Flujograma de estudio.

CAPÍTULO IV.

4.1 Análisis estadístico.

Dado que este estudio es un Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado (ECCA), se realizarán dos tipos de análisis, uno descriptivo y otro inferencial.

- 4.1.1 Análisis descriptivo.

La descripción de la muestra se realizará en base a la naturaleza de las variables de control: sexo, edad, procedencia, tipo y gravedad de ACV y riesgo de caída.

De esta forma, según el tipo de variable, para gravedad por ejemplo (tabla 7), se va a tener un promedio y una frecuencia, y así mismo, en el caso de la variable edad, se va a tener un promedio y una frecuencia.

	Promedio	Desviación estándar	Frecuencia	Porcentaje
Sexo			X	X
Edad	X		X	
Procedencia			X	X
Tipo de AV			X	X
Gravedad de ACV			X	X
Riesgo de caída			X	X

Tabla 7. Análisis descriptivo.

- 4.1.2 Análisis inferencial.

Considerando las variables dependientes, que son equilibrio estático y control postural, se va a realizar una comparación o análisis paramétrico inter e intragrupos y este análisis se realizará en base a Anova que mide la varianza entre dos grupos.

4.2 Administración.

Para la presente investigación, se dispondrá de la participación de los siguientes profesionales:

1. Investigadores principales 1, 2 y 3:

Entidades encargadas de dirigir el proyecto, reclutar y seleccionar personal capacitado para labores esenciales, velando por el cumplimiento del cronograma establecido. Dentro de las labores de intervención estarán presentes como terapeutas tanto del grupo de control como del grupo experimental. Cabe destacar que ningún investigador principal recibirá remuneración monetaria alguna, ya que contarán con el beneficio de publicación.

2. Kinesiólogo 1:

Profesional encargado de realizar las evaluaciones, iniciales y posteriores, del test funcional “Escala Rankin modificada” aplicado a los participantes del estudio.

3. Kinesiólogo 2:

Profesional encargado de realizar las evaluaciones, iniciales y posteriores, del test “Time Up and Go” aplicado a los participantes del estudio.

4. Kinesiólogo 3:

Profesional encargado de realizar las evaluaciones, iniciales y posteriores, de la “Escala de Tinetti” aplicada a los participantes del estudio.

5. Enfermera:

Encargada del control de comorbilidades previo a criterios de elegibilidad.

6. Secretaría:

Será quien lleve registro de las fichas de los pacientes y horarios de atención, cumpliendo un rol de recordatorio y confirmación tanto de horas como asistencia.

7. Estadístico:

Encargado del análisis estadístico de resultados, brindando una base de datos computarizada para el control de registros.

4.3 Presupuesto.

Para cubrir el presupuesto, se realizará una postulación a fondos del gobierno, como por ejemplo, el FONIS (Fondo Nacional de Investigación y desarrollo en Salud), que brinda financiamiento a proyectos de investigación por un monto no superior a los \$20.000.000 (veinte millones de pesos) por cada año de duración del proyecto, sin perjuicio de otros aportes de instituciones.

- 4.3.1 Tabla presupuesto recursos humanos.

Aspecto	Unidad de medida	Precio	Total según los meses de trabajo.
Kinesiólogo 1	Mensual	\$ 440.000.-	\$ 1.760.000.-
Kinesiólogo 2	Mensual	\$ 440.000.-	\$ 1.760.000.-
Kinesiólogo 3	Mensual	\$ 440.000.-	\$ 1.760.000.-
Enfermera	Mensual	\$ 500.000.-	\$ 500.000.-
Secretaría	Mensual	\$ 250.000 x semestre.-	\$ 500.000.-
Estadístico	Mensual	\$ 500.000.-	\$ 1.000.000.-
Total			\$ 7.280.000.-

- 4.3.2 Tabla presupuesto recursos físicos.

Aspecto	Unidad de medida	Cantidad	Precio	Total
Centro Atención Kinésica.	Mensual	1	\$ 450.000.-	\$ 450.000.-

Software Jintronix	Facilitado por la empresa en convenio para uso de investigación.			
Notebooks	Unidad	3	\$ 150.000.-	\$ 450.000.-
Computador de Escritorio (All in One)	Unidad	3	\$ 329.990.-	\$ 989.970.-
Sensor Kinect	Unidad	14	\$ 146.810.-	\$ 2.055.340.-
Cronómetro	Unidad	5	\$ 5.990.-	\$ 29.950.-
Esfigmomanómetro electrónico	Unidad	3	\$ 14.990.-	\$ 44.970.-
Oxímetros	Unidad	3	\$ 9.990.-	\$ 29.970.-
Botiquín de primeros auxilios	Unidad	2	\$ 9.990.-	\$ 19.980.-
Total				\$ 4.070.180.-

- 4.3.3 Tabla presupuesto insumos.

Aspecto	Unidad de medida	Cantidad	Precio	Total
Bolígrafos	Caja	1	\$ 10.990.-	\$ 10.990.-
Lápiz corrector líquido	Caja	1	\$ 9.990.-	\$ 9.990.-
Hojas oficio	Resma	5	\$ 4.290.-	\$ 21.450.-
Carpetas archivadoras	Unidad	22	\$ 1.990.-	\$ 43.780.-
Sobres	Unidad	22	\$ 129.-	\$ 2.838.-
Total				\$ 89.048.-

4.4 Plan de trabajo o carta Gantt.

El plan de trabajo está dividido en tres etapas. La primera etapa del proyecto que es de gestión, comienza en enero del año 2022 con la evaluación del Comité de ética y acaba aproximadamente en junio y julio del mismo año, una vez difundido el estudio para el reclutamiento de pacientes.

A partir de junio del 2022, una vez reclutada la muestra de estudio, comienza la segunda etapa de preparación, en donde se les aplicarán los criterios de elegibilidad a los pacientes, el consentimiento informado y la aleatorización, y finalmente la tercera etapa, que ya es netamente tratamiento, desde la evaluación inicial de los pacientes tanto de control como de intervención en agosto del 2022, pasando por los dos bloques de intervención con sus respectivas evaluaciones y el seguimiento hasta diciembre de 2023, con el analisis final de los resultados y la conclusión final.

N° Actividad	Inicio	Final	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Comité de ética.	Ene-22	Abr-22	■	■	■	■																				
Recaudación de fondos.	Feb-22	Abr-22		■	■	■																				
Establecimiento del lugar.	Abr-22	Abr-22				■																				
Reclutamiento de profesionales.	Abr-22	May-22			■	■																				
Capacitación de equipo de trabajo.	May-22	Jun-22				■	■	■																		
Difusión del estudio.	Abr-22	Jun-22			■	■	■	■																		
Reclutamiento de pacientes.	Jun-22	Jul-22					■	■	■																	
Criterios inclusión y exclusión.	Jun-22	Jul-22					■	■	■																	
Consentimiento informado.	Jul-22	Jul-22						■	■																	
Aleatorización.	Jul-22	Jul-22						■	■																	
Evaluación inicial.	Ago-22	Ago-22							■	■																
Primer bloque de intervención.	Ago-22	Ene-23							■	■	■	■	■	■	■											
Reevaluación.	Ene-23	Ene-23													■											
Segundo bloque de intervención.	Feb-23	Jul-23													■	■	■	■	■	■	■					
Evaluación final.	Jul-23	Jul-23																			■	■				
Resultados y análisis.	Jul-23	Jul-23																				■	■			
Seguimiento.	Ago-23	Nov-23																				■	■	■	■	
Reevaluación.	Nov-23	Nov-23																						■	■	
Análisis y conclusión final.	Dic-23	Dic-23																								■

Figura 12. Plan de trabajo o Carta Gantt.

4.5 Conclusión.

La telerehabilitación ha demostrado ser una excelente herramienta que responde a las dificultades a las que se enfrentan los pacientes, ante la imposibilidad de una atención de salud presencial.

La evidencia sobre la rehabilitación con realidad virtual, tanto presencial como remota, solo se centraba en variables como equilibrio dinámico y marcha, además de extremidad superior, pero se hablaba poco sobre el equilibrio estático y el control postural, que también se ve afectado tras ocurrido un ACV.

Es por esto, que concluimos que este proyecto sería un importante aporte a lo que es la rehabilitación del ACV tanto presencial como remota, con nuevas herramientas como es la realidad virtual y que además, permitiría la facilitación y estímulo hacia los individuos a quienes podría extrapolarse esta estrategia de rehabilitación y sus resultados.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Ministerio de Salud, Guía clínica Accidente Cerebro Vascular Isquémico en personas de 15 años y más. Santiago, 2013. Disponible en: <https://www.minsal.cl/portal/url/item/7222754637e58646e04001011f014e64.pdf>
2. National Stroke Foundation. Clinical Guidelines for Stroke Management 2010. Available from: https://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/CPG_stroke.pdf
3. Michell de Gregorio J A, Castex P, Pedro, Besomi M. Guía Práctica de Telerehabilitación para Kinesiólogos. 2020. 10.13140/RG.2.2.15931.95526.
4. Montalbán MA, Arrogante O. Rehabilitación mediante terapia de realidad virtual tras un accidente cerebrovascular: una revisión bibliográfica. Rev cient Soc Esp Enferm Neurol [Internet]. 2020; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sedene.2020.01.002>
5. Albertini M. Unión Internacional de Telecomunicaciones. La UIT publica las estimaciones mundiales y regionales de TIC de 2018. 2018. Disponible en: <https://www.itu.int/es/mediacentre/Pages/2018-PR40.aspx>.
6. Subsecretaría de Telecomunicaciones. 44% de los hogares del país no tiene conexión fija a Internet. 2018 Disponible en: <https://www.subtel.gob.cl/44-de-los-hogares-del-pais-no-tiene-conexion-fija-a-internet/>

7. MINSAL, Subsecretaría de Salud Pública. Acciones estratégicas para el enfrentamiento del ACV en Chile 2014-2020. 2017. Disponible en: https://www.minsal.cl/ataque_cerebral/
8. Doussoulin A, Rivas R, Sabelle C. Hospital discharges due to stroke in the period 2001-2010 in a southern Chilean region. *Rev Med Chil.* 2016;144(5):571-6.
9. Viñas-Diz S, Sobrido-Prieto M. Virtual reality for therapeutic purposes in stroke: A systematic review. 2016, *Neurología*, volume 31, issue 4. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213485315001632?via%3Dihub>.
10. Pérez-Salas C. *Virtual Reality: A Real Contribution for the Evaluation and Treatment of People with Intellectual Disability.* Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile. 2008.
11. Meinel K, Schnabel G. *Teoría del movimiento.* Stadium Books; 1991.
12. Santé-Andrés M. *Fisioterapia en el control postural y equilibrio en la marcha en niños con ataxia de Friedreich.* 2019.
13. OMS, ReliefWeb: *Glosary on Humanitary Terms.* Organización Mundial de Salud, ReliefWeb. 2009.
14. Mikulik R, Wahlgren N. Treatment of acute stroke: an update. *J Intern Med.* 2015;278:145-65.
15. Maldonado N, Kazmi S, Suárez J. Update in the management of acute ischemic stroke. *Crit Care Clin.* 2014;30:673-97.

16. Arauz A, Ruiz-Franco A. Enfermedad vascular cerebral. Rev Fac Med (Méx.). 2012;55(3):11-21.
17. Pradilla AG, Vesga BE, León-Sarmiento FE. Estudio neuroepidemiológico nacional (Epineuro) colombiano. Rev Panam Salud Pública. 2003;14:104-11.
18. Guevara M. Principales factores pronósticos, clínicos y epidemiológicos en pacientes con infarto cerebral total de circulación anterior. MediSur [Internet]. 2019;17(5):685-697. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180061640010>.
19. Netter. Atlas of Human Anatomy. 7th ed. Philadelphia, PA: Elsevier - Health Sciences Division; 2018.
20. Moore KL, Dalley AF. Clinically oriented anatomy. 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2006.
21. Deb P, Sharma S, Hassan KM. Pathophysiologic mechanisms of acute ischemic stroke: An overview with emphasis on therapeutic significance beyond thrombolysis. Pathophysiology. 2010;17:197.
22. Bandera E, Botteri M, Minelli C, Sutton A, Abrams KR, Latronico N. Cerebral blood flow threshold of ischemic penumbra and infarct core in acute ischemic stroke: a systematic review. Stroke. 2006;37:1334-9.
23. Adams HP, Bendixen BH, Kappelle LJ, Biller J, Love BB, Gordon DL, et al. Classification of subtype of acute ischemic stroke: definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in acute stroke treatment. Stroke. 1993;24:35-41.

24. Muñiz Landeros C, Pérez Campos I. Neurología clínica de Rangel Guerra. 2015;1:598-601.
25. Grau García M, Pérez Bea M, López Medina A. Papel del estudio radiológico multimodal en el código ictus. Radiología. 2017;0033833817301443–.
26. Wardlaw JM, Keir SL, Seymour J, Lewis S, Sandercock PAG, Dennis MS, et al. What is the best imaging strategy for acute stroke? Health Technol Assess. 2004;8(1):iii, ix–x, 1–180.
27. Sepúlveda-Contreras J. Caracterización de pacientes con accidente cerebrovascular ingresados en un hospital de baja complejidad en Chile. Univ salud. 2020;23(1):8–12.
28. Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, Adeoye OM, Bambakidis NC, Becker K, et al. 2018 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/ American Stroke Association. Stroke. 2018;46-110.
29. Molina-Seguin J, Vena AB, Colàs-Campàs L, Benalbdelhak I, Purroy F. Revisión sistemática de las características y pronóstico de los sujetos que sufren un ictus criptogénico no lacunar de mecanismo embólico. Neurología. 2018;66:325-30.
30. Rosen MJ. Telerehabilitation. Telemed J E Health. 2004;10(2):115–7.
31. Marotta F, Montes de Oca JA, Addati G. Simulaciones con realidad inmersiva, semi inmersiva y no inmersiva. Universidad del Cema. Buenos Aires, Argentina. 2020.

32. Molero Suárez LG, Panamericana FU, Rosas Jiménez NF, Montenegro Romero JL, Santos Díaz DA, Zamudio Garnica LY, et al. Realidad virtual como plataforma para la rehabilitación de personas con discapacidad. In: Gamificación y Discapacidad Una alternativa socialmente responsable Volumen I. Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero / Alianza de Investigadores Internacionales S.A.S.; 2019. p. 15–31.
33. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: theory and practical applications. 1947; 1:101-113.
34. Enríquez-Núñez MB, Díaz-Rosas CY, Hernández-Montoya ME, Luengo-Ferreira JA, Reyes-Rivas H. Determinación de Actitudes Posturales tras el Abordaje Ortopédico Funcional. Estudio Descriptivo. Int j odontostomatol. 2018; 12(1):121–7.
35. Vázquez FJH. Valoración de las diferentes dimensiones del equilibrio. 1993. Tesis doctorales [Internet]. [cited 2021 Nov 9];0(5). Available from: <https://www.cafyd.com/REVISTA/ojs/index.php/bbddcafyd/article/view/225>
36. Biewener AA, Patek SN, editors. Neuromuscular Control of Movement. Oxford University Press; 2018.
37. Lazcano-Ponce E, Salazar-Martínez E, Gutiérrez-Castrellón P, Angeles-Llerenas A, Hernández-Garduño A, Viramontes JL. Ensayos clínicos aleatorizados: variantes, métodos de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación. Salud Publica Mex. 2004;46(6):559–84.

38. Wilson L, Harendran A, Grant M, Baird T., Schultz U, Muir K, Bone I.
Improving the assessment of outcomes in stroke: Use of a structured
interview to assign grades on the Modified Rankin Scale. 2002.
39. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & Go": A Test of Basic
Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of the American
Geriatrics Society* [Internet]. 1991 [cited 8 April 2019];39(2):142-148.
Disponibile en:
[https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1532-
5415.1991.tb01616.x?sid=nlm%3Apubmed](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x?sid=nlm%3Apubmed)
40. Tinetti ME, Performance-oriented assessment of mobility problems in
elderly patients. *J Am Geriatr Soc.* 1986;34:119-26
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3944402>

ANEXO 1.

Escala Rankin Modificada.

0 - No síntomas ni limitaciones.		
1 - No discapacidad significativa.	Pueden realizar tareas y actividades habituales, sin limitaciones.	¿Tiene el paciente dificultad para leer o escribir, para hablar o encontrar la palabra correcta, tiene problemas con la estabilidad o de coordinación, molestias visuales, adormecimiento (cara, brazos, piernas, manos, pies), pérdida de movilidad (extremidades), dificultad para tragar saliva u otros síntomas después de sufrir el ictus?
2 - Discapacidad leve.	Incapacidad para realizar algunas actividades previas, pero pueden valerse por sí mismos, sin necesidad de ayuda.	<p>¿Ha habido algún cambio en la capacidad del paciente para sus actividades habituales o trabajo o cuidado comparado con su situación previa al ictus?</p> <p>¿Ha habido algún cambio en la capacidad del paciente para participar en actividades sociales o de ocio?</p> <p>¿Tiene el paciente problemas con sus relaciones personales con otros o se ha aislado socialmente?</p>

3 - Discapacidad moderada.	Requieren algo de ayuda, pero pueden caminar solos.	¿Precisa de ayuda para preparar la comida, cuidado del hogar, manejo del dinero, realizar compras o uso de transporte público?
4 - Discapacidad moderada - severa.	Dependientes para actividades básicas de la vida diaria, pero sin necesidad de supervisión continuada (necesidades personales sin ayuda)	¿Necesita ayuda para comer, usar el baño, higiene diaria o caminar?
5 - Discapacidad severa.	Totalmente dependientes. Requieren asistencia continuada.	¿Necesita el paciente cuidados constantes?
6 - Muerte.		

ANEXO 2.

Valores de medición Time up and go.

Menos de 10 segundos.	Movilidad normal.
Entre 11 - 20 segundos.	Límites normales para personas mayores y discapacitados frágiles.
Más de 20 segundos.	La persona necesita ayuda.
Más de 30 segundos.	Posible caída.

ANEXO 3.

Escala de Tinetti, evaluación de parámetros marcha y equilibrio.

EQUILIBRIO		
Equilibrio sentado	a) Se inclina o se desliza de la silla. b) Está estable, seguro.	0 1
Levantarse de la silla	a) Es incapaz sin ayuda. b) Se debe ayudar con los brazos. c) Se levanta sin usar los brazos.	0 1 2
En el intento de levantarse	a) Es incapaz sin ayuda. b) Es capaz pero necesita más de un intento. c) Es capaz al primer intento.	0 1 2
Equilibrio de pie (primeros 5 segundos)	a) Inestable (vacila, mueve los piés, marcada oscilación del tronco). b) Estable gracias al bastón u otro auxilio para sujetarse.	0 1 2

	c) Estable sin soportes o auxilios.	
Equilibrio de pié prolongado	a) Inestable (vacila, mueve los piés, marcada oscilación del tronco) b) Estable pero con base de apoyo amplia (maléolos mediales >10cm) o usa auxilio. c) Estable con base de apoyo estrecha, sin soportes o auxilios.	0 1 2
Romberg sensibilizado (ojos abiertos, piés juntos, empujar levemente con la palma de la mano sobre el esternón del sujeto en 3 oportunidades)	a) Comienza a caer. b) Oscila, pero se endereza solo. c) Estable.	0 1 2
Romberg (ojos cerrados e igual que el anterior)	a) Inestable. b) Estable.	0 1
Girar en 360°	a) Pasos discontinuos / movimiento no homogéneo. b) Pasos contínuos / movimientos homogéneos. c) Inestable (se sujeta, oscila).	0 1 0 1

	d) Estable.	
Sentarse	a) Inseguro (equivoca distancia, cae sobre la silla) b) Usa los brazos o tiene un movimiento discontinuo. c) Seguro, movimiento continuo.	0 1 2
MARCHA		
Inicio de la deambulación (inmediatamente después de la partida)	a) Cierta inseguridad o más de un intento. b) Ninguna inseguridad.	0 1
Longitud y altura del paso	Pié derecho: a) Durante el paso el pié derecho no supera al izquierdo. b) El pié derecho supera al izquierdo. c) El pié derecho no se levanta completamente del suelo. d) El pié derecho se levanta completamente del suelo. Pié izquierdo:	0 1 0 1 0 1 0 1

	<p>a) Durante el paso el pié izquierdo no supera al derecho.</p> <p>b) El pié izquierdo supera al derecho.</p> <p>c) El pié izquierdo no se levanta completamente del suelo.</p> <p>d) El pié izquierdo se levanta completamente del suelo.</p>	
Simetría del paso	<p>a) El paso derecho no parece igual al izquierdo.</p> <p>b) El paso derecho e izquierdo parecen iguales.</p>	<p>0</p> <p>1</p>
Continuidad del paso	<p>a) Interrumpido o discontinuo (detenciones o discordia entre los pasos).</p> <p>b) Continuo.</p>	<p>0</p> <p>1</p>
Trayectoria	<p>a) Marcada desviación.</p> <p>b) Leve o moderada desviación o necesidad de auxilios.</p> <p>c) Ausencia de desviación y de uso de auxilios.</p>	<p>0</p> <p>1</p> <p>2</p>

Tronco	a) Marcada oscilación.	0
	b) Ninguna oscilación, pero flecta rodillas, espalda o abre los brazos durante la marcha.	1 2
	c) Ninguna oscilación ni flexión ni uso de los brazos o auxilios.	
Movimiento en la deambulación	a) Los talones están separados.	0
	b) Los talones casi se tocan durante la marcha.	1

ANEXO 4.

Consentimiento Informado

Este documento proporciona información respecto a una investigación científica en el campo de la salud a la cual se le invitará a participar.

Este estudio se llama “Efectividad de la realidad virtual a través de telerrehabilitación versus rehabilitación presencial en pacientes de entre 20 y 80 años posterior a un ACV en términos de mejora en equilibrio estático y control postural en residentes de la Región de la Araucanía durante los años 2022-2024”, es decir, busca comparar la efectividad de la realidad virtual en dos modalidades de atención.

En diversos estudios realizados respecto a la terapia mencionada se ha demostrado que todas proporcionan muy buenos beneficios en pacientes con ACV en distintas áreas, desde la mejora del equilibrio dinámico y la mejora de la funcionalidad de las EEII hasta aumentar la capacidad de realizar diferentes actividades, sin embargo, en estos estudios los resultados no son concluyentes para evidenciar los beneficios en control postural y equilibrio estático a largo plazo.

De esta manera, usted, que posee diagnóstico de accidente cerebrovascular puede acceder como participante de este estudio para obtener los beneficios que aporta esta

terapia que se encuentra respaldada científicamente, independiente del grupo al que sea asignado.

Si usted se encuentra de acuerdo con lo anteriormente mencionado, al comienzo de la investigación y luego de la distribución a uno de los dos grupos, tendrá una evaluación inicial a través de diferentes instrumentos y escalas. La Escala de Rankin Modificada medirá su funcionalidad tras el accidente cerebrovascular, el Timed Up and Go medirá su movilidad y funcionamiento en base al equilibrio dinámico y estático y la Escala de Tinetti "POMA" para marcha y equilibrio medirá su riesgo de caída previo y durante el estudio.

Uno de los grupos recibirá la terapia en modalidad convencional en presencialidad y el otro grupo, la misma terapia bajo la modalidad de telerehabilitación.

En el caso particular que usted llegara a presentar alguna molestia o efecto adverso se le entregará atención oportuna, y si es atingente, o usted decide no continuar con la terapia, podrá salir del estudio de forma inmediata.

La intervención tendrá una duración de seis meses, en la que se realizarán cuatro evaluaciones, una al inicio del estudio, otra intermedia, otra al final de este para poder cuantificar los cambios de las intervenciones ya mencionadas y posterior a un periodo de seguimiento de tres meses, se realizará una última evaluación.

Las sesiones de tratamiento en modalidad presencial, se realizarán en el Centro de Atención Kinésica de Temuco, ubicado en Avenida Alemania 0468, frente al Paseo Los Suizos, donde se dispondrá del medio y materiales necesarios para una intervención óptima. En el caso de las sesiones de tratamiento en telerehabilitación, cada paciente realizará su terapia de manera remota en su domicilio, con los materiales necesarios para la intervención óptima y acompañados por un terapeuta en videollamada a través de la plataforma de Zoom.

Su participación es totalmente voluntaria y no existirá algún tipo de consecuencia si no quiere acceder, además tiene el derecho de retirarse del estudio en cualquier momento. Importante mención que no recibirá remuneración alguna en el proceso de investigación, solo los beneficios de la terapia aplicada.

Ante cualquier eventualidad o accidente durante la terapia, el equipo de investigación se hará responsable tomando las medidas necesarias y se financiarán los posibles gastos.

Todos sus datos y antecedentes personales, ya sea información de identificación, condición de salud, entre otros, serán resguardados y ningún externo tendrá acceso a dicha información.

Frente a cualquier duda sobre este documento o la investigación, puede ser aclarada por los autores de este estudio: Ignacio Alarcón B, Jazmín Bravo R, Catalina

Henríquez G, estudiantes de la carrera de Kinesiología de la Universidad de la Frontera.

Asímismo, yo,
R.U.N....., declaro haber comprendido la información
recibida y aceptar voluntariamente mi participación en este estudio.

Firma participante.

Firma investigador.