



UNIVERSIDAD DE LA
FRONTERA
FACULTAD DE MEDICINA
CARRERA KINESIOLOGÍA

Efectividad de un programa de exergaming utilizando la Nintendo Wii Balance Board sumado a un protocolo de base versus el protocolo de base por sí solo en la reducción del riesgo de caídas en adultos mayores que presenten riesgo de caídas pertenecientes al Centro Diurno de adultos mayores, del sector Pedro de Valdivia, en la ciudad de Temuco durante el año 2017.

Autores: Carolina Gajardo

Daniel Jorquera

Ignacio Roa

Temuco, Diciembre 2016



UNIVERSIDAD DE LA
FRONTERA
FACULTAD DE MEDICINA
CARRERA KINESIOLOGÍA

Efectividad de un programa de exergaming utilizando la Nintendo Wii Balance Board sumado a un protocolo de base versus el protocolo de base por sí solo en la reducción del riesgo de caídas en adultos mayores que presenten riesgo de caídas pertenecientes al Centro Diurno de adultos mayores, del sector Pedro de Valdivia, en la ciudad de Temuco durante el año 2017.

Autores: Carolina Gajardo

Daniel Jorquera

Ignacio Roa

Profesor Guía: Resi Gittermann Cid

Temuco, Diciembre 2016

1. RESUMEN

Objetivo: Determinar la efectividad de un protocolo de exergaming utilizando el videojuego Wii Fit U en adultos mayores diagnosticados con riesgo de caída pertenecientes al Centro Diurno de adultos mayores del sector Pedro de Valdivia en la ciudad de Temuco para disminuir el riesgo de caídas en esta población.

Diseño: Ensayo clínico aleatorizado, simple ciego.

Material y método: El estudio se realizará en 56 adultos mayores de ambos sexos clasificados con “riesgo de caída” en el Examen de Medicina Preventiva del Adulto Mayor (EMPAM), que cumplan con los criterios de selección y firmen el consentimiento informado. Se reclutará la muestra entre los participantes del proyecto Centro del Adulto Mayor, sector Pedro de Valdivia. Con los participantes ya seleccionados, se realizará la asignación aleatoria de cada participante a un grupo experimental que usará el protocolo de exergaming más el protocolo base o al grupo control que usará el protocolo basal. Se realizará una evaluación inicial, a las 6 y 12 semanas de intervención a través del Test Time Up and Go y Estación Unipodal.

Conclusión: El estudio proporcionará evidencia de la efectividad del exergaming en la mejora del equilibrio y disminución del riesgo de caídas en adultos mayores.

Palabras claves: Equilibrio, adulto mayor, riesgo de caídas, Wii Fit U, Wii Balance Board.

2. ABSTRACT

Objective: Determine the effectiveness of a protocol of exergaming using the Wii Fit U videogame in older adults diagnosed with falling risk belonging to the Day Center of seniors from Pedro de Valdivia sector in the city of Temuco to reduce the risk of falls in this population.

Study Design: Randomized control trial, single blind.

Materials and methods: The study will be realized in 56 older adults of both sex classified with “risk of falling” in the Examen de Medicina Preventiva del Adulto Mayor (EMPAM), who meet the selection criteria and signed the the informed consent. The sample will be taken from the assistants of the proyect Older Adult Center, sector Pedro de Valdivia. With the participants already selected, randomization of each participant will be made to an experimental group. The initial evaluation will be realiced, in the 6 and 12 week of intervention with the Time Up and go test and unipodal stance test.

Conclusion: The Study provides evidence for the efectivity of exergaming in improving balance and reducing the risk of falling in older adults.

Key words: Balance, older adults, risk of falling, Wii Fit U, Wii Balance Board.

3. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestra profesora guía la Klga. Resi Gittermann, por su paciencia y disposición para responder nuestras inquietudes, corregirnos cuando fue necesario y buscarnos posibles agrupaciones con las cuales realizar nuestro estudio.

Queremos agradecer también a la Klga. Carolina Garcés por sus propuestas y ayuda.

A la Klga. Pia Martino por su disposición a responder nuestras dudas y proporcionarnos material.

Y finalmente al Klgo. Matías Barrera por su interés y cooperación en el desarrollo de nuestro protocolo de intervención.

Quiero agradecer a mis padres y hermanos por su apoyo y paciencia, por ser esa manta cálida en la cual refugiarme, por no perder la fé en mí.

A mis abuelos Hermida y Remigio cuyas oraciones por mí nunca faltaron ni faltarán mientras vivan.

A mi abuela Mila por ponerse la camiseta por nuestro proyecto y probar nuestro protocolo de exergaming.

A mis amigos y familia por su apoyo durante todo el proceso. A la gente que apartó de su tiempo para ayudarnos.

A mis compañeros de tesis, porque todos somos diferentes y usamos eso a nuestro favor para trabajar en equipo.

A Dios por sobre todo ya que sin Él no habría llegado hasta este momento, por siempre superar mis expectativas.

Carolina Gajardo

Agradezco a mis amigos por su apoyo principalmente a mis compañeros de tesis por soportarme en este trayecto que estuvimos juntos.

A los profesores que nos brindaron su ayuda.

Y a mi familia por acompañarme en este proceso.

Gracias totales.

Daniel Jorquera

Gracias a cada uno de los profesores por su ayuda, a mis compañeros con quienes trabajamos arduamente para llevar esto a cabo y a mi familia por su apoyo incondicional.

Ignacio Roa

4. ÍNDICE

| | | |
|---------|--|----|
| 1. | RESUMEN..... | 1 |
| 2. | ABSTRACT | 2 |
| 3. | AGRADECIMIENTOS..... | 3 |
| 4. | ÍNDICE | 4 |
| 5. | ÍNDICE DE SIGLAS..... | 7 |
| 6. | LISTA DE FIGURAS | 8 |
| 7. | LISTA DE TABLAS | 10 |
| 8. | INTRODUCCIÓN | 11 |
| 9. | TEMA O PREGUNTA A INVESTIGAR | 13 |
| 10. | OBJETIVOS | 14 |
| 11. | HIPÓTESIS | 16 |
| 12. | MARCO TEÓRICO | 17 |
| 12.1. | COORDINACIÓN, EQUILIBRIO Y ESTABILIDAD | 17 |
| 12.1.1. | CONCEPTO DE EQUILIBRIO | 17 |
| 12.1.2. | CONCEPTO DE ESTABILIDAD..... | 17 |
| 12.1.3. | CONCEPTO DE COORDINACIÓN..... | 18 |
| 12.2. | EQUILIBRIO EN UN SISTEMA NORMAL..... | 19 |
| 12.3. | CONTRIBUCIONES DE LOS SISTEMAS SENSORIALES..... | 21 |
| 12.3.1. | SISTEMA SOMATOSENSORIAL | 22 |
| 12.3.2. | SISTEMAS VISUAL Y VESTIBULAR..... | 24 |
| 12.4. | CAUSAS DE LAS ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO | 26 |
| 12.5. | LA POBLACIÓN ADULTA MAYOR EN CHILE..... | 29 |
| 12.6. | ADAPTACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS A ACTIVIDADES Y ENTORNOS CAMBIANTES | 30 |
| 12.7. | CAPACIDADES POSTURALES ANTICIPATORIAS | 31 |
| 12.8. | LAS ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO EN EL ADULTO MAYOR | 32 |
| 12.8.1. | ALTERACIONES RECEPTORIALES..... | 33 |
| 12.8.2. | ALTERACIONES EN EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN SENSORIAL | 36 |
| 12.8.3. | SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO | 36 |
| 12.8.4. | INESTABILIDAD Y SISTEMA COGNITIVO..... | 38 |
| 12.8.5. | DROGAS E INESTABILIDAD..... | 38 |
| 12.9. | EJERCICIO FÍSICO EN EL ADULTO MAYOR..... | 39 |

| | |
|--|----|
| 12.9.1. BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA | 39 |
| 12.9.2. EJERCICIOS DE EQUILIBRIO | 40 |
| 12.10. VIDEOGAMES..... | 41 |
| 12.10.1. NINTENDO WII U | 42 |
| 12.10.2. WII BALANCE BOARD..... | 43 |
| 12.10.3. EXERGAMING..... | 47 |
| 12.11. TIME UP AND GO | 50 |
| 12.12. TEST ESTACIÓN UNIPODAL | 51 |
| 13. REVISIÓN DE LA LITERATURA..... | 52 |
| 13.1. PREGUNTA DE BÚSQUEDA | 52 |
| 13.2. REVISIÓN DE LA LITERATURA..... | 53 |
| 13.3. RECURSOS DE BÚSQUEDA | 53 |
| 13.4. PROTOCOLO Y RESULTADOS DE BÚSQUEDA..... | 54 |
| 13.5. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA LITERATURA..... | 56 |
| Artículo 1: | 56 |
| Artículo 2 | 60 |
| Artículo 3 | 64 |
| 14. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO..... | 69 |
| 14.1. FACTIBLE | 69 |
| 14.2. INTERESANTE | 70 |
| 14.3. NOVEDOSO | 71 |
| 14.4. ÉTICO | 72 |
| 14.5. RELEVANTE | 72 |
| 15. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN..... | 73 |
| 15.1. DISEÑO DEL ESTUDIO | 73 |
| 15.2. ENSAYO CONTROLADO ALEATORIZADO (ECA)..... | 74 |
| 15.3 CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO CONTROLADO ALEATORIZADO..... | 75 |
| 15.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS | 79 |
| 16. SUJETOS O MUESTRA DE ESTUDIO..... | 80 |
| 16.1. POBLACIÓN DIANA | 80 |
| 16.2. POBLACIÓN ACCESIBLE | 80 |
| 16.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO | 80 |
| 16.4. GRUPO CONTROL..... | 81 |
| 16.5. GRUPO EXPERIMENTAL | 81 |
| 16.6. MUESTRA..... | 82 |
| 16.6.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN | 82 |

| | |
|---|-----|
| 16.6.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN..... | 82 |
| 16.6.3. TAMAÑO MUESTRAL..... | 83 |
| 16.6.4. ASIGNACIÓN ALEATORIA..... | 84 |
| 16.6.5. ENMASCARAMIENTO..... | 84 |
| 16.6.6. FLUJOGRAMA..... | 85 |
| 17. VARIABLES..... | 86 |
| 17.1. VARIABLES DEPENDIENTES O DE RESULTADO..... | 86 |
| 17.2. VARIABLES INDEPENDIENTES O DE EXPOSICIÓN..... | 87 |
| 17.3. VARIABLES DE CONTROL..... | 88 |
| 18. INTERVENCIONES..... | 90 |
| 18.1. PROTOCOLO DE BASE..... | 90 |
| 18.1.1 ESTRUCTURA DE LA SESIÓN..... | 91 |
| 18.2. PROGRAMA DE EXERGAME..... | 101 |
| 18.2.1 ESTRUCTURA DE LA SESIÓN..... | 102 |
| 19. PROPUESTA DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 112 |
| 19.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO..... | 112 |
| 19.2. ANÁLISIS INFERENCIAL..... | 112 |
| 20. ASPECTOS O CONSIDERACIONES ÉTICAS..... | 113 |
| 20.1. AUTONOMÍA..... | 113 |
| 20.2. NO MALEFICENCIA..... | 113 |
| 20.3. BENEFICENCIA..... | 114 |
| 20.4. JUSTICIA..... | 114 |
| 21. ADMINISTRACIÓN Y PRESUPUESTO DEL ESTUDIO..... | 115 |
| 21.1. ADMINISTRACIÓN..... | 115 |
| 21.2. EQUIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 115 |
| 21.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO..... | 115 |
| 21.3 MATERIALES E IMPLEMENTACIÓN..... | 118 |
| 22. CARTA GANTT..... | 121 |
| 23. ANEXOS..... | 122 |
| Anexo 1: Propuesta de consentimiento informado..... | 122 |
| Anexo 2: Carta solicitud Centro Diurno Adulto Mayor de Pedro de Valdivia..... | 126 |
| Anexo 3: Estación Unipodal..... | 127 |
| Anexo 4: Time Up and Go..... | 128 |
| Anexo 5: Escala de percepción de esfuerzo de Berg..... | 129 |
| 24. BIBLIOGRAFÍA..... | 130 |

5. ÍNDICE DE SIGLAS

8ft UG: 8-foot Up.

AM: Adulto Mayor.

ABC: Activities-specific Balance Confidence scale.

BDA: Base de Apoyo.

BDNF: Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro.

Ca: Calcio.

CASEN: Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional.

CDG: Centro de Gravedad.

ECA: Ensayo Clínico Aleatorizado.

EEB: Escala de equilibrio de Berg.

GDS: Geriatric Depression Scale.

NGL: Núcleo Genuculado Lateral.

RVO: Reflejo Vestíbulo Oculomotor.

SENAMA: Servicio Nacional del Adulto Mayor.

SNC: Sistema Nervioso Central.

TUG: Time Up and Go.

WBB: Wii Balance Board.

6. LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relación entre los límites de estabilidad, límites posturales y alineamiento del centro de gravedad.

Figura 2: Triada sensorial del control postural.

Figura 3: Postura del adulto mayor, plano sagital.

Figura 4: Gamepad y sus componentes, consola Nintendo WiiU, vista frontal.

Figura 5: Gamepad y sus componentes, consola Nintendo WiiU, vista posterior.

Figura 6: Wii Balance Board, vista anterior.

Figura 7: Wii Balance Board, vista posterior.

Figura 8: Orientación de la Wii Balance Board en el espacio.

Figura 9: Wii Balance Board, operaciones básicas.

Figura 10: Cálculo de tamaño muestral.

Figura 11: Ejercicio N°1.

Figura 12: Ejercicio N°2.

Figura 13: Ejercicio N°3.

Figura 14: Ejercicio N°4.

Figura 15: Ejercicio N°5.

Figura 16: Ejercicio N°6.

Figura 17: Ejercicio N°7.

Figura 18: Ejercicio N°8.

Figura 19: Ejercicio N°9.

Figura 20: Ejercicio N°10.

Figura 21: Ejercicio N°11.

Figura 22: Ejercicio N°12.

Figura 23: Ejercicio N°13.

Figura 24: Ejercicio N°14.

Figura 25: Ejercicio N°15.

Figura 26: Soccer Heading en pantalla y en la realidad. Figura 27: Balance Buble en pantalla y en la realidad. Figura 28: Table Tilt en pantalla y en la realidad.

Figura 29: Perfect 10 en pantalla y en la realidad.

Figura 30: Trampoline Target en pantalla y en la realidad. Figura 31: Desert Course en pantalla y en la realidad.

7. LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Materiales e implementación.

Tabla 2: Gastos de implementación.

Tabla 3: Recursos humanos.

Tabla 4: Presupuesto total.

8. INTRODUCCIÓN

Chile vive un proceso de envejecimiento poblacional del tipo avanzado ocupando el segundo lugar en Sudamérica ⁽¹⁾ ⁽²⁾, posee un índice de envejecimiento que ha ido en aumento a lo largo de los años siendo al año 2013 de 80 puntos, lo que significa que existen 80 adultos mayores por cada 100 niños menores de 15 años.⁽³⁾ Esto puede deberse a diversos factores tales como: el aumento de la esperanza de vida, al descenso de la tasa de mortalidad y al descenso de la tasa de natalidad.

Del total de la población nacional al 2015 un 16,7% son adultos mayores, lo que corresponde a 2.885.157 personas. De las 15 regiones de Chile, la región de la Araucanía se ubica como la quinta con mayor número de adultos mayores y como la tercera región con mayor población de adulto mayor en situación de dependencia en cualquiera de sus niveles. ⁽³⁾

La dependencia del adulto mayor en sus diferentes niveles alcanza en Chile un 19% ⁽³⁾, esta resulta de la interacción de varios factores como: deterioros producidos por el proceso de envejecimiento que afectan la salud, hábitos de alimentación, actividad física, enfermedades incapacitantes, etc. Y dentro de los deterioros propios de la edad se encuentra la pérdida del equilibrio, lo que predispone a esta población a un mayor riesgo de caídas y por lo tanto a sufrir consecuencias tanto físicas, económicas, psicológicas y sociales, mermando su calidad de vida y la de su familia.

Postergar o prevenir la situación de dependencia en el adulto mayor a través de varias aristas, incluido el equilibrio tanto dinámico como estático, es uno de los objetivos del Examen de Medicina Preventiva del Adulto Mayor en Chile, mediante la identificación de factores de riesgo y actuando sobre ellos a través de planes de atención. ⁽⁴⁾

Debido a lo anterior, nuestra propuesta está orientada a trabajar el equilibrio dinámico en adultos mayores de una forma más agradable y lúdica con estímulos visuales, auditivos y propioceptivos variados para estimular la participación de los pacientes y mejorar la adherencia al programa de ejercicios, lo cual se realizará a través del videojuego Wii Fit U en la consola Nintendo Wii U, lo cual hace diferencia con los programas monótonos basados simplemente en la repetición de movimientos utilizando pesos o resistencias, que muchas personas abandonan a la mitad del tratamiento.

9. TEMA O PREGUNTA A INVESTIGAR

¿Es efectivo un programa de exergaming utilizando la Nintendo Wii Balance Board sumado a un protocolo de base versus el protocolo de base por sí solo en la reducción del riesgo de caídas en adultos mayores que presenten riesgo de caídas pertenecientes al Centro Diurno de adultos mayores, del sector Pedro de Valdivia, en la ciudad de Temuco durante el año 2017?

10. OBJETIVOS

Objetivo General:

Comparar la efectividad de un programa de exergaming realizado con el videojuego Wii Fit U más un protocolo de ejercicios de base versus el protocolo de base por sí solo, en adultos mayores diagnosticados con riesgo de caída pertenecientes al Centro Diurno del Adulto Mayor del sector Pedro de Valdivia, para la reducción del riesgo de caídas.

Objetivos Específicos:

-Identificar los resultados obtenidos por la terapia de base en el grupo de control, al inicio, 6° y 12° semana en términos de aumento del puntaje obtenido en el test Estación Unipodal.

-Identificar los resultados obtenidos por la terapia de base en el grupo de control, al inicio, 6° y 12° semana en términos de disminución del puntaje obtenido en el test Time Up and Go.

-Identificar los resultados obtenidos por la terapia de base en el grupo de control, al inicio, 6° y 12° semana en términos de reducción del Riesgo de Caídas.

-Identificar los resultados obtenidos por la terapia de base combinada con un programa de ejercicios realizados con el videojuego Wii Fit U en el grupo de intervención, al inicio, 6° y 12° semana en términos de aumento del puntaje obtenido en la el Estación Unipodal.

-Identificar los resultados obtenidos por la terapia de base combinada con un programa de ejercicios realizados con el videojuego Wii Fit U en el grupo de intervención, al inicio, 6° y 12° semana en términos de aumento del puntaje obtenido en el test Time Up and Go.

-Identificar los resultados obtenidos por la terapia de base combinada con un programa de ejercicios realizados con el videojuego Wii Fit U en el grupo de intervención, al inicio, 6° y 12° semana en términos de reducción del riesgo de caídas.

-Comparar los resultados obtenidos en ambos grupos en el test Estación Unipodal, Time Up and Go y el Riesgo de Caídas al inicio, 6° y 12° semana.

11. HIPÓTESIS

Hipótesis Nula (H0):

El protocolo de ejercicios realizados con el videojuego Wii Fit U sumado a la terapia de base posee igual o menor efectividad que la terapia de base por sí sola en la reducción del riesgo de caídas en adultos mayores que presentan riesgo de caída.

Hipótesis alternativa (H1):

El protocolo de ejercicios realizados con el videojuego Wii Fit U sumado a la terapia de base es más efectiva que la terapia de base por sí sola en la reducción del riesgo de caídas en adultos mayores que presentan riesgo de caída.

12. MARCO TEÓRICO

12.1. COORDINACIÓN, EQUILIBRIO Y ESTABILIDAD

12.1.1. CONCEPTO DE EQUILIBRIO

En el ámbito del movimiento humano, equilibrio se define desde el punto de vista de la biomecánica como la dinámica de la postura corporal para prevenir las caídas, relacionado con las fuerzas que actúan sobre el cuerpo y las características inerciales de los segmentos corporales. ⁽⁵⁾ El balanceo ortostático es el desplazamiento normal y continuo del centro de gravedad del cuerpo (CDG) sobre la base de apoyo (BDA). Cuando una persona es capaz de balancearse sin rebasar los límites de estabilidad, se mantiene el equilibrio. Cuando el balanceo supera estos límites, se necesita una estrategia correctiva para prevenir las caídas. ⁽⁶⁾

12.1.2. CONCEPTO DE ESTABILIDAD

Es la capacidad del cuerpo de mantener el equilibrio, es decir, evitar ser desequilibrado o mantener el centro de gravedad sobre la base de apoyo. Es un concepto relativo, que se puede modificar en un rango desde “inestable” hasta “estable”. Por ejemplo, una gimnasta mantiene una posición de mucha inestabilidad cuando se apoya sobre la punta de un solo pie y es muy estable cuando permanece recostada sobre el suelo. ⁽⁵⁾ Requiere capacidad para mantener una posición, asegurarla durante las actividades voluntarias, y reaccionar ante las desestabilizaciones externas. La capacidad para mantener el equilibrio consiste en una coordinación eficaz y eficiente

de los múltiples sistemas sensoriales, biomecánicos y motores. La disfunción vestibular, las deficiencias visuales y la propiocepción disminuida pueden afectar el equilibrio y la estabilidad. ⁽⁶⁾

12.1.3. CONCEPTO DE COORDINACIÓN

Es la capacidad para realizar movimientos precisos, controlados y armónicos. Los movimientos coordinados comprenden una secuencia y sincronización correctas de la actividad de los músculos sinergistas y antagonistas, requieren estabilidad proximal y mantención de una postura. Es necesaria para la ejecución de tareas motoras finas como escribir, comer y la manipulación de objetos pequeños, también lo es para realizar destrezas motoras gruesas como caminar, correr y saltar. La coordinación es, por lo tanto, fundamental para realizar las actividades básicas e instrumentales de la vida diaria. ⁽⁶⁾

12.2. EQUILIBRIO EN UN SISTEMA NORMAL

La identificación de las causas y la prescripción del tratamiento para las alteraciones del equilibrio, requieren un conocimiento de los sistemas implicados en el control del equilibrio y sus interacciones normales, estos sistemas aportan impulsos aferentes al sistema nervioso central. La información se procesa, y se elige y ejecuta una estrategia motora apropiada. El modelo de sistemas del control motor define la estabilidad ortostática como la capacidad para mantener el CDG dentro de los límites de estabilidad, es decir, en el espacio. Estos límites son el área espacial en que la persona mantiene el equilibrio sin cambiar la BDA. Se produce cierto grado de balanceo lateral y anteroposterior mientras se mantiene el equilibrio, este balanceo define los límites de la estabilidad en las direcciones anterior, posterior y lateral. El balanceo anteroposterior normal de los adultos comprende 12 grados desde la posición más posterior a más anterior. Los límites de la estabilidad lateral varían según el espacio entre los pies y la altura, un adulto de altura media con los pies separados 10 cm puede desplegar un balanceo de unos 16 grados de uno a otro lado. Este límite de la estabilidad suele caracterizarse por un cono de estabilidad. Mientras el balanceo se mantenga dentro de los límites de la estabilidad, el equilibrio se mantiene. Cuando el CDG se alinea en medio del balanceo, es posible que haya 12 grados de balanceo anteroposterior y 16 grados de balanceo lateral, si éste supera estos límites, hay que emplear alguna estrategia para recuperar el equilibrio. Cuando el CDG de una persona se alinea más en sentido anterior, posterior o lateral que central, el balanceo tolerado será menor antes de perder el equilibrio. ⁽⁶⁾

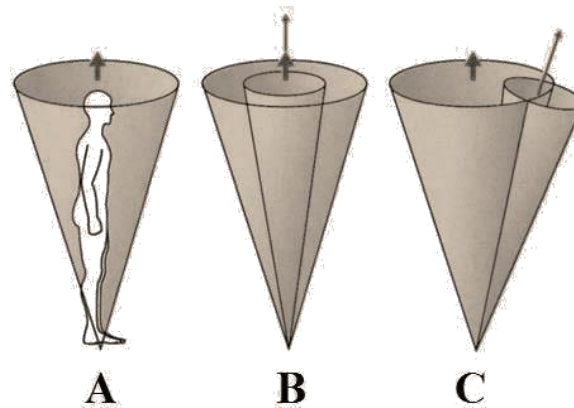


Figura 1: Relación entre los límites de estabilidad, límites posturales y alineamiento del centro de gravedad.

- (A) Los límites de la estabilidad se describen mediante el balanceo de un cono.
- (B) Cuando el CDG se alinea en el centro, el límite de balanceo se mantiene dentro de los límites de estabilidad. (C) Cuando se compensa el CDG, como al adoptar una postura inclinada hacia delante, los límites de balanceo superan los de la estabilidad, y se inicia una estrategia de restablecimiento del equilibrio.

12.3. CONTRIBUCIONES DE LOS SISTEMAS SENSORIALES

Tres sistemas sensoriales contribuyen al mantenimiento de la postura erguida: visual, vestibular y somatosensorial. Se considera que constituyen la tríada sensorial del control postural. El modelo de sistemas sugiere la existencia de interacciones entre el individuo, el medio ambiente y la tarea funcional, habiendo una red de subsistemas que interactúan para mantener la estabilidad y producir movimiento. Cualquiera de estos sistemas puede dominar, y todos ellos dependen del contexto. Ningún sentido determina directamente la posición del CDG del cuerpo, se debe integrar la retroalimentación combinada de cada sistema. Los sistemas visual y somatosensorial reúnen información del medio ambiente, por ejemplo, la posición respecto a otros objetos, y el sistema vestibular aporta una referencia interna que suministra información sobre la orientación de la cabeza en el espacio. ⁽⁶⁾

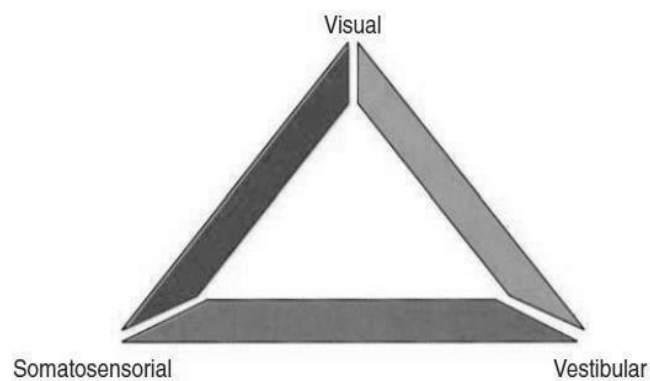


Figura 2: Tríada sensorial del control postural.

12.3.1. SISTEMA SOMATOSENSORIAL

El sistema somatosensorial contribuye al equilibrio aportando información sobre la localización relativa de las partes del cuerpo. El término propiocepción refleja la posición estática, y la cinestesia comprende las posiciones durante el movimiento, por ejemplo, cuando una persona pisa una alfombra que resbala bajo su pie, la aceleración de la extremidad que resbala aporta la primera información al sistema. La información del sistema somatosensorial procede de fuentes periféricas como músculos, cápsulas articulares y otras estructuras de tejidos blandos. En la cápsula articular se encuentran las terminaciones nerviosas libres, los corpúsculos de Ruffini, y los corpúsculos de Pacini. Los corpúsculos de Ruffini son las terminaciones encapsuladas que responden al movimiento pasivo y activo, se adaptan lentamente, son específicos del ángulo articular y se activan continuamente mientras la articulación se mantenga en un ángulo específico. Los corpúsculos de Pacini describen el movimiento articular, pero aportan poca información sobre la posición articular final, son estructuras que se adaptan con rapidez con un umbral bajo al estrés mecánico, estos receptores se activan sobre todo mediante la aceleración y la desaceleración. Los corpúsculos de Mazzoni son receptores de adaptación lenta, sensibles a la compresión de la cápsula articular en un plano perpendicular a su superficie. Los órganos tendinosos de Golgi son también receptores de adaptación lenta, sensibles a la tensión o estiramiento de los tendones. Las terminaciones nerviosas libres son el sistema nociceptivo articular, y se activan mediante deformación mecánica o irritación química. ⁽⁷⁾

La información de estos receptores se transmite al tronco cerebral a través de la vía del cordón dorsal del lemnisco medial, esta información ayuda a coordinar los movimientos oculares, de la cabeza y el cuello para estabilizar el sistema visual y mantener posturas y patrones coordinados de movimiento. ⁽⁶⁾ La información aferente articular no contribuye a un sentido consciente de la posición. Esta conclusión se basa en estudios en los que la anestesia local de los tejidos articulares no consiguió reducir la conciencia de la posición articular y la sustitución total de la articulación no redujo el sentido de la posición articular. ⁽⁸⁾

Al sistema gamma tal vez esté mejor adaptado que el sistema alfa al aportar información compleja necesaria para la regulación del movimiento. El sistema gamma regula el tono de los músculos que sostienen la articulación. Al mantener el tono muscular y la postura adecuada se pueden introducir ajustes en la ejecución del movimiento. ⁽⁸⁾ Los receptores articulares contribuyen a la regulación del tono muscular de la postura. El estiramiento de los ligamentos de la rodilla (que estimula los receptores articulares) aumenta la frecuencia de activación de las aferencias primarias de los husos musculares. Al sistema motor gamma le ayuda el sistema aferente articular y aporta sentido de la posición y ajustes en el tono muscular. La información aferente articular ayuda a las fibras aferentes de los husos musculares en alteraciones posturales inesperadas. Las fibras de los husos musculares parecen mejor preparadas para aportar sensaciones sobre la posición articular, y el papel de las aferencias articulares tal vez consista más en la regulación del tono muscular actuando como anclaje mecánico o detector de los límites del movimiento. El tono de los músculos intrínsecos siempre está presente y puede ser la primera línea de acción ante las alteraciones. ⁽⁶⁾

El sistema somatosensorial es importante en la regulación de la postura. La información se detecta a nivel periférico y se transmite para su procesamiento en el sistema nervioso central (SNC). Los receptores periféricos también son una importante fuente de esta información. ⁽⁶⁾

12.3.2. SISTEMAS VISUAL Y VESTIBULAR

Los sistemas visual y vestibular aportan información sobre la posición del cuerpo y el movimiento de éste en el espacio. El sistema visual aporta información sobre la posición de la cabeza respecto al entorno y la orienta para mantener la mirada nivelada, aporta también información sobre la dirección y velocidad los objetos circundantes. ⁽⁸⁾ La información que entra en el sistema visual viaja por el nervio óptico al núcleo geniculado lateral (NGL) del tálamo y al tubérculo cuadrigémino superior, y a través de unas pocas fibras a los núcleos olivares inferiores. El NGL recibe la proyección más grande y es el primer centro donde se representa la información de la retina. De aquí, las neuronas se proyectan a la corteza visual primaria del lóbulo occipital, en el área 17 de Brodmann. ⁽⁶⁾

El sistema vestibular aporta información sobre la orientación de la cabeza en el espacio y durante la aceleración. Los receptores en los canales semicirculares detectan la aceleración angular de la cabeza, mientras que los receptores en los otolitos (utrículo y sáculo) detectan la aceleración lineal y la posición de la cabeza con respecto a la gravedad. ⁽⁸⁾ El nervio vestibular se proyecta en los núcleos vestibulares y en el cerebelo, los núcleos vestibulares también reciben los impulsos aferentes de otros sistemas sensoriales, incluido el sistema visual. De los núcleos vestibulares, dos tractos vestibuloespinales descienden por la médula espinal para el control ortostático. Entre las

proyecciones ascendentes encontramos fibras para el control de los movimientos oculares, y fibras que van al tálamo. Del tálamo salen proyecciones que ascienden a la cabeza del núcleo caudado y al área de asociación parietal, donde la información se integra con otra información sensorial. ⁽⁶⁾

12.4. CAUSAS DE LAS ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO

Las lesiones o enfermedades en cualquiera de las estructuras, por ejemplo: ojos, oído interno, receptores periféricos, médula espinal, cerebelo, ganglios basales, cerebro, implicadas en los tres estadios del procesamiento de información, esto son: la aferencia sensorial, el procesamiento de información sensorial y el control eferente motor, pueden deteriorar el equilibrio. Las lesiones o patologías de cadera, rodilla, tobillo o espalda se han asociado con aumentos del balanceo ortostático y pérdida de equilibrio. ⁽⁸⁾

Las lesiones producidas por tumores, accidentes cerebrovasculares y otras lesiones suelen producir pérdidas del campo visual, lo cual cambia la orientación espacial de la persona y altera las respuestas del equilibrio. La pérdida de visión por cualquier razón, como el envejecimiento, puede deteriorar el equilibrio, esta degeneración de la visión a menudo se compensan con las aferencias de otros sistemas sensoriales. ⁽⁶⁾

Las lesiones del sistema vestibular también pueden causar profundas limitaciones. Las infecciones víricas del nervio vestibular, el proceso de envejecimiento o las lesiones en la cabeza pueden dañar este sistema, estas personas experimentan vértigo, o sensación de caer o dar vueltas aunque estén estables. Otras lesiones del cerebelo, de los ganglios basales o un área motora suplementaria pueden empeorar el procesamiento de información aferente. La enfermedad de Parkinson, la enfermedad de Huntington y los tumores cerebelosos afectan al equilibrio y al movimiento. ⁽⁸⁾

La edad es la primera consideración cuando se producen deficiencias del equilibrio, parece afectar a todos los aspectos de la tríada de la estabilidad postural y los tres estadios del proceso, es decir, los impulsos aferentes de la periferia, el procesamiento de la información y la generación de impulsos

eferentes motores. Las caídas de los adultos mayores son una preocupación porque la lesión y discapacidad resultantes son significativas, cada año sufre una caída aproximadamente el 30% de las personas mayores de 65 años, y la mitad de ellos se cae múltiples veces, las caídas de los ancianos se han atribuido al aumento del balanceo ortostático y al desequilibrio, así como a la menor capacidad para mantener el equilibrio sobre una pierna. Las personas ancianas han demostrado áreas de balanceo más grandes que los adultos jóvenes en bipedestación erguida y en bipedestación inclinados hacia delante. Las caídas son la causa principal de defunción entre las personas de más de 75 años de edad. La mortalidad asociada con fracturas de cadera es mayor en las mujeres y se ha registrado entre un 8% a 18% durante los primeros dos años después de la fractura. Se ha registrado una reducción de la velocidad máxima de deambulación y una reducción de la autopercepción del equilibrio de los pacientes con fracturas de cadera. ⁽⁶⁾

La fase aferente sensorial puede resultar afectada por pérdidas en la propiocepción de los ancianos. Se ha encontrado un declive en la propiocepción articular como parte del envejecimiento normal, esta reducción junto con la pérdida de visión y las deficiencias de la función vestibular, predispone a los ancianos a alteraciones del equilibrio y sufrir caídas. Aunque los declives del aferente sensorial se relacionan con el envejecimiento, el principal problema parece producirse durante el estadio de procesamiento de la información. El procesamiento de la información puede mejorar mediante el uso aferente de alto contraste, donde la discriminación entre la señal y el ruido es clara. El entorno ruidoso con mucho estímulo visual procedente de ventanas y espejos puede suponer un reto para el procesamiento de la información. ⁽⁶⁾

Después de que se procesa la información y se selecciona una respuesta, la alteración del equilibrio puede ser producto de la debilidad, la reducción de la movilidad, el dolor o las posturas deficientes. La estrategia de equilibrio elegida no tendrá éxito si el paciente carece de fuerza muscular o movilidad para ejecutar la estabilización. De forma parecida, si el movimiento se inhibe con el dolor, las posibilidades de sufrir caídas aumenta. Si el paciente muestra una deficiencia significativa de las posturas como la cifosis torácica, los balanceos decrecen y las posibilidades de superar la estabilidad aumentan. ⁽⁶⁾

12.5. LA POBLACIÓN ADULTA MAYOR EN CHILE

Para hablar de la situación de los adultos mayores en Chile, se utilizará la clasificación utilizada según SENAMA (Servicio Nacional del Adulto Mayor), adulto mayor es toda persona, hombre o mujer de 60 años o más. ⁽⁹⁾

La población de adultos mayores ha venido aumentando significativamente en número y proporción en los últimos años, debido a los cambios sociodemográficos tales como el aumento de la expectativa de vida y la reducción de la natalidad. Con aproximadamente 18 millones de habitantes, Chile se encuentra entre los países donde más rápidamente envejece su población. El índice de vejez, nos demuestra que en el año 2000 la relación de adultos mayores por cada 100 menores de 15 años fue de un 25%; la correspondencia en el 2010 llegó al 35%, de mantenerse las tendencias observadas, para el 2020 la proporción de personas mayores frente a menores de 15 años será de casi la mitad. ⁽¹⁰⁾

Estudios recientes estiman que para el año 2050 las personas mayores de 60 años, que hoy representan el 15,7% de la población, alcanzarán un 32,9%; la edad media del país sobrepasará el promedio mundial, 46,9 años para hombres y 36,1 años para mujeres, y para el quinquenio 2045-2050 las expectativas de vida de los chilenos serán más de 10 puntos superiores al promedio mundial, posicionándose entre las más altas del planeta, 87,8 años. La actual composición de nuestra población puede interpretarse como un logro, pues refleja mejores condiciones de vida y un impacto positivo de las políticas sociales; no obstante, también anticipa nuevos desafíos. ⁽¹¹⁾

El crecimiento de la población de 60 años y más y su particular perfil de morbilidad y discapacidad, requerirá reorientar las estrategias del sistema de atención de salud no sólo hacia tecnologías médicas más especializadas o hacia un modelo de atención más integral y multidisciplinario, desde un enfoque geriátrico y gerontológico, sino que también a mantener y recuperar

la funcionalidad fisiológica, la autonomía y la integración social de las personas mayores de 60 años mediante la operacionalización de los determinantes sociales de la salud, la prevención y la rehabilitación. ⁽¹²⁾

12.6. ADAPTACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS A ACTIVIDADES Y ENTORNOS CAMBIANTES

Muchos laboratorios, incluyendo los de Horak y Woollacott, han descubierto que muchos adultos mayores suelen utilizar una estrategia que comprendía movimientos de la cadera en vez de movimientos del tobillo con mucha más frecuencia que los adultos jóvenes. Usualmente, los movimientos de la cadera son empleados por adultos jóvenes cuando se balancean sobre una pequeña superficie de apoyo, la que no les permite emplear el torque del tobillo para compensar el balanceo. Se ha sugerido que este cambio hacia el uso de una estrategia de cadera para el control del equilibrio en los adultos mayores puede relacionarse con trastornos patológicos como un debilitamiento de los músculos del tobillo o una pérdida de la función sensorial periférica. ⁽¹³⁾

12.7. CAPACIDADES POSTURALES ANTICIPATORIAS

Con frecuencia los ajustes posturales son empleados en una forma proactiva, para estabilizar el cuerpo antes de realizar un movimiento voluntario. Los adultos de los 70 a 80 años pueden empezar a tener más dificultad para desenvolverse en el mundo puesto que han perdido una parte de su capacidad de integrar los ajustes del equilibrio para movimientos voluntarios en curso como levantar o cargar objetos. Es en estas condiciones dinámicas, incluyendo la marcha, levantar y llevar objetos donde suceden la mayoría de las caídas. ⁽¹³⁾

Los investigadores han descubierto que los adultos mayores presentan una mayor variabilidad en la organización de sus ajustes posturales que los adultos jóvenes. La mayoría de los individuos de la tercera edad manifiesta un cambio en el orden de la activación de las respuestas posturales, en la co-contracción de los músculos posturales agonistas y antagonistas y/o en la activación de los músculos posturales después de la activación de los agonistas. Esto se ha asociado a mayores tiempos de reacción y a menores cambios en los centros de presión para los adultos mayores en las actividades motoras. Estos datos sugieren que muchos adultos mayores tienen problemas para realizar ajustes posturales anticipatorios rápidos y eficientes, esta incapacidad de estabilizar el cuerpo en asociación con actividades de movimientos voluntarios como levantar o cargar objetos puede ser un elemento principal para las caídas de personas mayores. ⁽¹³⁾

12.8. LAS ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO EN EL ADULTO MAYOR

La inestabilidad y caídas en el adulto mayor se ha transformado en una patología de gran interés en medicina debido a su alta prevalencia en este grupo etario, teniendo gran impacto en la calidad de vida de los pacientes y en ocasiones provocando lesiones que llevan a incapacidad e incluso la muerte. También los costos en salud que generan son motivo de preocupación, debido a que el aumento de la expectativa de vida genera que el número de personas posibles de sufrir trastornos del sistema del equilibrio y caídas con secuelas discapacitantes sea muy significativo en una sociedad. ⁽¹⁴⁾

La inestabilidad en el adulto mayor es por esencia multifactorial, los factores que intervienen están vinculados a:

-Deterioro de los sistemas sensoriales (somatosensorial, visual y vestibular) y/o alteración de las etapas de procesamiento de información.

(8)

-Alteraciones en la ejecución motora tanto en el control postural como en la marcha, que son fenómenos vinculados a patología musculoesquelética.

-Patología neurológica asociada.

-Déficit cognitivos.

-La administración no controlada de drogas psicoactivas. ⁽¹⁴⁾

12.8.1. ALTERACIONES RECEPTORIALES

12.8.1.1 VISIÓN

La agudeza visual tiende a declinar por varios mecanismos vinculados al envejecimiento y es el que más puede influir en la autonomía del adulto mayor. Varios de los componentes del receptor ocular sufren distintos procesos que tienen como consecuencia un déficit visual.

-Pupila: Reduce su diámetro y es menos reactiva.

-Córnea: Se modifican las células endoteliales alterando su función.

-Iris: Disminuye su capacidad de acomodación por fibrosis de sus elementos musculares.

-Lente Cristalino ocular: Las modificaciones del transporte de agua y de iones, la lentitud de la síntesis de proteínas y la acumulación de colesterol provocan un endurecimiento o esclerosis del núcleo del cristalino, por lo que se vuelve más denso, menos elástico y con menor capacidad de acomodación.

-Vítreo: Con el paso de los años tiende a condensarse y colapsar.

-Retina: El envejecimiento va acompañado de una disminución del número de fotorreceptores y, en especial, de conos en el interior de la fovea. El número de conos foveolares sería de 150.000 a la edad de 16 años y de unos 50.000 sobre los 70 años. La visión de los colores se modifica con la edad, sobre todo la percepción de los azules y los verdes. La peor percepción de los azules debe ponerse en relación con las modificaciones en la córnea y el cristalino, así pues, los objetos azules aparecen más oscuros y, por lo tanto, menos visibles. También, el tiempo de encandilamiento es mayor. ⁽¹⁰⁾

12.8.1.2 RECEPTORES VESTIBULARES

Varios fenómenos están descritos en los receptores vestibulares secundarios al envejecimiento, pero son fundamentalmente dos los de mayor relevancia:

1. Vértigo postural paroxístico benigno del anciano.
2. Déficit crónico del reflejo vestíbulo oculomotor.

1. Vértigo postural paroxístico benigno.

A nivel de las máculas otolíticas la patología del envejecimiento produce:

- A) Degeneración macular con procesos de apoptosis de células ciliadas y cambios estructurales en el recubrimiento mucoproteico de las máculas que se vuelven frágiles.
- B) Si el paciente tiene déficit en la absorción de Ca o pérdida del mismo, que puede transcurrir con osteoporosis clínica evidente o sin ella, las otoconias disminuyen su concentración de Ca y por lo tanto en movimientos bruscos tienen mayor posibilidad de desprenderse y migrar desde la mácula a los canales semicirculares. ⁽¹⁴⁾

Esa migración de otoconias hacia un canal semicircular tiene una traducción clínica en la aparición de vértigos posturales. El mecanismo de producción del vértigo vinculado a los cambios de posición es que el canal que tiene restos otoconiales modifica la relación de información con el canal contralateral con el que tiene que coordinar esta información cuando se producen cambios en la posición de la cabeza en el espacio. Este conflicto de información genera un nistagmus posicional y un vértigo consecuente. Este tipo de vértigo está íntimamente vinculado a mecanismos de caídas en el adulto mayor y la posibilidad sufrir fracturas. ⁽¹⁰⁾

2. Déficit crónico del reflejo vestíbulo oculomotor (RVO).

La disminución del número de células ciliadas de las crestas por procesos de apoptosis altera la información de los canales semicirculares cuando se producen movimientos cefálicos, lo que se traduce frecuentemente en déficit del RVO con inestabilidad de la imagen en la retina durante estos movimientos. ⁽¹²⁾

Además, la degeneración de las células ciliadas de las máculas otolíticas modifica la percepción de eje de postura corporal generando inestabilidad, por lo tanto, la traducción clínica que la patología del envejecimiento produce sobre el receptor vestibular se puede esquematizar en:

-Déficit en la función del RVO, con inestabilidad de la imagen en la retina, lo que puede expresarse con la aparición de sacadas correctivas. Este signo semiológico está definido por un movimiento sacádico o rápido de los ojos en sentido contrario al movimiento de la cabeza. Se produce porque la “ganancia” del reflejo vestíbulo oculomotor está disminuida y por lo tanto cuando giramos la cabeza hacia un lado, los ojos tienen una incursión hacia el lado contrario más lenta y de menor amplitud por lo que la imagen se desestabiliza en la retina y se produce este movimiento rápido para corregir el error de información. Este fenómeno repetido en cada movimiento de la cabeza del paciente va generando una situación de mareo e inestabilidad crónica que altera su control postural y de marcha aumentando la probabilidad de caídas. ⁽¹⁴⁾

-Alteraciones en la percepción de verticalidad por la disfunción de las máculas otolíticas.

-La producción de vértigo postural es un desencadenante frecuente de caídas y lesiones osteoarticulares con las consecuencias de secuelas discapacitantes o incluso la muerte. ⁽¹⁴⁾

12.8.2. ALTERACIONES EN EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN SENSORIAL

Los cambios en la información sensorial activan redes neurales encargadas de adecuar respuestas motoras involucradas en el control postural y las estrategias de marcha. ⁽¹⁴⁾

Los procesos de apoptosis neuronal vinculados al envejecimiento generan que las estrategias posturales o de la marcha cuando se producen cambios en la información sensorial sean erróneas y por lo tanto frecuentemente desencadenan inestabilidad y caídas. ⁽⁸⁾ Cambios en la información visual, vestibular, somatosensorial o de varias de ellas simultáneamente pueden generar reflejos posturales o estrategias de marcha alteradas y por lo tanto crear las condiciones de inestabilidad y caídas. ⁽¹⁴⁾

12.8.3. SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO

Diversos investigadores han reportado los cambios en el sistema musculoesquelético de muchos adultos mayores, incluyendo los laboratorios de Buchner y Wolfson de Estados Unidos y el de Anniansson en Escandinavia. La fuerza muscular de las extremidades inferiores puede reducirse hasta en un 40% desde los 30 a 80 años, esta afección es más grave en los residentes de hogares

de ancianos con un historial de caídas. En estos individuos, la fuerza muscular media de rodilla y tobillo se redujo de dos a cuatro veces, respectivamente, en comparación con personas que no sufren caídas. ⁽¹³⁾

Los investigadores han demostrado que la unión entre la fuerza y el funcionamiento físico es muy grande, más del 20% de la variabilidad del estado funcional se explica por la fuerza relativa. No obstante, se ha sugerido que la cantidad de fuerza requerida para la función física depende de la actividad. Por ejemplo, se ha mencionado que una mujer saludable de 80 años está muy cerca, o en el mismo valor, del umbral de fuerza de cuádriceps necesario para levantarse de una silla, cuando la fuerza cae bajo el umbral obligatorio para una actividad, se produce una discapacidad funcional. ⁽¹³⁾

Una disminución en el rango de movilidad y una pérdida de la flexibilidad espinal en muchos adultos mayores puede generar una postura flexionada o encorvada, esto puede asociarse con otros cambios en la alineación postural, incluyendo una variación en el desplazamiento vertical del centro de gravedad hacia los talones. ⁽⁸⁾ Enfermedades como la artritis, pueden producir una disminución en el rango de movimiento de muchas articulaciones del cuerpo. Además el dolor puede limitar el rango funcional de una articulación en particular. ⁽¹³⁾

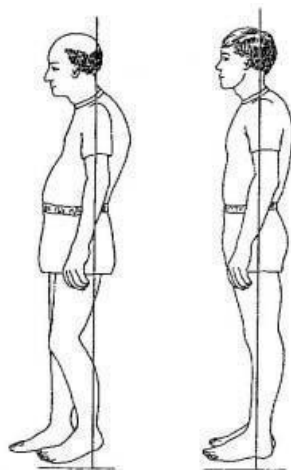


Figura 3: Postura del adulto mayor, plano sagital. Los cambios en la flexibilidad espinal pueden producir una postura flexionada o encorvada en muchos adultos mayores.

12.8.4. INESTABILIDAD Y SISTEMA COGNITIVO

El hecho de que el control postural tiene un componente de ejecución funcionalmente reflejo puede hacer pensar que un déficit en la actividad cognitiva no tendría mayor impacto sobre la postura. Sin embargo ha sido demostrado que lo que se denomina como “la doble tarea” la cual se define como la acción simultánea de tener que resolver el control de postura o de marcha y una actividad cognitiva puede generar errores en la ejecución motora de la postura y de marcha, y consecuentemente exponer al paciente a una caída. Esta alteración se ha evaluado exponiendo al paciente a ejercicios de memoria verbal y observando que en la población geriátrica se produce incremento de la oscilación del eje corporal significativo y por lo tanto el incremento de su inestabilidad. Este fenómeno es altamente significativo comparándolo con sujetos jóvenes. Se obtuvieron medidas mucho más sensibles a las deficiencias leves de procesamiento entre los distintos grupos etarios. ⁽¹⁴⁾

12.8.5. DROGAS E INESTABILIDAD

Existe un riesgo aumentado de caídas entre los individuos ancianos que toman cuatro o más medicamentos y entre aquellos que toman alguna medicación (como hipnóticos, sedantes, antidepresivos tricíclicos, tranquilizantes y fármacos antihipertensivos) debido a mareos u otros efectos colaterales. ⁽⁸⁾ Especialmente está relatado en hogares de ancianos, para asistir estados de ansiedad, depresión o alteraciones del sueño. ⁽¹⁴⁾

12.9. EJERCICIO FÍSICO EN EL ADULTO MAYOR

12.9.1. BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

El ejercicio en el adulto mayor procura modificar la pérdida de funciones como la fuerza, flexibilidad, coordinación y equilibrio; disminuye la morbimortalidad por enfermedades crónicas como las cardiovasculares, diabetes mellitus, osteoporosis y obesidad; aumenta la autoestima, reduce la depresión y el aislamiento social, aminora los trastornos del comportamiento y las tasas de ansiedad. A todos estos beneficios reconocidos, es bueno agregar el bienestar psicológico implícito que representa poder dominar el cuerpo en las edades más avanzadas, algo que cuando se está imposibilitado de concretar agrega al adulto mayor un recurrente desaliento frente a tal incapacidad. ⁽¹⁰⁾

Estudios recientes concluyen que la actividad física mejora significativamente los niveles del Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro (BDNF), lo que representa mantener activos los mecanismos de neuroplasticidad y con ello evitar la rápida declinación neurocognitiva. ⁽¹⁰⁾

La actividad física, especialmente los ejercicios de resistencia o potenciación muscular y los aeróbicos o cardiovasculares, son la mejor manera de combatir la pérdida de masa y potencia muscular que ocurre en la fragilidad. Los beneficios se obtienen en tan solo 8 semanas con ejercicios 2 a 3 veces por semana, habiéndose conseguido mejoras, incluso, en adultos mayores de más de 90 años. ⁽¹⁵⁾

En el adulto mayor, es considerado de gran importancia el tipo de ejercicio que se prescriba, puesto que las condiciones osteoarticulares, músculo-esqueléticas o el exceso de peso, pueden precipitar lesiones y un mayor riesgo de inmovilidad. ⁽¹⁰⁾

12.9.2. EJERCICIOS DE EQUILIBRIO

Los ejercicios de equilibrio han demostrado eficacia en adultos mayores sanos y en aquellos con alteraciones de la movilidad. ⁽¹⁰⁾

Los beneficios del entrenamiento de equilibrio incluyen la reducción del riesgo caída, el aumento de la funcionalidad global y el mejor rendimiento y seguridad en las transferencias y marcha. Los tipos de ejercicios que se usan para el entrenamiento del control postural son ejercicios como Tai chi, Yoga, uso de chalecos con peso al realizar ejercicios de equilibrio en posición bípeda, transiciones, caminar, ejercicios de alta velocidad en tobillos, ejercicios de control postural que incluyan tanto el componente estático como dinámico, cambios de base de sustentación, cambios de superficie, apoyo unipodal, alcances funcionales, etc. Es de suma importancia la supervisión por parte de un kinesiólogo para este tipo de ejercicios y como el riesgo de caída es importante, deben ser modificados según las necesidades y logros del paciente. Algunas precauciones a considerar son el control del dolor en caso de ser necesario, la utilización de ayudas técnicas si se requiere, información de caídas anteriores, deficiencias sensoriales, alteraciones propioceptivas, etc. ⁽¹⁵⁾

12.10. VIDEOGAMES

A través del tiempo se han establecido múltiples definiciones para los videojuegos, al día de hoy estos se pueden considerar como una forma de entretenimiento interactivo en el cual el jugador controla imágenes generadas electrónicamente que aparecen en una pantalla, ⁽¹⁶⁾ ya sean estas de consola, computadoras e incluso arcades.

Los primeros videojuegos datan de la década de los 50, poco después de la aparición de la primera generación de computadoras en los años 40, con el Nought and Crosses o también llamado OXO, creado por Alexander “Sandy” Douglas. Este juego fue una versión computarizada del conocido tres en raya en donde el jugador se enfrentaba contra la inteligencia artificial. ⁽¹⁷⁾ A pesar de que previamente ya existían juegos computarizados, este fue el primero en hacer uso de una pantalla digital por lo cual es considerado como el primer videojuego de la historia. ⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾

Con el correr de los años los videojuegos han permitido una mayor interacción con el jugador, ya que las experiencias presentadas en estos son más complejos luciendo cada vez más reales, cada vez existen más géneros de juego para variados gustos, que permiten compartir con personas de todo el mundo a través del entender sin que el idioma sea una barrera.

Pero en la última década o partir de la séptima generación de consolas se cambió la manera de jugar la cual siempre estuvo ligada al uso imprescindible de controles sin más movimiento que el de las manos, ahora y gracias al avance de la tecnología nos permite controlar el juego a través gestos físicos mediante equipos de detección de movimiento presente en la misma consola.

12.10.1. NINTENDO WII U

La Nintendo Wii U es la última consola de sobremesa desarrollada por Nintendo, perteneciente a la octava generación de consola, fue lanzada al mercado en Noviembre de 2012 contando con 12.60 millones de unidades vendidas al 31 de Diciembre de 2015. ⁽¹⁹⁾

A diferencia de su predecesora, la Nintendo Wii, esta consola incluye un Gamepad que cuenta con una pantalla de 6,2 pulgadas, controles de movimiento, una cámara frontal, micrófono, altavoces, función de vibración, sensores y un stylus. ⁽²⁰⁾



Figura 4: Gamepad y sus componentes, consola Nintendo Wii U, vista frontal.



Figura 5: Gamepad y sus componentes, consola Nintendo Wii U, vista posterior.

12.10.2. WII BALANCE BOARD

La Wii Balance Board salió al mercado el año 2007 como un periférico para las consolas Nintendo Wii y Wii U, es una plataforma plástica rectangular de color blanco que mide 20,1 pulgadas de largo, 12,4 de ancho y 2,1 de alto, posee dos almohadillas para los pies en su superficie superior, sus cuatro lados son ligeramente curvos ensanchándose hacia las esquinas como en forma de almohada y en cada esquina cuenta con protectores. Tiene cuatro bases, una en cada esquina por su superficie inferior y en cada una de estas bases existen sensores de equilibrio. Mide el peso de los jugadores y proporciona los datos al usuario de su centro de equilibrio. ⁽²¹⁾

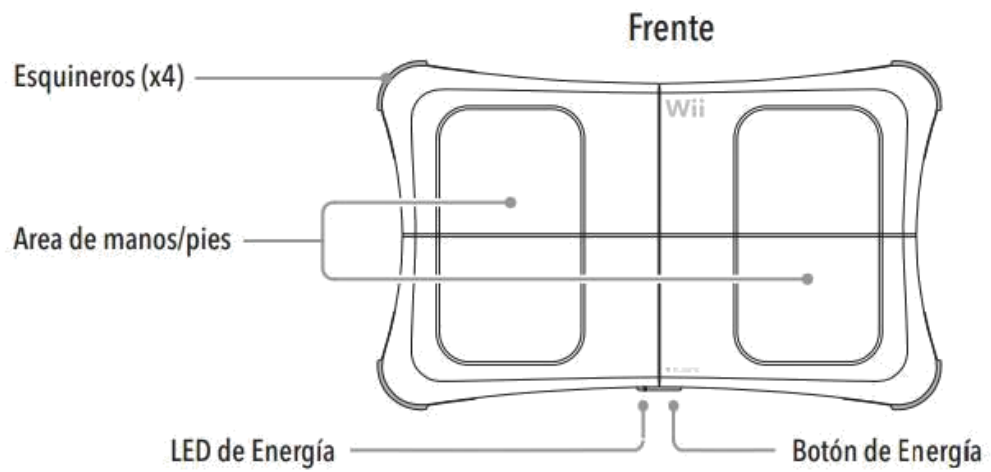


Figura 6: Wii Balance Board, vista anterior.

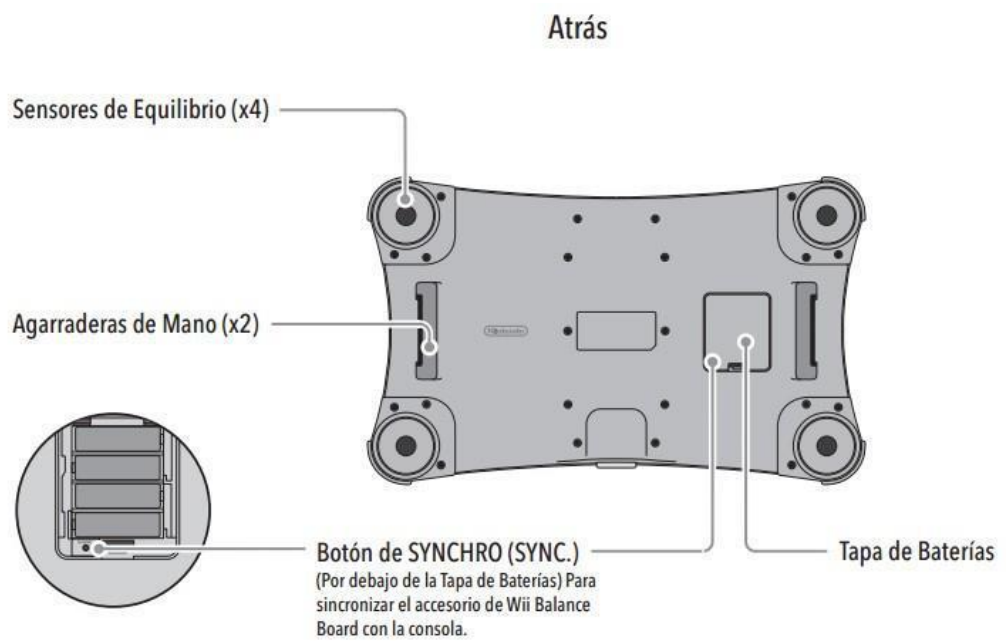


Figura 7: Wii Balance Board, vista posterior.

El Wii Balance Board tiene que estar ubicado directamente enfrente del televisor entre 3 y 10 pies o 1 y 3 metros de la barra sensora de la consola, con el botón de energía mirando en dirección contraria de la TV. ⁽²²⁾

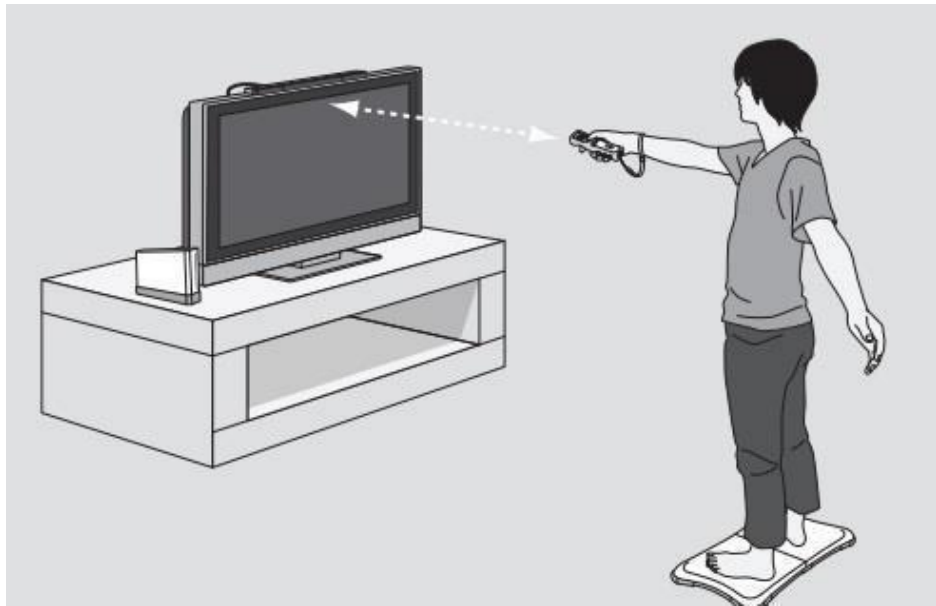


Figura 8: Orientación de la Wii Balance Board en el espacio.



Figura 9: Wii Balance Board, operaciones básicas. La mayoría de las actividades básicas que se ejecutan con el accesorio de Wii Balance Board se llevan a cabo al usar las posiciones que se enseñan en la imagen. Puede que existan otras maneras de juego dependiendo en el tipo de juego que se esté jugando. ⁽²²⁾

12.10.3. EXERGAMING

El exergaming se puede definir como la ejecución de actividad física con ayuda de un videojuego, el cual requiere movimiento corporales para su control y una tecnología necesaria que permita rastrear tales movimientos para transformarlos en comandos dentro del juego. ⁽²³⁾ ⁽²⁴⁾ Aunque ya existían modalidades de exergaming desde hace muchos años su éxito no logró consolidarse, pero con la salida del Nintendo Wii en 2006 esta modalidad se popularizó definitivamente. ⁽²⁴⁾ ⁽²⁵⁾

Beneficios del exergaming:

- 1) Puede fortalecer relaciones entre los jugadores, conocer y formar nuevas amistades que tengan en común la misma pasión por el exergaming, reduciendo así los riesgos de aislamiento social y soledad, estereotipos que siempre se han ligado a los videojuegos.
- 2) El ejercicio mejora los estados de ánimo y la autoestima, el exergaming al incluir actividad física podría producir similares beneficios, además estas mejoras pueden permanecer para realizar a otros ejercicios.
- 3) Debido a que se requieren cadenas coordinadoras rápidas del ojo con las diferentes partes del cuerpo, el exergaming puede mejorar los niveles de coordinación general, destrezas, habilidades motoras.
- 4) Los videojuegos y el exergaming son motivadores, responden a las acciones de los jugadores desafiándolos en distintos niveles de dificultad, esto mismo puede explicar porque se prefieren los videojuegos sobre el ejercicio tradicional.

5) El exergaming puede incluso motivar otras actividades. Saelens & Epstein, 1998, mostró que catorce preadolescentes quienes podían elegir entre montar una bicicleta estacionaria para ganar acceso a un medio de entretenimiento electrónico o realizar una actividad sedentaria como dibujar o leer preferían la rutina de ejercicio. ⁽²⁵⁾

Pero los resultados más importantes del sistema exergaming es alcanzar beneficios en salud. Para que un programa de exergaming tenga éxito requiere de dos puntos los cuales están relacionados, uno de ellos es la eficacia, en términos de cumplir con los requisitos del ejercicio y el segundo es lo atractivo, como una divertida y fascinante actividad que obligará a la persona a ejercitarse con la duración y frecuencia determinadas. ⁽²⁶⁾

Para maximizar los beneficios del ejercicio en un programa de exergaming el tipo de ejercicio, la intensidad, su duración y frecuencia necesitan ser considerados en la construcción del programa siendo estos determinados por el estado físico de la persona, también es importante darse cuenta de los niveles de mejoras de las personas para ir subiendo los niveles de intensidad. En particular la intensidad del ejercicio debe realizarse entre el 77% a 90% de la frecuencia cardiaca máxima o alcanzar un grado de intensidad algo duro o duro en un escala de esfuerzo percibido. ⁽²⁵⁾

Qué tan atractivo es un juego depende de cómo o cuánto coincide con el jugador, factores como el desafío, la curiosidad y la fantasía afectan la percepción del entretenimiento para un juego. ⁽²⁵⁾

Esto es apoyado por el constructo del “Flow” desarrollado por Csikszentmihaly en 1975. ⁽²⁵⁾ Este constructo posteriormente fue modificado por Sweetser para que fuese especializado en videojuegos, el cual llamó gameflow. ⁽²⁶⁾

El flow se refiere al estado de total compromiso con una actividad mientras que el gameflow modifica esa actividad siendo esta específicamente los videojuegos. Los componentes del gameflow son los siguientes:

1. Concentración: el jugador debe ser capaz de concentrarse en el juego.
2. Desafío: el juego debe ser desafiante acorde a las habilidades del jugador.
3. Habilidades del jugador: los juegos deben apoyar el desarrollo de habilidades.
4. Control: los jugadores deben sentir una sensación de control sobre sus acciones en el juego.
5. Metas claras: Los juegos deben ofrecer al jugador metas claras en tiempos adecuados.
6. Retroalimentación: jugadores deben recibir un feedback apropiado en tiempos apropiados.
7. Inmersión: jugadores deben experimentar una implicación profunda con el juego.
8. Interacción social: Los videojuegos deben apoyar y crear oportunidades de interacción social. ⁽²⁶⁾ ⁽²⁷⁾

12.11. TIME UP AND GO

Los autores de este test fueron por Podsiadlo D y Richardson S, en 1991. El test de time up and go es una modificación con tiempo del test Get Up and Go descrito en 1986. ⁽²⁸⁾

Es un test simple de movilidad funcional cronometrado diseñado para su uso con adultos mayores frágiles, tiene una excelente validación y buena validez predictiva con un 87% de sensibilidad y 87% de especificidad para prevención de caídas en el adulto mayor. ^{(28) (29)}

La administración de esta prueba consiste en medir el tiempo que requiere la persona para realizar un recorrido de tres metros tras pararse de una silla con respaldo recto y sin brazos. Los 3 metros se miden desde las patas delanteras de la silla, en dirección recta hasta un punto de referencia, marcado con un cono o botella plástica con agua. El paciente debe estar sentado con la espalda bien apoyada contra el respaldo, los brazos al costado y los pies tocando el suelo. Se le solicita a la persona que se pare sin apoyarse y camine como lo hace habitualmente hasta el cono o botella y vuelva a sentarse. Se inicia la medición del tiempo cuando la persona despega la espalda de la silla, y se detiene cuando retoma la posición inicial. Si la persona requiere algún tipo de ayuda para ponerse de pie, se suspende la prueba y se clasifica con alto riesgo de caída. El paciente debe usar calzado regular y puede utilizar cualquier tipo de ayuda técnica. ^{(28) (29)}

Dentro de los resultados de este test, si el resultado es menor o igual a 10 segundos se considera con riesgo de caída normal, si el resultado está entre 11 a 20 segundos se clasifica en riesgo leve de caída y por último si tiene un resultado mayor a 20 segundos entraría en la clasificación de Alto riesgo de caída. ⁽²⁹⁾

12.12. TEST ESTACIÓN UNIPODAL

Es un test simple el cual mide aspectos de equilibrio estático y la habilidad para controlar un lado del cuerpo independientemente del otro. Puede ser usado en una variedad de escenarios y requiere un entrenamiento y equipamiento mínimos. ⁽²⁸⁾ ⁽³⁰⁾

Resultados anormales en este test con los ojos abiertos están relacionados a condiciones tales como neuropatías periféricas, además son relacionadas con el incremento del riesgo de caídas, particularmente en el adulto mayor. ⁽³⁰⁾ ⁽³¹⁾

La prueba consiste en pararse con los brazos cruzados sobre del tórax apoyando las manos en los hombros, luego levantar una pierna hasta llegar a la posición de flexión de rodilla y cadera a 90 grados, y mantener la posición el mayor tiempo posible. La prueba debe ser repetida en la otra extremidad. ⁽²⁹⁾

A las personas con evidentes problemas de equilibrio, como el usar ayudas técnicas no se les debe aplicar esta prueba. El evaluador deberá demostrar la ejecución de la prueba, además deberá situarse a un costado de la persona a evaluar y estar atento a posibles pérdidas de equilibrio. ⁽²⁹⁾

El tiempo se mide en segundos, desde el momento en que la persona logra los 90° de flexión de cadera y rodilla, si no logra la posición descrita, busca apoyo, se desestabiliza o las extremidades inferiores se tocan entre si al estar de pie, se considera que el resultado está alterado. Se repite la prueba tres veces en cada pie y se registra el mejor tiempo obtenido. ⁽²⁹⁾

Se considera como equilibrio normal, aquella persona que es capaz de mantener la posición descrita por más de 5 segundos, si el resultado de la prueba registra 4 segundos o menos se considera equilibrio alterado. ⁽²⁹⁾

13. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

13.1. PREGUNTA DE BÚSQUEDA

Para realizar una búsqueda sistemática de la información se desarrolló una pregunta de búsqueda integrando los elementos del análisis PICO de la pregunta de investigación.

Pacientes: Adultos mayores.

Intervención: Protocolo de exergaming utilizando el videojuego Wii Fit U y el dispositivo Wii Balance Board.

Comparación: Protocolo de ejercicios de equilibrio base.

Resultados: Disminuir el riesgo de caídas.

Y de este modo la pregunta de búsqueda desarrollada queda de la siguiente forma:

¿Es efectivo un programa de exergaming utilizando el videojuego wii fit U y el dispositivo Wii Balance Board para disminuir el riesgo de caídas en adultos mayores?

13.2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Con el objetivo de conocer si nuestra pregunta de investigación proporciona nuevo conocimiento y justificar la realización del proyecto, además aprovechar de encontrar información que nos pueda orientar en cuanto a la metodología del estudio se realizó una búsqueda de información a través de las siguientes plataformas: MEDLINE, Cochrane Library y PEDro.

13.3. RECURSOS DE BÚSQUEDA

Se utilizaron las siguientes bases de datos para realizar la pregunta de búsqueda:

-MEDLINE.

-Cochrane library.

-PEDro.

13.4. PROTOCOLO Y RESULTADOS DE BÚSQUEDA

La búsqueda se realizó a través de la base de datos MEDLINE, utilizando los siguientes términos de acuerdo al PICO:

Pacientes: “Older people”, Aged [Mesh], Aged, 80 and over [Mesh]. Todos ellos unidos a través del operador booleano OR.

Intervención: “Video Games”, Video Games [Mesh], exergaming, exergame, "wii fit", "nintendo wii fit", "wii balance board", "balance board". Todos ellos unidos a través del operador booleano OR.

Resultado: Postural Balance [Mesh], Psychomotor Performance [Mesh]. Unidos a través del operador booleano OR.

Estos tres componentes se unieron entre sí a través del operador booleano AND dando como resultado un número de 47 artículos, de los cuales se descartaron 37, de los 10 restantes se escogieron los 3 más atinentes a la pregunta para su posterior análisis crítico.

En cuanto a la búsqueda realizada a través de la base -Cochrane library se utilizaron los siguientes términos de acuerdo al PICO:

Pacientes: “Older people”, Aged [Mesh], Aged, 80 and over [Mesh]. Todos ellos unidos a través del operador booleano OR.

Intervención: “Video Games”, Video Games [Mesh], exergaming, exergame, "wii fit", "nintendo wii fit", "wii balance board", "balance board". Todos ellos unidos a través del operador booleano OR.

Resultado: Postural Balance [Mesh], Psychomotor Performance [Mesh]. Unidos a través del operador booleano OR.

Estos tres componentes se unieron entre sí a través del operador booleano AND dando como resultado un número de 9 artículos, de los cuales se descartaron 6, de los 3 restantes y atinentes a la pregunta todos ya habían sido revisados durante la búsqueda en MEDLINE.

13.5. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA LITERATURA

Artículo 1:

¿Puede un programa de ejercicios basado en Wii mejorar el control del equilibrio de adultos mayores funcionales e independientes? Una revisión sistemática.

Does a Wii-based exercise program enhance balance control of independently functioning older adults? A systematic review

Laufer Y, Dar G, Kodesh E

La presente revisión sistemática se realizó para evaluar los efectos de un programa basado en la realidad virtual con la consola de juegos Wii en el control de balance y el rendimiento funcional en funcionamiento de forma independiente los adultos mayores.

La estrategia de búsqueda de este estudio fue una búsqueda online en las bases de datos Pubmed, CINAHL, PEDro, EMASE, SPORTdiscus, y Google Scholar realizado independientemente por 2 de los autores (YL, EK).

Los términos de búsqueda usados fueron: “realidad virtual”, “video game”, “exergame”, y “wii fit”, combinado con “balance”, “postural control”, o “caídas”. La búsqueda fue restringida al lenguaje inglés. Las publicaciones duplicadas fueron removidas después de que todas las bases de datos y listas de referencias fueran buscadas. Se revisaron los títulos y abstract de todos los artículos elegidos, además de revisar los artículos completos cuando se fue necesario para finalizar la decisión sobre la inclusión. En la selección de estudios, se escogieron un total de 351 artículos, de los cuales 39 fueron considerados relevantes en base a sus títulos y abstract. La lectura completa de

estos estudios indicó que 8 ensayos controlados aleatorios cumplieron todos los criterios de inclusión para la revisión. Dos de esos artículos fueron considerados como un único estudio, dado que al consultar con el autor se determinó que informaron diferentes medidas de resultado obtenido a partir del mismo conjunto de datos, por lo tanto, la revisión final incluía 7 ensayos controlados aleatorizados.

Los siete estudios revisados incluyeron 285 adultos mayores, con 126 participando en entrenamientos basados en VR. (Wii Fit) y 159 en grupos control. El número de sujetos por grupo va desde 9 a 30 sujetos, con un promedio de 14.5 (SD 7.13) y 14.18 (SD6.03) sujetos en el VR y el grupo control respectivamente. El promedio de edad de grupo osciló entre 61.1 y 85.7 años, con un promedio de edad de sobre 70.0 años reportados en 5 estudios.

La mayoría de los estudios utilizaron la Wii Balance Board para la interacción VR, y uno solo uso el wiimote console, con la excepción de un estudio que incluyó 2 grupos entrenamiento con la wii, solo un grupo participó en VR basado en entrenamiento en cada estudio.

El número de diferentes juegos por estudios varía de 1 a 9, con un promedio de 5.85 (SD 2.85) juegos por estudio, “Soccer heading”, “slalom ski” y “tight rope walk” fueron los juegos más popular y fueron usados en 4 estudios. Las instrucciones sobre el tiempo de interacción con cada juego y la secuencia de los juegos dentro del período de intervención fueron extremadamente variable, así como el grado de detalle proporcionado al lector con respecto a estos parámetros.

La duración de la intervención de realidad virtual va desde 6 a 20 semanas, con un promedio de 10,57 (SD 4.85) semanas. El total de números de tratamientos va desde 12 a 24, con un promedio de 19,14(SD 4.29). La duración del tratamiento varía de 35 a 90 minutos, con un promedio de 57,85 (SD 17.76) minutos. El tiempo de tratamiento total va desde 480 a 2,160 minutos, con un promedio de 1,145.7 (SD 547.5) minutos.

Todos los estudios emplearon al menos una medida de resultado que examinó el cambio en el rendimiento de equilibrio funcional. La medida más utilizada fue la prueba de Time Up and Go (TUG), que fue probado en todos los estudios menos en un estudio que utilizó el Test Estación Unipodal (ojos abiertos y cerrados) y el test de balance de Tinetti. Mientras dos estudios no incluyeron algún test funcional adicional, la mayoría de estudios incorporaron test clínicos adicionales, como el test de pararse de una silla. Cuatro estudios examinaron el efecto de los programas de ejercicios basados en Wii en comparación con la falta de ejercicio, indican que la formación basada en la Wii puede servir como medio para mejorar el equilibrio y confianza en sí mismo entre los adultos mayores. Los estudios que comparan la formación basada en Wii con programas de ejercicio alternativo, apoyan aún más esta conclusión, ya que el mejor equilibrio alcanzado con la Wii fue comparable con los obtenidos en otros programas de ejercicio en las áreas de las medidas de resultado evaluadas.

Dentro de los juegos utilizados y más populares están “soccer heading”, “slalom ski”, y “tight rope walk”, fueron elegidos ya que requieren un control de los músculos centrales adecuado y fuerza muscular de las extremidades superiores e inferiores para los movimientos rápidos y precisos. Los juegos desafiaron el equilibrio de los sujetos al obligar a inclinarse en diferentes direcciones y tomar

curvas cerradas, lo que desplaza su centro de masa de los límites de su base de apoyo.

En conclusión, la revisión actual de los siete ensayos controlados aleatorizados indican que la participación de adultos mayores que viven en la comunidad en un programa de ejercicios basado en Wii es factible y puede mejorar sus capacidades de equilibrio, por lo tanto, tales programas pueden servir como una alternativa a las formas más convencionales de ejercicio destinadas a mejorar el control del equilibrio. Sin embargo, los estudios varían mucho en función de su calidad metodológica y los protocolos de intervención y las medidas de resultado utilizadas. Estudios mejor diseñados, aleatorizados y controlados, incluyendo tamaño de los grupos más grandes, las evaluaciones de seguimiento, así como los protocolos más estandarizados y medidas de resultado son necesarios antes de conclusiones definitivas se pueden hacer respecto a la posibilidad de una intervención basada en Wii como un tratamiento.

Artículo 2

Entrenamiento en Wii Fit vs. Actividades físicas adaptadas: ¿Cuál es la más apropiada para mejorar el equilibrio de las personas mayores independientes? Un estudio controlado aleatorizado.

Wii Fit training vs. Adapted Physical Activities: Wich one is the most appropriate to improve the balance of independent senior subjects? A randomized controlled study

Claire Toulotte, Cindy Toursel and Nicolas Olivier.

El presente estudio comparó la eficacia de un entrenamiento utilizando el juego Wii Fit de la consola de videojuegos Nintendo con actividad física adaptada para mejorar el equilibrio de adultos mayores independientes, con el fin de prevenir o limitar factores de riesgo de caídas.

La población estudiada estuvo compuesta por sujetos mayores (22 mujeres y 14 hombres). Los criterios de inclusión fueron tener al menos 60 años, ya sea que hayan sufrido caídas o no, y tener un tratamiento médico estable (Tomada con regularidad y de al menos 3 meses). Los criterios de exclusión fueron fractura de miembro inferior o cirugía, el uso de ayudas para caminar, problemas auditivos, oculares y / o vestibulares, trauma en la cabeza, con o sin pérdida de conciencia, accidentes cerebrovasculares, trastornos como el síndrome del túnel carpiano, involucrando la extremidad superior, úlceras en extremidades inferiores o callos.

Cada sujeto fue entrevistado, se registraron las causas, número y fechas de caídas si es que las tuvieron, así como medicamentos y actividad física. Se realizó el Mini Mental test y se consideró que todos los sujetos tienen funciones

cognitivas normales. A continuación, fueron divididos aleatoriamente en cuatro grupos de 9 sujetos: Entrenamiento físico adaptado (G1), entrenamiento Wii Fit (G2), la Actividad Física Adaptada + entrenamiento Wii Fit (G3) y el grupo control (G4). Los sujetos realizaron las siguientes pruebas: Estación Unipodal con ojos abiertos seguido por los ojos cerrados (se contó el número de veces que el pie suspendido del sujeto tocó el suelo, el cronómetro se activó tan pronto como el sujeto levanta un pie del suelo. Si el sujeto coloca su pie en el suelo durante la prueba, el cronómetro se detiene, se reinicia de nuevo tan pronto como el pie suspendido del sujeto deja de tocar el suelo), la prueba de Tinetti (equilibrio estático y dinámico) y, las pruebas de Wii Fit (La consola de videojuegos calcula el porcentaje de diferencia entre la derecha y la izquierda y la conclusión en cuanto a la posición del centro de gravedad). Se realizaron las pruebas antes (T1) y después del entrenamiento (T2).

Los sujetos participaron en una sesión de ejercicio supervisado de 1 hora por semana durante 20 semanas en un gimnasio. Todos los sujetos realizaron las 20 semanas de entrenamiento. Dos métodos de entrenamiento se utilizaron en este protocolo: Actividad Física Adaptada para G1 y G3 y entrenamiento Wii Fit para G2 y G3 (por razones de seguridad, se colocó una silla delante de la Wii Fit en caso de que los sujetos perdieran el equilibrio.). G1 realizó 1 hora de entrenamiento de la Actividad Física Adaptada, G2 1 hora de entrenamiento Wii Fit y G3 hizo 30 minutos de Actividad física adaptadas y 30 minutos de entrenamiento Wii Fit.

Se demostraron diferencias significativas entre los cuatro grupos al realizar la prueba de Tinetti, Estación Unipodal y la posición del centro de gravedad. Después de 20 sesiones de entrenamiento, G1 (Actividad Física adaptada), G2 (Wii Fit) y G3 (Actividad Física adaptada + Wii Fit) mejoraron su equilibrio. Además, G1 y G3 incrementaron su equilibrio dinámico. Los sujetos en los grupos de entrenamiento (G1, G2 y G3) participaron regularmente en el entrenamiento y se entusiasmaron durante las sesiones. Por otra parte, los grupos G2 y G3 eran más motivados que el G1 ya que jugaron con el Wii. por lo que esto pudo influir en los resultados de las pruebas. Después del entrenamiento, G1, G2 y G3 redujeron significativamente en la puntuación Tinetti. El centro de gravedad se trasladó significativamente después del entrenamiento para G2 y G3. Demostrando que el entrenamiento de Wii Fit también puede mejorar la estabilidad y el equilibrio estático de sujetos ancianos independientes. Al realizar Estación Unipodal, G1 y G3 disminuyeron el número de veces que el pie suspendido tocó el suelo con los ojos abiertos y los ojos cerrados. Incluso si esta prueba podría ser un indicador de los trastornos del equilibrio, puede que no sea muy pertinente, porque la caída es un problema dinámico, mientras que mantenerse en un pie es una postura estática.

Se encontró un aumento significativo en la movilidad de G1 (Actividad Física Adaptada) y G3 (Actividades Físicas Adaptadas + Wii Fit), pero ningún cambio en G2 (Wii Fit) y G4 (control). La calificación de la prueba Tinetti en condición dinámica disminuyó significativamente para G1 y G2. El entrenamiento con actividad física adaptado se basó en ejercicios para desarrollar la fuerza muscular, la propiocepción, la flexibilidad, el equilibrio estático con los ojos abiertos y los ojos cerrados y el equilibrio dinámico.

Los grupos G2 (Wii Fit) y G3 (Actividad Física Adaptada + Wii Fit) entrenaron con el software de Wii Fit, por lo que los sujetos estimularon el equilibrio estático viendo la televisión. Por lo tanto, se entrenaron en condiciones de doble tarea. Por otra parte, la realización de una tarea requiere de la capacidad del sistema nervioso central, y si dos tareas se realizan simultáneamente, se requiere más de la capacidad total, el rendimiento de una o ambas tareas se podrían ver afectadas negativamente. Si bien la naturaleza de la segunda tarea fue diferente (una tarea de memorización tales como hablar o contar frente a una tarea motora, como caminar o estar sobre un pie), parece que tuvo un impacto similar, pero con diferentes mecanismos, modificando el patrón de la marcha o detener para caminar. Una estructura y funcionamiento de los sistemas periféricos deficientes (propiocepción vestibular y ocular) son sin duda factores importantes, ya que el equilibrio se afecta más en las personas mayores que para los adultos jóvenes cuando las entradas sensoriales, propioceptivos o ambas se afectan.

Los autores llegaron a la conclusión de que Wii Fit sólo mejora las actividades sobre el equilibrio estático en bípedo. Las actividades físicas adaptadas mejoran el equilibrio estático y dinámico y la adición de Wii Fit no otorga un beneficio adicional importante. Se menciona además que sería muy interesante registrar los puntajes de los diferentes juegos con el fin de identificar qué parámetros son modificados en el desarrollo de una doble tarea. Además, el número de sujetos es pequeño; por lo tanto, hay que interpretar los resultados con cautela. En este sentido, los análisis son sólo exploratorios y tendrían que ser confirmados en un estudio definitivo, más altamente potenciado en el futuro.

Artículo 3

Efecto del juego de realidad virtual en el balance dinámico de adultos mayores.

The effect of virtual reality gaming on dynamic balance in older adults.

Abel Angel Rendon, Everett B. Lohman, Donna Thorpe, Eric G. Johnson, Ernie Medina, Bruce Bradley.

Este artículo es un ECA, cuyo propósito fue determinar la factibilidad y resultado de usar la WBB para mejorar el equilibrio dinámico en adultos mayores con riesgo de caída. El artículo fue recibido el 20 de Junio de 2011 y aceptado el 30 de Noviembre de 2011.

Se reclutaron cuarenta participantes del Air Force Village West Retirement Community, localizado en Riverside. Dentro de los criterios de inclusión estaban: tener entre 65 y 90 años, que sean capaces de participar en actividad física por 45-60 minutos y que hayan reportado verbalmente que poseen una visión normal. Los criterios de exclusión fueron: trastornos ortopédicos, neurológicos o circulatorios.

Los participantes luego de seleccionados firmaron un consentimiento informado y completaron los test de evaluación inicial que comprendía el GDS y el ABC seguido del 8ft UG y una evaluación de control corporal usando la WBB, estos dos últimos fueron realizados por un fisioterapeuta. Todos estos test se volverían a tomar después de las seis semanas de entrenamiento de equilibrio.

Posteriormente los sujetos de la muestras fueron divididos aleatoriamente en dos grupos, cada uno constituido por veinte personas. El grupo control (CG) solo se le realizaron las mediciones pre y post-estudio. El

grupo de realidad virtual (VRG) fue asignado a usar la realidad virtual a través del WBB con el juego Nintendo® Wii Fit, este grupo estuvo bajo la supervisión de un fisioterapeuta y fue al momento de los exámenes fue revisado por dos fisioterapeutas adicionales los cuales fueron cegados a la aleatorización.

El VRG realizaba un calentamiento de 8 minutos en una bicicleta estática y una vuelta a la cama de 8 minutos, los pacientes que eran incapaces de sentarse en una bicicleta estática vertical tuvo la opción de usar un stepper inclinado para el calentamiento y vuelta a la calma.

En el VRG cada participante usó tres diferentes juegos de balance del Wii Fit, las personas fueron instruidas para poder realizar los juegos de manera correcta mientras mantenían la estabilidad durante las actividades dinámicas. Todos los participantes llevaban un cinturón de sujeción para ayudar al fisioterapeuta en casos de pérdida de equilibrio. Adicionalmente cada participante podía hacer uso si es que fuese necesario de un bastón de cuatro apoyos, un andador con ruedas frontales o una mano como asistencia durante todos los juegos para una mayor seguridad. Una silla estuvo disponible para los periodos de descanso si es que los participantes lo requerían. Durante el entrenamiento del balance de VRG un fisioterapeuta estuvo presente para asistir a los participantes en la operación del juego, en la intensificación del mismo o para subir o bajar de la WBB. Los tres juego de Wii Fit fueron estocadas, extensiones de una sola pierna y giros.

Los participantes alternaron la secuencia de ejercicio semana a semana durante las 18 sesiones (3 veces por semana por seis semanas). Cada sesión duró aproximadamente 35-45 minutos.

Durante las seis semanas de intervención, un requerimiento mínimo de quince sesiones fue establecido con el fin de permitir cambios de horario y emergencias inesperadas y el 80% de los participantes completaron esto.

Las mediciones pre y post para ambos grupos fueron realizadas de la misma manera. Mientras que el CG fue instruido para no dejar de sus actividades de la vida diaria, el VRG comenzó con la intervención en la WBB. Veinte participantes aleatorizados fueron asignados al grupo de intervención de los cuales 16 cumplieron con las 15 intervenciones mínimas de tratamiento. Cuatro participantes no completaron el estudio debido a pérdida de interés y/o molestias de artritis; además dos de los veinte participantes del grupo control no se presentaron al post-test.

El Mann–Whitney test fue utilizado para determinar diferencias significativas entre los grupos al inicio del estudio y a lo largo del estudio. La información fue analizada usando el programa PASW Statistics 17.0 para Windows.

Las medias de las edades de VRG y CG fueron 85,7 y 83,3 años respectivamente. La mayoría de los participantes fueron mujeres (65%) y seis de los cuarenta participantes usaron un dispositivo de asistencia con regularidad.

El cambio medio del VRG para el 8ft UG mostró una disminución de 1.0 comparado al 0.2 del CG ($P = 0.038$). El VRG además mostró un incremento medio de 6.9% para el ABC comparado al 1.3% del CG ($P = 0.038$). Estos cambios reflejan un incremento significativo en relación con la actividad y el movimiento funciona para el VRG relativo al control, el cual mostró cambios no apreciables en los puntajes de resultado. Ambos grupos puntuaron como “normal” en el GDS. La media de mejora para el VRG fue de 1.0 y para CG fue 0.0 ($P = 0.112$).

Comparando los valores basales de edad y todas las mediciones entre quienes completaron y no completaron el estudio no se mostró una diferencia significativa entre ambos grupos ($P > 0.05$).

El estudio concluye que los juegos de realidad virtual, utilizando específicamente el Wii Fit mejora el equilibrio y la estabilidad postural, una mejora en la confianza de las actividades funcionales también fue reportado por el estudio. Aunque se mostraron cambios no significativos en la escala de depresión para cualquiera de los grupos, la media ambos grupos fue normal entre los rangos de 0-9. Con una apropiada supervisión, un dispositivo de juego como el que se utilizó en esta investigación puede mejorar en equilibrio dinámico y la estabilidad postural de adultos mayores con riesgo de caída. Con respecto a lo ético, a pesar de que sí hizo entrega de un consentimiento informado a los participantes, el cual fue firmado por cada uno de los participantes que fue seleccionado, no se expresa en ningún momento haber obtenido la aprobación del comité de ética. Además al grupo control no se le realizó ninguna intervención, ni siquiera el calentamiento y vuelta a la calma, por lo que no se puede terminar si la mejoría en el equilibrio que se dice fue debido al Wii Fit fue netamente debido al juego o al ejercicio realizado en la bicicleta estática.

A pesar de que el estudio indica que los participantes fueron divididos aleatoriamente en los grupos, no se explica el detalle de cómo se realizó esta aleatorización por lo que se desconoce si las características de los sujetos fueron distribuidas equitativamente en los grupos. Tampoco se menciona si es que la investigación se realizó bajo algún tipo de enmascaramiento, ni cuál de todos los minijuegos que trae el Wii Fit fueron los que se utilizaron en el estudio para el grupo de intervención.

Toda la población se obtuvo de un solo lugar, quienes eran veteranos o cónyuges de veteranos de la milicia, quienes crearon una mentalidad específica de responsabilidad a citas y ejercicios posiblemente más alta que el de la población normal, por lo que sería difícil extrapolar los resultados del estudio a la población promedio. Además tanto los criterios de inclusión como de exclusión fueron muy ambiguos y poco detallados, por lo que se espera que la población no sea muy homogénea.

Los resultados del grupo de intervención al tratamiento muestran una mejora del equilibrio durante el tiempo que se realizó el estudio y tratamiento, 6 semanas, pero aún queda la interrogante si este tratamiento funciona a largo plazo. También si es que este tratamiento tendrá el mismo efecto en personas con gran riesgo de caída, ya que en el estudio participaron adultos mayores sanos.

Se concluye que, a pesar de que el estudio concluyó un beneficio al practicar juegos de realidad virtual el estudio tiene demasiadas debilidades y/o sesgos, los cuales fueron especificados anteriormente. Además no responde la pregunta de investigación de esta tesis debido a que al GC no se le realizó intervención alguna.

14. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

14.1. FACTIBLE

Según la encuesta CASEN 2013 la población de adultos mayores en la región de la Araucanía es de 172.212 al año 2013 ⁽²⁾ la cual ha ido y seguirá aumentando en el tiempo, por lo cual hay y habrá una población suficiente para extraer la muestra necesaria, aunque para este estudio en particular la muestra se recogerá del Centro Diurno del Adulto Mayor, del sector Pedro de Valdivia.

Las herramientas de medición de las variables están validadas y no requieren de mayor especialidad para poder ser aplicadas.

Existe el equipo investigador quienes llevarán a cabo la ejecución de los diferentes ejercicios del tratamiento y la recolección de datos para su posterior análisis, en nuestro caso los profesionales serán kinesiólogos y un estadístico.

La duración del estudio contempla aproximadamente 10 meses, con intervenciones de 1 hora que se realizarán tres veces por semana, las intervenciones se realizarán en grupos de 10 personas, lo que permite ahorrar tiempo y costos en recursos humanos, por lo que el estudio no es imposible de realizar con los elementos que se cuenta.

A pesar de que los insumos para la aplicación del estudio son de costo elevado, no se requieren tantas unidades, pudiendo incluso optar a proyectos o descuentos para su adquisición, por lo que el estudio no superará los 9 millones de pesos.

14.2. INTERESANTE

La población de AM es alta y sigue en aumento, es una realidad que hoy en día hay que enfrentar, un porcentaje no menor de esta población presenta problemas de equilibrio por diferentes causas ya explicadas con consiguiente aumento del riesgo de caídas que lo pueden llevar a un grado de dependencia solo por el hecho temer caer nuevamente por lo que realizan menos actividades deteriorando finalmente su calidad de vida. Esto significa desde ya en un problema de mayor demanda del sistema de salud para su intervención, por lo que es necesario asegurar su bienestar antes o durante su incapacidad, a través de un programa de tratamiento que resulte efectivo y de fácil adherencia.

El videojuego puede llegar a ser un método de intervención atrayente para las personas, además no requieren de alguna condición especial para practicarlo ni necesitan ser realizados de la misma forma por todos los participantes, cada uno va a su propio ritmo, aumentando su dificultad permitiendo al participante definir sus propias metas. Al realizar la intervención en una sala junto a sus pares permite la interacción entre ellos y el apoyo mutuo para seguir adelante.

Resulta atractivo entender el efecto que puede producir un videojuego, el cual no se inventó con el fin que proponemos en el estudio pero debido a la actividad y habilidad que se requiere para su ejecución se puede derivar a un tipo de intervención en salud.

Este estudio podrá generar evidencia no tan solo para el conocimiento del kinesiólogo, sino que para todo el equipo que trabaje en salud y también a la comunidad, ya que es una intervención de fácil acceso.

14.3. NOVEDOSO

Aunque se encontraron estudios muy relacionados con la pregunta de investigación al momento de realizar la búsqueda sistemática, ninguno de ellos fue realizado en Chile, donde las características de la población así como sus costumbres son distintas a la población de los países donde se han realizado las investigaciones halladas, por lo que quizás aunque se realice exactamente el mismo tratamiento, este no tenga el mismo resultado que se presenta en los estudios, información que se desea conocer. Además la intervención de este estudio se realizará en grupos, por lo que los sujetos crearán lazos entre ellos pudiendo motivarlos aún más a seguir con las sesiones y mejorar su desempeño.

A pesar de que existen varios estudios que demuestran la efectividad del exergaming y que han sido revisados poseen una baja calidad metodológica u omitían información importante en el artículo, como la aleatorización, cegamiento, intervención, etc., poniendo en duda la veracidad de los resultados finales presentados. Para que no ocurra esto es por lo se pretende llevar a cabo una investigación rigurosa en cuanto a metodología que pueda proporcionar resultados sin sesgos y de buena calidad.

Hoy en día existe un auge por sumar tecnología, como es el caso de los videojuegos, como parte integral de programas de tratamiento, en este caso para el equilibrio, el cual hace unos 10 años atrás nadie se hubiese imaginado. Se espera sentar bases y conciencia para que se siga desarrollando el área del exergaming en adultos mayores en Chile.

14.4. ÉTICO

El desarrollo de este estudio se adecuará y cumplirá los cuatro principios de la bioética, justicia, no maleficencia, autonomía y beneficencia. Además el estudio será evaluado por un comité de ética independiente quienes evaluarán el cumplimiento de los requisitos.

Se hará entrega de un consentimiento informado para que sea firmado por los participantes de manera libre ya que representa la manifestación de su autonomía, el cual informará sobre qué consiste el estudio junto a los beneficios y posibles riesgos que puede tener mientras dure el estudio y otros aspectos de la investigación.

14.5. RELEVANTE

Esta investigación apunta a la generación de nuevo conocimiento, integrando un protocolo de ejercicio tradicional más ejercicio con ayuda de tecnología para mejorar el equilibrio dinámico, dirigido a adultos mayores con riesgo de caídas que es una población que cada día crece más por lo tanto se le debe dar la importancia que corresponde. También ayudaría a profesionales de la salud que deban atender a esta población.

No solo se trata de probar cuán eficaz es la intervención, también se trata de promover alternativas de tratamiento que tengan más afinidad con las población que lo va a recibir.

De comprobarse su efectividad y mejor adherencia, sería prudente tratar de que se incluya en nuevas guías ya sea como forma de tratamiento primordial u opcional.

15. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

15.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Existen varias clasificaciones de los tipos de estudio, los hay según su finalidad, seguimiento, cronología, etc. Cada uno de ellos posee sus ventajas y desventajas, cual se utiliza depende de la pregunta de investigación que se desea responder. ^{(32) (33)}

De acuerdo a su finalidad hay dos tipos: descriptivos y analíticos. Los estudios descriptivos se relacionan con la distribución de las enfermedades, se utilizan para describir la frecuencia, distribución y características importantes de un problema de salud determinado en una población. Posibilitan establecer asociación entre dos o más variables sin establecer una relación causa-efecto, pero sí pueden llegar a formular una hipótesis la que posteriormente puede ser puesta a prueba a través de un estudio analítico. Son convenientes cuando se tiene muy poca información acerca de alguna enfermedad, permitiendo así dirigir otro tipo de estudio como también desarrollar medidas sanitarias para esa enfermedad. ^{(32) (33) (34)}

Los estudios analíticos evalúan una presunta relación causal entre un factor y un efecto, respuesta o resultado, o sea estudian y verifican las hipótesis generadas en los estudios descriptivos.

Dentro de los estudios analíticos existe una división de acuerdo a la actitud del equipo investigador y la relación que tendrán las personas con el factor a estudiar, si el investigador se mantiene al margen y solo se limita a observar, medir y analizar ciertas variables sin controlar el factor de estudio se trata de estudios tipo observacionales, como los estudios de cohorte y de casos o controles.

Si el investigador controla el factor, asignando sujetos a una determinada intervención o a un grupo de comparación, con el objetivo de estudiar las relaciones causa-efecto de dicha intervención y sus efectos en la salud se trata de un estudio experimental, como lo son ensayos clínicos, comunitario o de campo. ^{(32) (33) (34) (35)} Esto permite disminuir la probabilidad de que otros factores influyan sobre el resultado, entregando una mayor confianza sobre las conclusiones obtenidas, por esto es que los estudios experimentales, y dentro de estos los ensayos clínicos aleatorios, aportan el nivel más alto de evidencia causa-efecto. ⁽³⁵⁾

Es debido a lo anterior y con el propósito de responder la pregunta de investigación planteada, se hace uso de un ensayo clínico aleatorio.

15.2. ENSAYO CONTROLADO ALEATORIZADO (ECA)

El ECA se puede definir como una investigación prospectiva, en la cual asignan a las personas que participan en él a una determinada intervención o a un grupo de comparación, con el objetivo de analizar la relación causa-efecto entre la intervención y su resultado sobre la salud, estas intervenciones pueden ser procedimientos quirúrgicos, medicamentos o dispositivos como también cambios de conducta o del manejo de procesos asistenciales. ⁽³⁶⁾

Un ECA que cuente con un buen diseño y que se ejecute de manera correcta otorga la mejor evidencia con respecto al efecto de una determinada intervención, pero si el estudio posee una metodología no apropiada puede mostrar resultados exagerados de este efecto. ⁽³⁷⁾

15.3 CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO CONTROLADO ALEATORIZADO

En cuanto a la selección de los participantes:

Para seleccionar los pacientes los investigadores deben conocer cuál es la población diana sobre la cual quiere extrapolar los resultados de su investigación. Y también para saber cómo es que la seleccionará, a través por los criterios de inclusión y exclusión los que serán definidos por los mismos investigadores. Estos criterios permiten establecer una muestra homogénea sobre la cual la intervención produciría los mismo niveles de beneficio o riesgo, eso sí, debe alcanzar un buen equilibrio entre los criterios rigurosos, los cuales producen una muestra muy homogénea incrementando la validez interna del estudio, y unos criterios menos rigurosos, que acepta escoger una muestra más representativa de la población diana, los cuales producen una mayor probabilidad de generalizar efecto obtenido.

Los motivos por las que una persona libremente decide participar son variados, como pueden ser: contribución a la ciencia, acceso a un tratamiento o medicamento para su enfermedad como también a médicos especialistas, habiendo firmado libremente un consentimiento informado.

Un tamaño de muestra adecuado otorga poder estadístico preciso para que en caso de que hayan diferencias significativas no debidas al azar entre los grupos estas puedan ser detectadas. Los errores del tipo I y II son admisibles y el número de participantes que abandonarán el estudio. ⁽³⁵⁾

Aleatorización:

La aleatorización es la asignación de cada uno de los participantes a los diferentes grupos debido únicamente al azar, ni los investigadores ni el paciente pueden intervenir sobre que el grupo al que serán enviados, para ello la aleatorización debe ocurrir luego de que los sujetos ya estén incluidos en el estudio y que la asignación a los diferentes grupos esté oculta para el investigador. Esto permite conceder una repartición equilibrada de las características de los participantes en los diferentes grupos, lo que a la vez permite producir grupos que sean comparables respecto a cualquier condición que puede afectar los resultados de interés, haciendo que la diferencia entre los grupos sea debido a la intervención recibida.

La eficiencia de la aleatorización está ligada al número de participantes del estudio, con muestras muy pequeñas hay más probabilidad de que las características de los grupos no sean totalmente homogénea, cosa que sí ocurriría mientras más personas hayan.

La aleatorización de los participantes en grupos es lo que diferencia al ECA de otros tipos de estudios. ⁽³⁵⁾

Grupos e intervenciones:

Los ECA son desarrollados con el fin de probar tratamientos, evaluar medidas preventivas, detección y diagnóstico de enfermedades. Para esto, el grupo de intervención quien recibirá la intervención a evaluar debe ir acompañado por el grupo de control, que como se dijo anteriormente comparte las mismas características que el grupo de intervención y que recibe las mismas pautas y medidas a lo largo del estudio, la única diferencia que existe entre ellos es el tratamiento.

Generalmente el tratamiento para el grupo control en un ECA suele ser: un placebo, un tratamiento eficaz ya probado o simplemente ninguna intervención. Lo mejor para una investigación es utilizar el tratamiento disponible más eficaz para una condición determinada en el grupo control, si es que existe, ya que no es ético otorgar a los participantes un placebo o realizar ninguna intervención, además permite comparar la relación riesgo/beneficio con el tratamiento que se está evaluando con el grupo de intervención y de esta manera determinar la efectividad, la equivalencia o la no inferioridad del nuevo tratamiento comparado al tratamiento ya conocido.

Cuando se realizan los diferentes tratamientos en los dos grupos es importante cegar al paciente para que no realice la intervención que está recibiendo el otro grupo para de esta manera no arrojar resultados falsos para la intervención de su grupo. ⁽³⁵⁾

Enmascaramiento:

El enmascaramiento es una práctica que se realiza para que las personas relacionadas con la investigación no conozcan algunas características de la misma, lo que permite que los investigadores o bien los sujetos de la muestra generen cambios de conducta o decisiones que puedan influir sobre los resultados finales de la investigación. ⁽³⁵⁾

De acuerdo a quienes han sido cegados, el ECA se divide en distintos tipos:

- 1) En los que no hay enmascaramiento de ningún tipo, todos conocen las intervenciones de cada grupo. Estos son los ensayos abiertos.
- 2) En los que solo los participantes no saben cuál intervención están recibiendo, si la del grupo de intervención o de control. Estos los ensayos simple ciego.

3) En donde los participantes e investigadores desconocen qué intervención están recibiendo los participantes, si la del grupo de intervención o de control.

Estos son los ensayos doble ciego

4) En donde los participantes, investigadores y estadísticos no saben la intervención que están recibiendo. ⁽³⁵⁾

Pérdida y abandono:

Se debe realizar una lista detallada con los pérdida y abandonos de sujetos sufridos durante la realización de la investigación, con el grupo al que pertenecían y el motivo de abandono o pérdida si es que es posible, aun sin seguimiento cada uno de los motivos o causas al analizar los datos poseerá un significado distinto en cuanto a la valoración de la eficacia de la intervención en estudio y llegar a resultados válidos, para no producir sesgos de seguimiento. Esto además permite mantener los grupos comparables excepto en intervención como ya se había descrito. ⁽³⁵⁾

15.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Ventajas o fortalezas:

- Proporciona la mejor evidencia en la relación causa-efecto, ya sea efectos deseados o indeseados.
- Hay un mayor control del factor de estudio, ya que el investigador diseña el protocolo de actuación y decide cómo se lleva a cabo el estudio.
- La aleatorización de los sujetos distribuye equilibradamente factores que pueden influir en los resultados.
- Permiten estudiar diferentes características de la intervención a evaluar: eficacia, efectividad, eficiencia o equivalencia, frente a la intervención del grupo control.
- Para los pacientes permiten la posibilidad de acceder a tratamientos nuevos no accesibles de otra manera. ^{(32) (35)}

Desventajas o debilidades:

- Restricciones éticas y legales.
- Coste elevado.
- Permite evaluar el efecto de una única intervención.
- Participantes muy seleccionados.
- Intervenciones realizadas de forma ideal, diferente a su aplicación habitual.
- Los sujetos del grupo de intervención está recibiendo un tratamiento cuya eficacia es desconocida. ^{(32) (35)}

16. SUJETOS O MUESTRA DE ESTUDIO

16.1. POBLACIÓN DIANA

Personas de 60 años o más, de ambos sexos, diagnosticadas con riesgo de caída en el Examen de Medicina Preventivo del Adulto Mayor (EMPAM).

16.2. POBLACIÓN ACCESIBLE

Personas de 60 años o más, de ambos sexos, clasificados como “con riesgo de caída” en el Examen de Medicina Preventivo del Adulto Mayor (EMPAM), pertenecientes al proyecto “Centro Diurno: Integración comunitaria de los adultos mayores” del sector Pedro de Valdivia en el año 2017.

16.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Personas de 60 años o más, de ambos sexos, diagnosticados como “con riesgo de caída” en el Examen de Medicina Preventivo, pertenecientes al proyecto “Centro Diurno: Integración comunitaria de los adultos mayores” del sector Pedro de Valdivia en el año 2017, que cumplan con los criterios de selección establecidos y que accedan voluntariamente, a través de la firma de un consentimiento informado, a participar en la investigación.

16.4. GRUPO CONTROL

El grupo control estará constituido por hombres y mujeres de 60 años o más en cuyo EMPAM hayan sido clasificados como “con riesgo de caída”. Este grupo recibirá como intervención base los ejercicios propuestos por la Guía de prevención de caídas del adulto mayor del Ministerio de Salud.

16.5. GRUPO EXPERIMENTAL

El grupo experimental estará constituido por hombres y mujeres de 60 años o más en cuyo EMPAM hayan sido clasificados como “con riesgo de caída”. Este grupo recibirá como intervención base las sesiones de ejercicios propuestos por la Guía de prevención de caídas del adulto mayor del Ministerio de Salud (MINSAL), además de un programa de exergaming a través del videojuego Wii Fit U de la Consola Nintendo Wii U.

16.6. MUESTRA

16.6.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- 1) Edad de 60 años o más.
- 2) Capacidad de deambular de forma independiente (sin uso de andador o bastón/es).
- 3) Sin deterioro cognitivo en Minimental abreviado.
- 4) Visión normal o corregida.
- 5) Audición normal o corregida.
- 6) Presentar riesgo de caídas en EMPAM.
- 7) Pertenecer al proyecto “Centro Diurno: Integración comunitaria de los adultos mayores” de Pedro de Valdivia.
- 8) Firma del consentimiento informado.

16.6.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- 1) Presentar amputación de una extremidad.
 - 2) Padecer vértigo u otro trastorno del aparato vestibular.
 - 3) Presencia de úlceras en miembro inferior.
 - 4) Condición médica que prohíba realizar ejercicio.
 - 5) Cirugía o lesiones traumáticas en miembro inferior en los últimos 6 meses.
- Presencia de patología neurológica (Parkinson, alzhéimer, ACV, etc).

16.6.3. TAMAÑO MUESTRAL

Para el cálculo del tamaño se utilizó el software Epidat: Programa para análisis epidemiológico de datos versión 4.2. Se utilizó un nivel de confianza del 95%, una potencia del 80%, una diferencia entre las medias de 3,0 en el Time Up and Go y una desviación estándar de 3,5.

Además se contempló una pérdida del 20%, dando como resultado final un total de 28 participantes por grupo.

[1] Tamaños de muestra. Comparación de medias independientes:

Datos:

| | |
|----------------------------------|----------|
| Varianzas: | Iguales |
| Opción: | Opción 1 |
| Diferencia de medias a detectar: | 3,000 |
| Desviación estándar común: | 3,500 |
| Razón entre tamaños muestrales: | 1,00 |
| Nivel de confianza: | 95,0% |

Resultados:

| Potencia (%) | Tamaño de la muestra | | |
|--------------|----------------------|-------------|-------|
| | Población 1 | Población 2 | Total |
| 80,0 | 23 | 23 | 46 |

Figura 10: Cálculo de tamaño muestral.

16.6.4. ASIGNACIÓN ALEATORIA

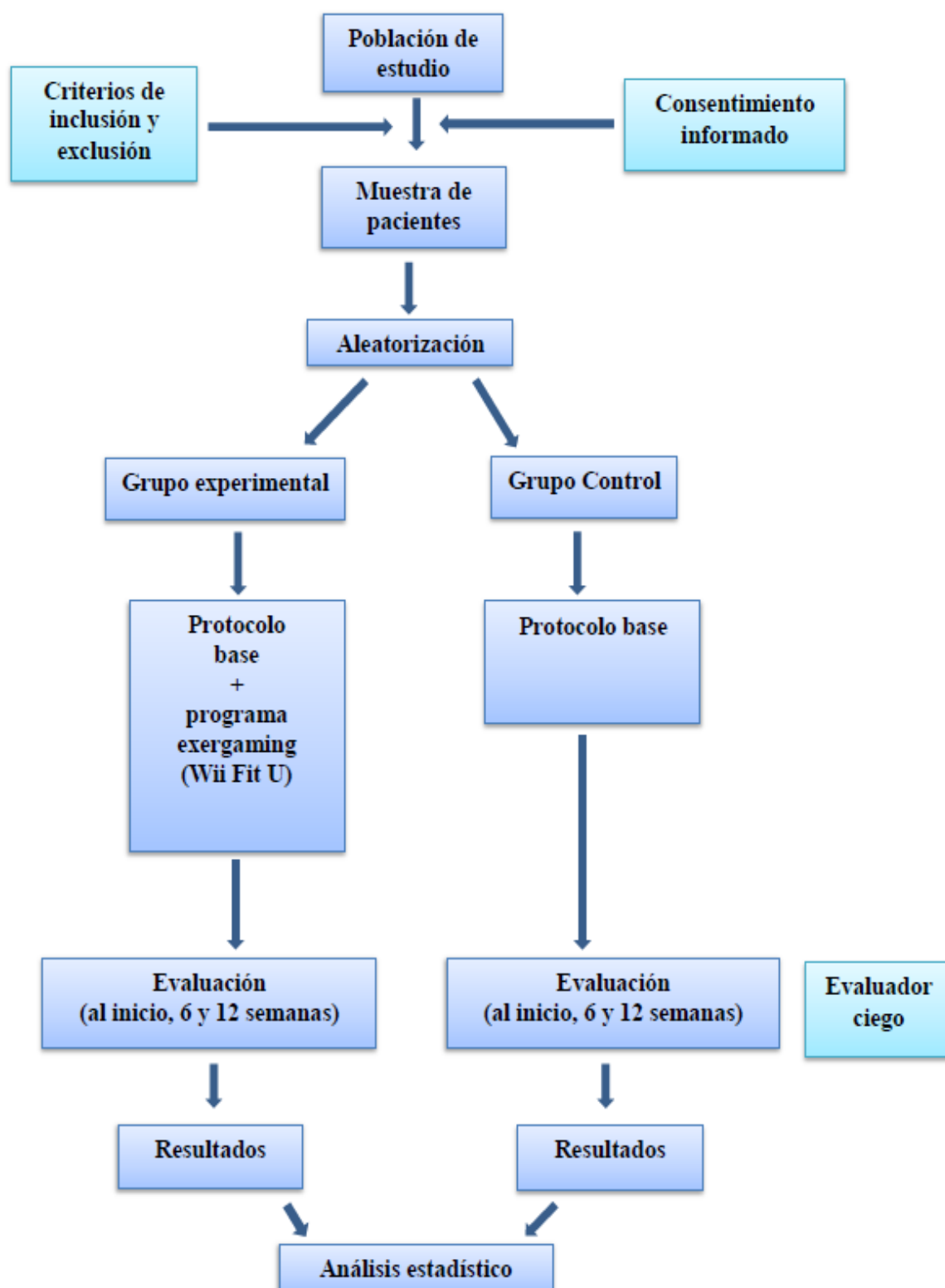
Las personas reclutadas, después de haber aprobado tanto los criterios de inclusión como de exclusión y después de haber leído, entendido y firmado el consentimiento informado serán asignadas mediante aleatorización en los grupos de intervención o de control a través de una aleatorización por bloques.

De esta manera se aseguran características más homogéneas en los grupos y entre los grupos, estos al ser similares evitarán posibles sesgos en las muestras. También estos grupos al ser similares los vuelve comparables entre sí, de esta manera las diferencias que se encuentren al analizar los resultados serán exclusivamente debido a las intervenciones a las que cada grupo será sometido.

16.6.5. ENMASCARAMIENTO

El tipo de enmascaramiento a utilizar en este proyecto es del tipo simple ciego aplicado a los evaluadores quienes realizarán las evaluaciones al inicio, a las 4 y 12 semanas del estudio. Ya que el conocer a qué grupo pertenecen los participantes podría producir errores que afectarán los resultados, evitables una vez cegados.

16.6.6. FLUJOGRAMA



17. VARIABLES

17.1. VARIABLES DEPENDIENTES O DE RESULTADO

Son las variables que se observan o miden para determinar los resultados de una investigación. ⁽³⁸⁾ En este caso se ha tomado el equilibrio estático y dinámico para evaluar el efecto del protocolo de ejercicios utilizando el videojuego Wii Fit U.

Equilibrio Estático.

Definición: Es el estado de la masa en la que todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo están en equilibrio, permaneciendo el cuerpo estable sin que exista movimiento en una determinada posición. ⁽³⁹⁾

Tipo de variable: Cuantitativa continua.

Medición: Se realizará a través del test Estación Unipodal.

Equilibrio dinámico.

Definición: Se describe como el estado en que la suma de las fuerzas que actúan en el cuerpo en movimiento, se mueven de manera controlada permitiendo su desplazamiento. El equilibrio dinámico, es el que se produce durante la realización de movimientos como caminar, sentarse, levantarse etc.; requiriendo que el sujeto se incline hacia delante, hacia los lados, o hacia atrás. ⁽³⁹⁾

Tipo de variable: Cuantitativa continua.

Medición: Se realizará a través del test Time Up and Go (TUG).

Riesgo de caídas.

Definición: Exposición a sufrir una caída.

Tipo de variable: Cuantitativa continua.

Medición: Para detectar el riesgo de caídas se aplicarán dos pruebas: Estación Unipodal y Timed Up and Go.

17.2. VARIABLES INDEPENDIENTES O DE EXPOSICIÓN

Son aquellas que representan los tratamientos o condiciones que el investigador controla para probar sus efectos sobre algún resultado. ⁽³⁸⁾ En este estudio la variable independiente corresponde al protocolo de ejercicios utilizando el videojuego Wii Fit U de la consola Nintendo Wii U.

Medición: Se medirá el efecto del protocolo de ejercicios Wii Fit U mediante las variables de resultado de riesgo de caídas y equilibrio estático y dinámico.

17.3. VARIABLES DE CONTROL

Son aquellas características o factores que podrían tener influencia sobre la variable dependiente. ⁽³⁸⁾ Se considerarán para este estudio las variables de sexo, edad, número de medicamentos que consumen e índice de masa corporal como variables de control. Todas ellas serán medidas por los kinesiólogos evaluadores sólo al comienzo del estudio.

Sexo.

Definición: Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales.

Tipo de variable: Cualitativa dicotómica.

Medición: Se realizará a través de la Cédula de identidad.

Edad.

Definición: Se refiere al tiempo que ha vivido una persona.

Tipo de variable: Cuantitativa continua.

Medición: Se realizará a través de la Cédula de identidad o un certificado de nacimiento emitido por el gobierno de Chile.

Número de medicamentos.

Definición: Cantidad de sustancias que se administran con el fin de, prevenir, curar o aliviar una enfermedad. El efecto de los fármacos constituye un factor extrínseco como causante de una caída.

Tipo de variable: Cuantitativa discreta.

Medición: Se obtendrá mediante una entrevista.

Índice de Masa Corporal (IMC).

Definición: Es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla, se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en las personas. Se calcula dividiendo el peso de los participantes en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m^2).

Tipo de variable: Cuantitativa continua.

Medición: Este valor se obtendrá a través de la balanza incorporada en la Wii Balance Board y la estatura de los pacientes, utilizando los valores proporcionados por MINSAL. ⁽⁴⁾

18. INTERVENCIONES

18.1. PROTOCOLO DE BASE

El protocolo de base consta de ejercicios que se encuentran en el Manual de Prevención de Caídas del Ministerio de Salud, la lista de los ejercicios con su respectiva descripción se encuentran más adelante. Los criterios de progresión de estos ejercicios se basan en poder realizarlos de buena manera, o sea, sin perder el equilibrio ni requerir apoyos si es que el mismo ejercicio no los indica.

Estos ejercicios se realizarán 2 veces a la semana, específicamente los días martes y jueves, por 12 semanas, en donde cada sesión tendrá una duración de aproximadamente 50 minutos. El protocolo está dividido en 3 fases, calentamiento, de intervención y vuelta a la calma. De estos, en la fase de intervención es donde se realizarán los ejercicios de la guía del Ministerio de Salud. ⁽²⁷⁾ ⁽⁴⁰⁾

El lugar donde se realizarán estas actividades será en una sala de la misma sede del Centro Diurno Adulto Mayor de Pedro de Valdivia, la cual será solicitada con antelación y contará con las siguientes características: que sea un lugar amplio para el trabajo grupal, con buena iluminación, con buena ventilación y que esté temperada.

18.1.1 ESTRUCTURA DE LA SESIÓN

La estructura de la sesión va determinada según intensidad y progresión del trabajo, de forma que se facilite la integración de los participantes en el clima de la sesión. Así, debe contemplar las siguientes fases:

Fase de calentamiento:

La fase tendrá una duración de 8 minutos, para preparar el cuerpo y la mente para el trabajo.

En esta fase los participantes iniciarán formando un círculo en la sala y empezarán a dar vuelta caminando desde paso muy lentos a pasos de mayor velocidad. Una vez se les ordene que se detengan se realizarán movilizaciones de todas las articulaciones de miembros superiores e inferiores manteniendo el círculo y posteriormente a ello se harán estiramientos de grandes grupos musculares, tanto de miembros superiores e inferiores como de tronco. Después de los ejercicios anteriores se les entregará balones terapéuticos, los cuales deberán ir pasando hacia el compañero que está detrás girando solamente el tronco.

Cabe destacar que esta fase pondremos música de fondo acorde a su gusto, pero no tan fuerte de modo de que puedan escuchar claramente las instrucciones.

Fase de intervención:

Durante esta fase, los participantes tendrán a la vista la Escala de Percepción de Esfuerzo de Borg, mediante la cual se les pedirá no alcanzar un puntaje mayor o igual a 7, lo cual corresponde a un trabajo de esfuerzo muy pesado. En el caso de llegar a dichos puntajes, al participante se le solicitará que tome un descanso máximo de 5 minutos antes de volver a la actividad.

La fase tendrá de duración de 30 minutos. En ella se trabajará a través de tareas de complejidad progresiva, cuidando de no ir más allá de las posibilidades de los usuarios, la cual constan de los siguientes ejercicios:

Ejercicio N°1:

El participante se encuentra sentado y alineado, y en esta posición gira el cuello hacia los lados. Se realiza cinco veces por lado.

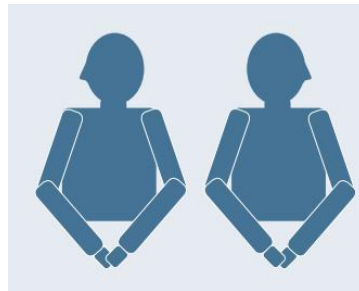


Figura 11: Ejercicio N°1.

Ejercicio N°2:

El participante se encuentra sentado y alineado, y en esta posición hunde el mentón con ayuda de su mano. Se realiza cinco veces por lado.



Figura 12: Ejercicio N°2.

Ejercicio N°3:

El participante se encuentra de pie y alineado, con sus manos se toma ambas caderas y comienza a girar el tronco hacia los lados sin movilizar las caderas. Se realiza cinco veces por lado.

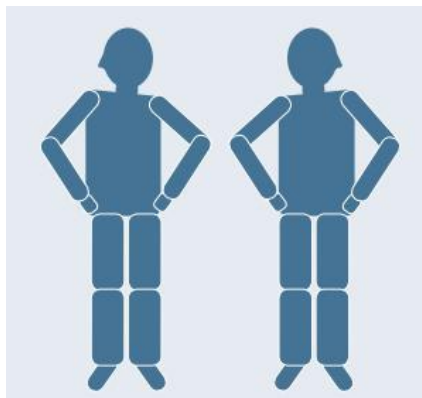


Figura 13: Ejercicio N°3.

Ejercicio N°4:

El participante se encuentra de pie y alineado, con sus manos se apoya en la región lumbar y desde aquí arquea suavemente la columna hacia adelante. Se realiza cinco veces.



Figura 14: Ejercicio N°4.

Ejercicio N°5:

El participante se encuentra de pie apoyado sobre una sola pierna mientras se afirma con una mano a una mesa, con la pierna que queda libre deberá realizar abducción de cadera con un peso a nivel de tobillos. Se realiza 10 veces a cada lado.



Figura 15: Ejercicio N°5.

Ejercicio N°6:

El participante se encuentra de pie frente a una mesa, apoyándose solo en la punta de ambos pies para elevar el talón. Se realiza veinte veces.

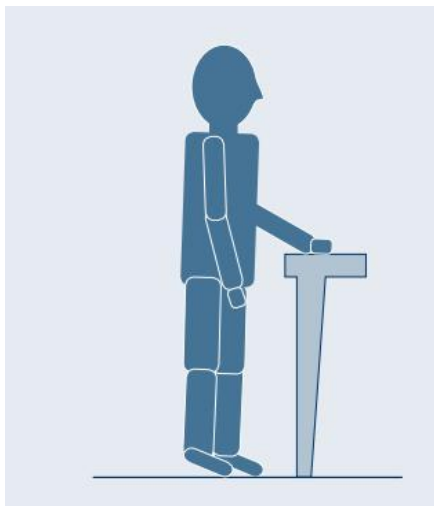


Figura 16: Ejercicio N°6.

Ejercicio N°7:

El participante se encuentra de pie frente a una mesa, manteniendo el equilibrio solo en punta de pies. Debe mantenerse en esa posición durante veinte segundos para posteriormente realizar nuevamente el ejercicio pero esta vez sin apoyo.

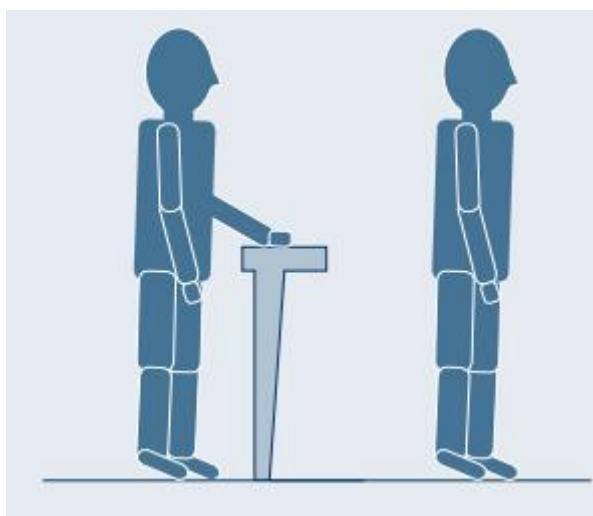


Figura 17: Ejercicio N°7.

Ejercicio N°8:

El participante se encuentra de pie apoyándose solo en los talones elevando la punta de los pies. Debe permanecer en esta posición durante veinte segundos.

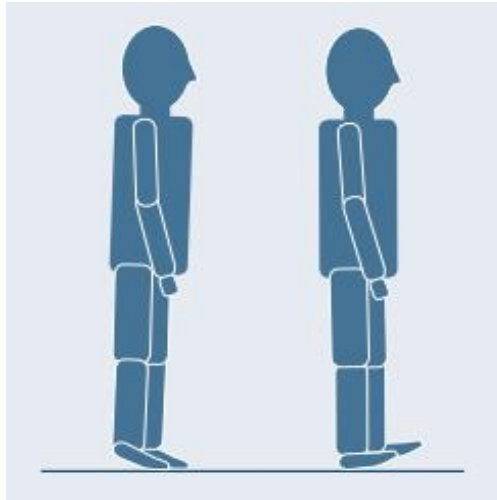


Figura 18: Ejercicio N°8.

Ejercicio N°9:

El participante se encuentra de pie frente a una mesa, seguido deberá bajar el cuerpo realizando flexión de tobillos, rodillas y caderas. Se realiza diez veces.



Figura 19: Ejercicio N°9.

Ejercicio N° 10:

El participante se encuentra de pie apoyado sobre una baranda la cual se encuentra a un costado, el participante deberá caminar tocando la punta del pie con el talón del pie contrario. Se camina durante diez segundos y para aumentar el nivel de complejidad esta misma actividad se realiza con los ojos cerrados.

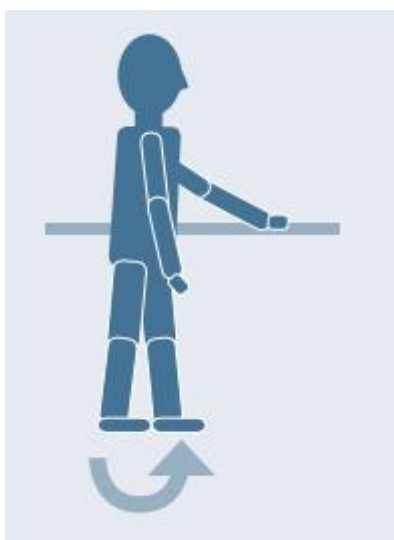


Figura 20: Ejercicio N°10.

Ejercicio N°11:

Exactamente el mismo ejercicio que el N° 10 pero sin apoyo en barandas.



Figura 21: Ejercicio N°11.

Ejercicio N°12:

El participante se encuentra de pie sobre solamente una pierna mientras que la otra tendrá flexión de rodilla, se deberá mantener el equilibrio sobre la pierna durante 10 segundos.



Figura 22: Ejercicio N°12.

Ejercicio N°13:

El participante debe sentarse en una silla con respaldo recto, enfocar la mirada en un objeto que esté a 3 metros de distancia mientras se levanta lentamente y luego se vuelve a sentar. Debe mantener los ojos abiertos. A continuación se repite el ejercicio anterior con los ojos cerrados. Repetir 5 veces cada ejercicio.

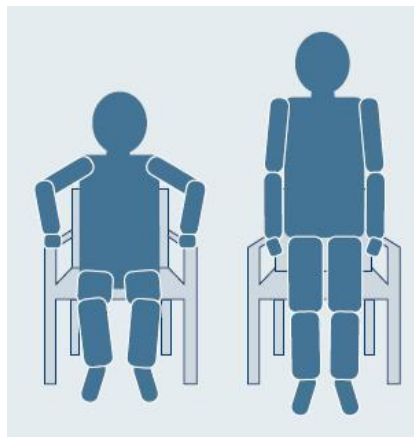


Figura 23: Ejercicio N°13.

Ejercicio N°14:

El participante estará sentado con la espalda recta y apoyada en el respaldo de la silla, se le solicitará que extienda la rodilla y movilice el tobillo.

Se realiza 10 veces en cada pierna.

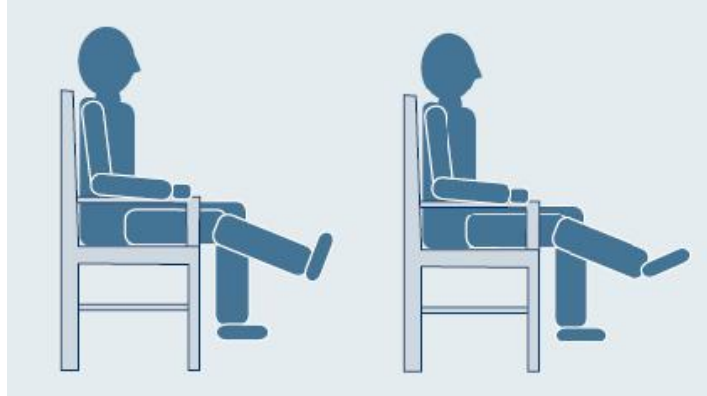


Figura 24: Ejercicio N°14.

Ejercicio N°15:

El participante estará sentado con la espalda recta y apoyada en el respaldo de la silla, se le solicitará que se ponga de pie con ayuda de los dos brazos. Debe realizar la mayor cantidad de repeticiones posibles en 30 segundos. La progresión de este ejercicio es realizar la misma acción sólo que con la ayuda de un solo brazo.

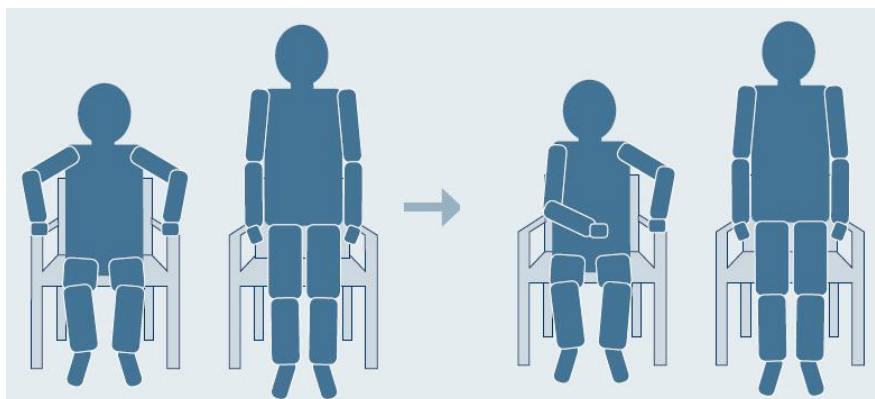


Figura 25: Ejercicio N°15.

Fase de vuelta a la calma:

Esta fase tendrá una duración de 10 minutos, con la intención de bajar progresivamente la intensidad. Esta parte incluirá actividades de relajación, masaje y estiramientos.

Al igual que en la fase de calentamiento, los participantes formarán un círculo y empezarán a caminar. Pasado un tiempo y a la vez que caminan se realizarán ejercicios de respiración, se les pedirá que se toquen el abdomen con una mano y tomen aire por la nariz tratando de inflar el abdomen, contenerlo durante 2 o 3 segundos para posteriormente botarlo por la boca poco a poco desinflando el abdomen, realizaremos 10 veces este ejercicio de respiración.

Posteriormente a esto, se les pedirá que se sienten para realizar ejercicios de relajación, solicitaremos la contracción de grandes grupos musculares para luego relajarlas y que sientan el cambio que se produce entre cada fase, enfatizando que la finalidad del ejercicio es que cada grupo muscular quede relajado. ⁽²⁷⁾

18.2. PROGRAMA DE EXERGAME

Este programa de ejercicios será realizado 3 veces a la semana, específicamente los días lunes, miércoles y viernes, durante 12 semanas, en donde cada sesión tendrá una duración de aproximadamente 50 minutos. El protocolo está dividido en 3 fases, calentamiento, intervención y vuelta a la calma. De los cuales, en la fase de intervención es en donde se realizarán los juegos con la consola, se seleccionaron 6 juegos y cada uno tendrá una duración de 5 minutos, la lista y detalles de los juegos como su nivel de progresión se encuentran más adelante.

Cabe destacar que durante las 3 primeras sesiones los juegos se realizarán 8 minutos para que los participantes primero asimilen el ejercicio antes de practicarlo debidamente.

El programa se realizará en grupos de 10 personas debido a la cantidad de consolas Nintendo Wii U que se consideró podrán estar en funcionamiento simultáneamente sin alterar el ambiente de trabajo. Será llevado a cabo en una sala de la misma sede del Centro Diurno Adulto Mayor de Pedro de Valdivia la cual será solicitada con antelación y que cuente con las siguientes características: que sea amplia para el trabajo grupal, con buena iluminación, buena ventilación y temperada

18.2.1 ESTRUCTURA DE LA SESIÓN

Fase de calentamiento:

La fase tendrá una duración de 8 minutos.

En esta fase, en un primer momento los participantes deberán formar un círculo en la sala y empezarán a dar vueltas caminando desde pasos muy lentos a pasos de mayor velocidad. Una vez se les ordene que se detengan se realizarán movilizaciones de todas las articulaciones de miembros superiores e inferiores, manteniendo el círculo y posterior a ello se harán estiramientos de grandes grupos musculares, tanto de miembros superiores e inferiores como de tronco.

Después de los ejercicios anteriores se les entregarán balones terapéuticos, los cuales deberán ir pasando hacia el compañero que está detrás girando solamente el tronco.

Cabe destacar que durante esta fase pondremos música de fondo a gusto de los participantes, cuidando el volumen, de modo de que puedan escuchar de forma clara las instrucciones.

Fase de intervención:

Durante esta fase, los participantes tendrán a la vista la Escala de Percepción de Esfuerzo de Borg, mediante la cual se les pedirá no alcanzar un puntaje mayor o igual a 7 puntos, lo cual corresponde a un trabajo de esfuerzo “muy pesado”. En el caso de llegar a dichos puntajes, al participante se le solicitará que tome un descanso máximo de 5 minutos antes de volver a la actividad. En caso de que el paciente sienta inseguridad, pérdida del equilibrio o

necesite tomar un descanso, contará con una silla ubicada al lado de la Wii Balance Board que esté utilizando.

La fase tendrá de duración 30 minutos, la cual constará de los siguientes juegos:

Soccer Heading/ Cabeceos

Postura inicial: Paciente en bípedo sobre la Wii Balance Board (WBB), de frente al televisor, con los pies separados idealmente a la misma distancia que sus hombros, sin zapatos y si el paciente lo tolera, sin calcetines ya que el contacto con la piel mejora la adherencia a la superficie de contacto de la WBB. Este juego no requiere de elementos adicionales a la WBB.

En la pantalla de este juego se verá al personaje que es controlado por el jugador, quien se encuentra de espaldas y semi-transparente. Frente a él habrá una fila de jugadores controlados por el videojuego, quienes sucesivamente lanzarán balones en dirección al personaje, quien deberá intentar cabecearlos, para ello el jugador debe inclinar su cuerpo a izquierda, derecha o mantenerse en el centro según la dirección que curse el balón. El juego tiene un tiempo predeterminado, en el cual deberá cabecear el mayor número de balones posibles con el fin de conseguir un mejor puntaje y de esta manera poder pasar al siguiente nivel.

Mientras se avanza en el juego, los balones tomarán más velocidad y también aparecerán otros elementos que el participante deberá esquivar para no disminuir su puntuación.

Los participantes podrán hacer uso de sus extremidades superiores si requiere de un mayor equilibrio.



Figura 26: Soccer Heading en pantalla y en la realidad.

Balance bubble/ Río abajo

Postura inicial: Paciente en bípedo sobre la Wii Balance Board (WBB), de frente al televisor, con los pies separados idealmente a la misma distancia que sus hombros, sin zapatos y si el paciente lo tolera, sin calcetines ya que el contacto con la piel mejora la adherencia a la superficie de contacto de la WBB. Este juego no requiere de elementos adicionales a la WBB.

En este juego se verá al personaje del participante dentro de una burbuja, la cual deberá guiar a través de un río hasta el final de este pasando por diferentes obstáculos y tratando de no tocar las paredes para evitar que se rompa la burbuja y perder el juego. Para ello el participante puede mover la burbuja en la dirección de los diferentes puntos cardinales a través de la inclinación correspondiente de su cuerpo, es decir, si desea avanzar deberá inclinarse hacia adelante, si quiere retroceder se inclinará hacia atrás y lo mismo sucede con los lados.

El juego viene con un tiempo predeterminado, en el cual debe recorrer la mayor distancia posible y alcanzar la meta para poder avanzar al siguiente nivel, registrándose la distancia recorrida en cada intento.

Los participantes podrán hacer uso de sus extremidades superiores si requiere de un mayor equilibrio.



Figura 27: Balance bubble en pantalla y en la realidad.

Table Tilt/ Plataformas

Postura inicial: Paciente en bípedo sobre la Wii Balance Board (WBB), de frente al televisor, con los pies separados idealmente a la misma distancia que sus hombros, sin zapatos y si el paciente lo tolera, sin calcetines ya que el contacto con la piel mejora la adherencia a la superficie de contacto de la WBB. Este juego no requiere de elementos adicionales a la WBB.

En este juego encontramos una plataforma basculante en la cual hay una esfera y un orificio. El participante deberá inclinar la plataforma a través de la inclinación de su propio cuerpo sobre la WBB, desplazando así su centro de gravedad de forma que la esfera ruede y caiga por el agujero. En cada nivel la plataforma tiene una forma distinta, con cuencas, elevaciones y obstáculos, uno o más orificios y la cantidad de esferas sobre la plataforma va aumentando de manera progresiva. El juego tiene cierta cantidad de tiempo y el objetivo es pasar la mayor cantidad de niveles posibles. Los participantes podrán hacer uso de sus extremidades superiores si requiere de un mayor equilibrio.



Figura 28: Table Tilt en pantalla y en la realidad.

Perfect 10/ Consigue un 10

Postura inicial: Paciente en bípedo sobre la Wii Balance Board (WBB), de frente al televisor, con los pies separados idealmente a la misma distancia que sus hombros, sin zapatos y si el paciente lo tolera, sin calcetines ya que el contacto con la piel mejora la adherencia a la superficie de contacto de la WBB. Este juego no requiere de elementos adicionales a la WBB.

En este juego encontramos al personaje del participante rodeado de tres números (dos a los costados y uno en la espalda), con estos números el participante deberá realizar una suma que dé como resultado 10. Para seleccionar el número que desee, el participante deberá mover solo sus caderas, atrás si quiere elegir el número que se encuentra atrás del personaje o a los lados para elegir los correspondientes. En el caso de que se llegase a equivocar al escoger un número, puede volver a realizar el movimiento para deseleccionarlo.

El juego tiene un tiempo predeterminado en el cual deberá ejecutar el mayor número de operaciones matemáticas posibles, los cuales indicarán si es que avanza o no de nivel. A medida que progresa el nivel aparecerá un cuarto número que se ubicará al frente del personaje, y más avanzado aún en el nivel comenzarán a aparecer números negativos.

Los participantes podrán hacer uso de sus extremidades superiores si requiere de un mayor equilibrio.

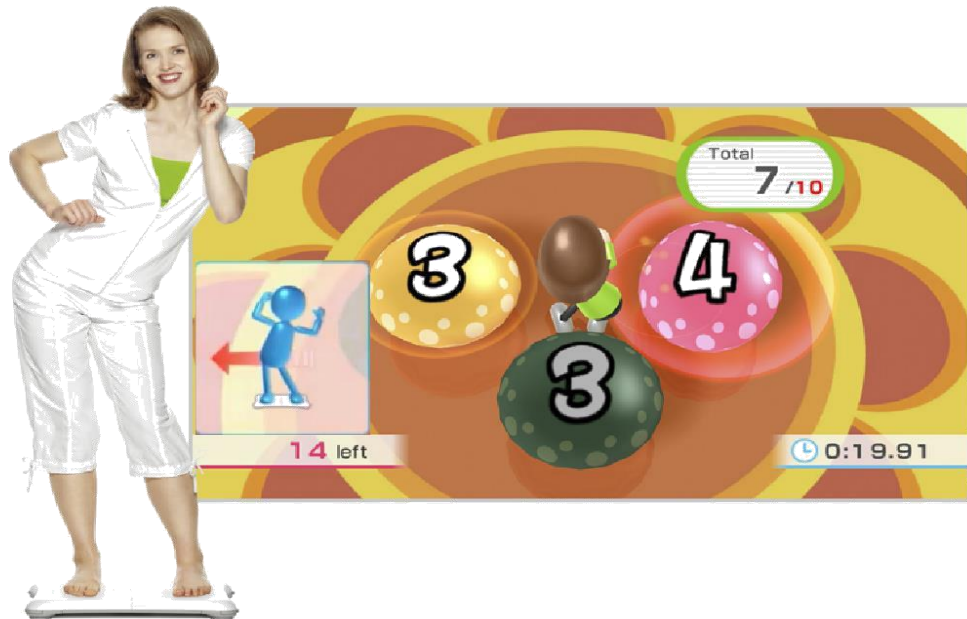


Figura 29: Perfect 10 en pantalla y en la realidad.

Trampoline target/ Cama elástica

Postura inicial: Paciente en bípedo sobre la Wii Balance Board (WBB), de frente al televisor, con los pies separados idealmente a la misma distancia que sus hombros, sin zapatos y si el paciente lo tolera, sin calcetines ya que el contacto con la piel mejora la adherencia a la superficie de contacto de la WBB. Este juego no requiere de elementos adicionales a la WBB.

El personaje del participante comienza el juego sobre una especie de trampolín inflable, en el cual el objetivo es saltar lo más alto posible. Para realizar esto deberá flexionar sus piernas y luego extenderlas de manera rápida sin despegar la planta del pie de la Wii Balance Board, mientras más pronunciada es esta flexión y extensión, mayor altura logrará el personaje.

Tanto en el trayecto de subida y bajada del personaje, el participante deberá tratar de centrar su centro de gravedad de acuerdo al cuadro que se muestra a la derecha para que cuando el personaje llegue al suelo este no caiga

fuera del trampolín. El juego tiene un tiempo predeterminado dentro del cual deberá saltar lo más alto posible.

Los participantes podrán hacer uso de sus extremidades superiores si requiere de un mayor equilibrio.



Figura 30: Trampoline Target en pantalla y en la realidad

Desert course/ Dulce entrega

Postura inicial: Paciente en bípedo sobre la Wii Balance Board (WBB), de frente al televisor, con los pies separados idealmente a la misma distancia que sus hombros, sin zapatos y si el paciente lo tolera, sin calcetines ya que el contacto con la piel mejora la adherencia a la superficie de contacto de la WBB. Este juego requiere de WBB y GamePad.

El personaje del participante es un camarero en medio de una fiesta donde deberá ir a buscar diferentes tipos de comidas a alguno de los cuatro chefs ubicados en las esquinas del mapa y una vez tenga estos alimentos deberá ir a dejárselos a la persona que lo esté pidiendo para volver a repetir el sistema. Para conseguir lo anterior el participante deberá realizar tres acciones, una de ellas

es manejar la dirección en que camina su personaje, para ello el participante solo debe cargar más peso sobre una de sus piernas, por ejemplo si quiere girar hacia la derecha deberá cargar más peso sobre la pierna derecha.

La segunda acción es caminar, ya sea hacia los chefs o hacia las personas que estén pidiendo la comida, para ello debe hacer transferencias de peso seguidas de una pierna a la otra, como si realmente estuviese caminando pero sin avanzar ni bajarse de la WBB.

La tercera acción se realiza con el GamePad de la consola, la cual representa en el juego a la bandeja con que el camarero lleva la comida de un lugar a otro. Este GamePad es sostenido con ambas manos procurando mantenerla siempre de forma horizontal para que en el juego no se caiga la comida que está transportando.

El juego tiene un tiempo predeterminado dentro del cual deberá entregar alimentos a la mayor cantidad de personas posibles.

A medida que se avanza en el juego aumentará el número de personas y/o alimentos que debe entregar en cada viaje.



Figura 31: Desert course en pantalla y en la realidad.

Fase de vuelta a la calma.

Esta fase tendrá una duración de 10 minutos.

Al igual que en la fase de calentamiento, los participantes formarán un círculo y empezarán a caminar. Pasado un tiempo y a la vez que caminan se realizarán ejercicios de respiración, se les pedirá que se toquen el abdomen con una mano y tomen aire por la nariz tratando de inflar el abdomen, mantener el aire dentro durante 2 o 3 segundos para posteriormente botarlo por la boca poco a poco desinflando el abdomen, se realizará 10 veces este ejercicio de respiración.

Posteriormente a esto, se les pedirá que se sienten para realizar ejercicios de relajación, se solicitará la contracción de grandes grupos musculares para luego relajarlos y que sientan el cambio que se produce entre cada una fase, enfatizando que la finalidad del ejercicio es que cada grupo muscular quede relajado

19. PROPUESTA DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

19.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Toda la información recopilada acerca de las variables se obtendrá a partir de las 3 evaluaciones que se realizarán durante el transcurso estudio, estos datos serán registrados en una planilla Excel.

Esta organización permitirá determinar las medidas de tendencia central o promedio y de dispersión o desviación estándar, que permitirán comparar y calcular los resultados de ambos grupos.

Toda esta información será representada en distintos gráficos o tablas a fin de realizar una síntesis de los datos.

19.2. ANÁLISIS INFERENCIAL

A partir de los resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones y para determinar la existencia de diferencias significativas entre los 2 grupos en las medias obtenidas en el equilibrio estático y dinámico al inicio, 6° semana y 12° semana, se aplicará la T- test (T de student).

20. ASPECTOS O CONSIDERACIONES ÉTICAS

20.1. AUTONOMÍA

A cada uno de los participantes y de forma individual se les hará entrega de un consentimiento informado (Anexo 1), el cual deberán leer y entender antes de proceder a firmarlo, cualquier duda que tengan se les responderá de forma inmediata. En este se explicará acerca de lo que trata el estudio, así como los objetivos, que será asignada aleatoriamente a uno de los dos grupos como también los posibles beneficios y perjuicios que se pudieran ocasionar.

Si alguno de los participantes no sabe leer, un terapeuta le leerá el consentimiento informado de forma completa sin omisión de frases o palabras para evitar que las ideas se mal entiendan.

También se informará de que tendrán el derecho de abandonar el estudio en el momento en que él/ella lo desee sin sufrir consecuencia o repercusión alguna por ello.

20.2. NO MALEFICENCIA

Debido a que la intervención propuesta podría requerir de un gran esfuerzo físico dependiendo de cada persona, se han considerado medidas preventivas con el fin de reducir al máximo los riesgos. Dentro de estas medidas por ejemplo se encuentran el explicar de forma que cada participante entienda cómo se debe realizar el ejercicio, el poder tomar descansos entre los juegos y/o después de estos cuando se sienta exhausto, contar con una silla

cerca en el caso que quiera descansar o necesiten afirmarse de ella cuando sientan que van a perder el equilibrio.

Otro aspecto a considerar es que toda la información recabada acerca de los participantes será accesible solo para los investigadores, los participantes no podrán acceder a información de terceros.

20.3. BENEFICENCIA

Los participantes de ambos grupos recibirán un protocolo de ejercicios de base, el cual es parte del programa de ejercicios propuestos por el Gobierno a través del Ministerio de Salud, por lo que ambos grupos recibirán un beneficio por participar en el estudio. Además estos ejercicios serán llevados a cabo por terapeutas que ya cuentan con conocimientos básicos y que también serán capacitados para llevar a cabo estos. Además los resultados no solo beneficiarán a los participantes del estudio, sino que también a toda la población adulto mayor, tanto la generación actual como las que vienen en camino.

20.4. JUSTICIA

Cada uno de los participantes del estudio será tratado de forma igualitaria, por lo que los terapeutas y evaluadores también serán capacitados en esta materia. No habrá ningún tipo de discriminación ya sea por su nivel socioeconómico, religioso o cualquier otra circunstancia sociocultural durante todo el tiempo que dure el estudio. Tampoco y por ningún motivo se le negará la participación al estudio a la persona que cumpla los criterios de inclusión.

21. ADMINISTRACIÓN Y PRESUPUESTO DEL ESTUDIO

21.1. ADMINISTRACIÓN

Para la ejecución y desarrollo de este estudio, se requerirá de un equipo clínico de salud, íntegro y cohesionado, que realice a cabalidad tanto el análisis como la interpretación de los datos recabados en conjunto con la información relevante que pueda ser útil y suficiente para dar respuesta a nuestra pregunta de investigación. Las actividades serán llevadas a cabo según el calendario y los tiempos establecidos para cada etapa, para lo cual a lo largo de todo el estudio se necesitarán recursos tanto económicos, de implementación, de traslados y movilización como de personal adecuado.

21.2. EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

El equipo que formará parte de la investigación, estará conformado por cinco kinesiólogos (as) de los cuales, 3 serán los investigadores fundadores de este estudio, dos evaluadores y un estadístico.

21.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO

Investigadores principales: Kinesiólogos 1, 2 y 3.

Profesionales fundadores del proyecto de investigación, que presentan conocimiento y manejo en el área y tema a estudiar, además de conocer claramente las directrices a seguir. Serán además los que ejecutarán los protocolos.

Kinesiólogos evaluadores 1 y 2.

Profesionales de la salud externos, capacitados en la realización de las evaluaciones requeridas para el estudio.

Estadístico.

Profesional con experiencia en el cálculo del tamaño de muestra, análisis y propuestas estadísticas e investigaciones clínicas.

Rol del equipo

Kinesiólogos tratantes (Investigadores principales).

- Coordinar, supervisar y organizar la investigación.
- Conformar el equipo que trabajará en el estudio y asignar los respectivos roles.
- Explicar a los pacientes en qué consistirá el estudio.
- Corroborar firma de consentimiento informado.
- Reclutar la muestra de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión, verificando el cumplimiento de éstos.
- Resguardar y cumplir los principios éticos de la investigación.
- Administrar los recursos económicos.
- Capacitar a los evaluadores en las maneras de realizar las evaluaciones.
- Aplicar protocolo Wii Fit U.

- Enseñar y guiar a los usuarios del centro de AM en la correcta ejecución de la terapia base por sí sola, y en combinación con el protocolo Wii Fit U, educando acerca de los beneficios del tratamiento, así como entregando una adecuada retroalimentación de la técnica realizada en la jornada para corregir cualquier error en su realización.

Kinesiólogos evaluadores.

- Realizar las evaluaciones al inicio a las 6 y a las 12 semanas del estudio, como evaluación de equilibrio y riesgo de caídas.

Estadístico.

- Elaborar una base de datos con los resultados obtenidos.
- Realizar análisis estadísticos de los datos obtenidos al finalizar el estudio.

21.3 MATERIALES E IMPLEMENTACIÓN.

Para llevar a cabo la investigación necesitarán los siguientes materiales:

| Implementación para medición de variables. | Implementos generales. | Implementos para intervención. |
|---|---------------------------------------|--|
| Cinta métrica | Notebook (Microsoft Office incluido). | Consolas Nintendo Wii U (incluye GamePad). |
| Impreso de Escala percepción de esfuerzo de Borg. | Impresora multifuncional. | Wii Fit U (videojuego). |
| Impreso de Prueba Estación unipodal. | Escritorio. | Wii Balance Board. |
| Impreso de Prueba Time up and Go (TUG). | Silla de escritorio. | Sillas con apoya brazos. |
| Impreso de fichas de ingreso de datos. | Hojas tamaño carta. | Televisores. |
| | Archivadores. | Pilas recargables AA (Wii Balance Board). |
| | Tinta impresora. | Cargador de pilas. |
| | Corchetera. | Balones terapéuticos. |
| | Lápices. | Pesas de tobillo (1kg). |
| | Alargadores. | |
| | Rack TV con puertas y cerradura. | |

Tabla 1: Materiales e implementación.

Espacio Físico

Para la realización del estudio se requerirá de un lugar físico donde realizar las intervenciones, para esto se dispondrá de un espacio en el Centro de Adulto Mayor de Pedro de Valdivia, siendo esto el acceso al gimnasio y una oficina, que será utilizada para llevar a cabo la labor de los investigadores, los evaluadores y el estadístico. Este lugar contará con espacio suficiente para la implementación y resguardo de los televisores, consolas y otros materiales requeridos tanto para la aplicación de los protocolos como para las evaluaciones y análisis de resultados obtenidos.

Presupuesto

En cuanto a la obtención de los recursos económicos se postulará a diversos fondos concursables, como el Fondo Nacional de Investigación y Desarrollo en Salud (FONIS), fondos privados o institucionales, que serán necesarios para la realización de esta investigación.

Gastos de implementación

Se detalla a continuación la planificación de costos asociados a la investigación.

| Materiales | Cantidad | Valor unidad | Valor total |
|---|-----------------|---------------------|--------------------|
| Resmas tamaño carta. | 2 | \$1.990 | \$3.980 |
| Archivador. | 2 | \$800 | \$1.600 |
| Notebook*. | 1 | - | - |
| Impresora multifuncional. | 1 | \$29.000 | \$29.000 |
| Tinta impresora (negro y color). | 4 | \$5.490 | \$21.960 |
| Material de oficina. | - | - | \$25.000 |
| Consola Nintendo Wii U. | 10 | \$299.990 | \$2.999.900 |
| Wii Balance Board (incluye Videojuego Wii Fit U). | 10 | \$49.990 | \$499.900 |
| Cargador de pilas (4 pilas capacidad). | 3 | \$14.990 | \$44.970 |
| Pilas recargables. | 40 | \$2.250 | \$90.000 |
| Silla con apoya brazos. | 10 | \$9.990 | \$99.900 |
| Televisor Led 40”. | 10 | \$159.990 | \$1.599.900 |
| Rack TV con puertas y cerradura. | 10 | \$74.990 | \$749.000 |
| Alargador doméstico de 6 entradas. | 4 | \$3.990 | \$15.960 |
| Escritorio. | 1 | \$29.990 | \$29.000 |
| Silla de escritorio. | 1 | \$20.000 | \$20.000 |
| Balones terapéuticos. | 10 | \$6.000 | \$60.000 |
| Pesas de tobillo 1kg (par). | 10 pares | \$5.900 | \$59.000 |
| Otros | - | - | \$50.000 |
| Total. | | | \$6.399.070 |

*Idealmente cada investigador deberá contar con su computador.

Tabla 2: Gastos de implementación.

Recursos humanos.

| Personal | Cantidad | Jornada laboral | Remuneración estimada por unidad | Remuneración Total |
|------------------------------|-----------------|------------------------|---|-------------------------------|
| Kinesiólogos investigadores. | 3 | Tiempo completo | - | - |
| Kinesiólogo evaluador. | 2 | Tiempo parcial | \$800.000 | \$1.600.000 |
| Estadístico. | 1 | Tiempo parcial | \$400.000 | \$400.000 |
| Total. | | | | \$2.000.000 |

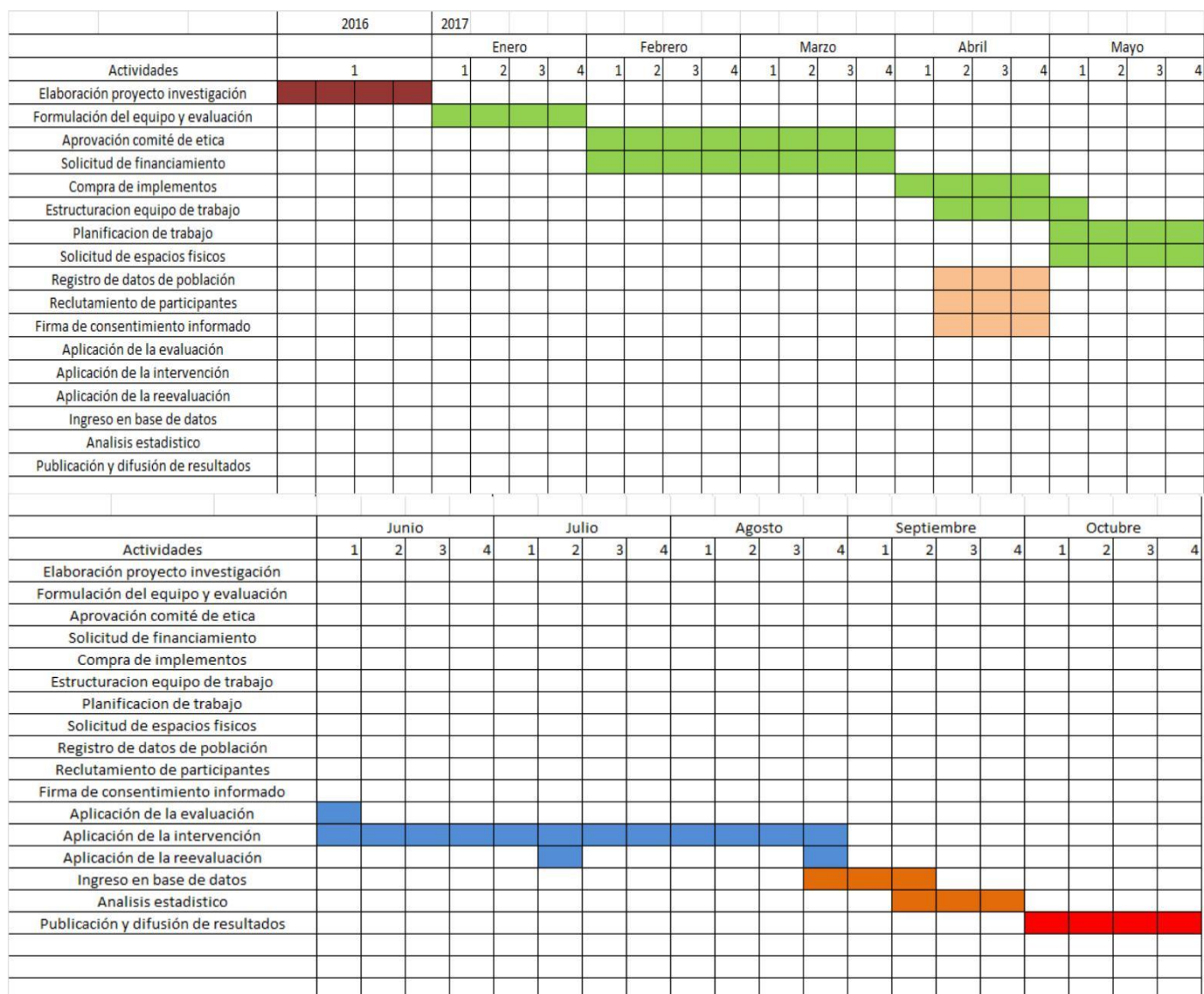
Tabla 3: Recursos humanos.

Total presupuesto.

| Presupuesto | Costo total |
|--------------------------|--------------------|
| Gastos de implementación | \$6.399.070 |
| Recursos humanos | \$2.000.000 |
| Total | \$8.399.070 |

Tabla 4: Presupuesto total.

22. CARTA GANTT



23. ANEXOS

Anexo 1: Propuesta de consentimiento informado:

Consentimiento informado:

Este consentimiento informado es entregado a usted con el fin de informar en que consiste este estudio, por favor léalo detenidamente, entiéndalo y resuelva todas las dudas o inquietudes que surjan a partir de la lectura con los encargados antes de proceder a la firma del mismo.

Recibirá una copia de este documento una vez firmado.

A través de este documento usted está siendo invitado/a a participar de una investigación cuyo objetivo es evaluar la efectividad de un programa de exergame, quiere decir, ejercicios que se realizarán con una consola de videojuego para disminuir el riesgo de caídas y mejorar el equilibrio en adultos mayores con riesgo de caída. La consola utilizada será la Nintendo Wii U y el videojuego a usar será el Wii Fit U.

En el estudio a realizar habrán dos grupos, uno que solo recibirá el protocolo de ejercicios, los cuales ya está comprobada su efectividad para la prevención de caídas. Mientras que el otro grupo recibirá el protocolo de ejercicios más el programa de exergame. Usted podrá estar solo en uno de los dos grupos y será designado a uno de ellos mediante el azar, como al lanzar una moneda al aire. No podrá cambiarse de grupo durante el tiempo que dure el estudio.

La duración total de la intervención que usted realizará tendrá será de 12 semanas en total, en donde además será evaluado al inicio de la intervención y posteriormente a las 6 y 12 semanas. Dependiendo del grupo al que usted será asignado recibirá 5 ó 2 intervenciones a la semana, donde cada sesión tendrá una duración de 50 minutos aproximadamente.

Dado que las intervenciones comprenden ejercicio físico, usted podría sentir síntomas relacionado a este, como cansancio por ejemplo. Para evitar riesgos durante la intervención usted podrá detenerse, tomar asiento para descansar y volver a la actividad pasado un tiempo máximo de 5 minutos. La intervención del estudio en si no presenta riesgos para su salud.

Toda la información recopilada acerca de su persona es confidencial, accesible solo para los investigadores. En los informes a presentar con los resultados del estudio usted no será identificado con su nombre, sino que por un código para mantener el anonimato.

Este estudio no otorgará ningún beneficio económico o de otra índole a usted, salvo el recibido por los propios ejercicios que recibirá como se dijo en el punto anterior. Tampoco se le cobrará por participar, todos los costos serán asumidos por el estudio.

Los beneficios del estudio posibilitarán la incorporación de una nueva modalidad de ejercicios para que todos adultos mayores puedan mejorar su equilibrio y de este modo reducir el riesgo de caída.

En caso de recibir un trato impropio o es testigo de este tipo de tratos podrá comunicarse con los investigadores principales para hacer llegar tal reclamo, el cual se tratará de solucionar a la brevedad. Los números de teléfono celular a los que puede contactar son los siguientes 66612345 o 999123412. También podrá contactarse en caso de que vuelvan a surgir dudas.

Solo usted puede decidir si participar en este estudio o no. En cualquier momento usted puede abandonar el estudio si ya no desea seguir participando sin recibir ninguna repercusión por ello.

Usted podrá ser partícipe de este estudio si se compromete a:

- Firmar este consentimiento informado
- Participar de todas las intervenciones programadas, siguiendo las instrucciones otorgadas para realizar de manera correcta los ejercicios.

Investigadores principales del estudio:

- Carolina Gajardo Riquelme
- Daniel Jorquera Marín
- Ignacio Roa Collipal

Estudiantes de 4° año de la carrera de Kinesiología, Universidad de la Frontera, Temuco, IX Región de la Araucanía, Chile.

Teléfono de contacto: 6660666

Yo _____

Rut: _____

Con domicilio en _____

Declaro haber leído y entendido el presente documento que me ha sido entregado y mis dudas e inquietudes que surgieron respecto al estudio han sido resueltas satisfactoriamente.

He sido informado/a tanto de los objetivos del estudio como de los procedimientos que se me solicitaran realizar y de que mi participación en el estudio no involucra ningún daño para mi salud.

He sido informado que toda la información entregada y recopilada de mi persona solo será accesible por los investigadores para lograr sus objetivos, sin hacer uso maliciosa de esta.

Debido a lo anterior decido participar voluntariamente de este estudio, el cual es dirigido por Carolina Gajardo, Daniel Jorquera e Ignacio Roa, sabiendo que puedo retirarme de este cuando yo lo estime conveniente

Nombre Participante

Firma

Nombre investigador

Firma

Nombre investigador

Firma

Nombre investigador

Firma

Anexo 2: Carta solicitud Centro Diurno Adulto Mayor de Pedro de Valdivia.



Sr/a. _____ (nombre del director centro adulto mayor)
Director/a del Centro Diurno Adulto Mayor de Pedro de Valdivia.
PRESENTE

Estimado señor/a

Nos complace extenderles un cordial saludo, en ocasión de informarle que somos estudiantes pertenecientes a la carrera de Kinesiología de la Universidad de la frontera, y estamos realizando un proyecto de investigación llamado "Efectividad de un programa de exergaming utilizando Nintendo Wii Balance Board, sumado a un tratamiento convencional versus el tratamiento convencional por sí sólo en el aumento del equilibrio en adultos mayores que presenten riesgo de caída". Un ensayo Clínico aleatorizado, con el objetivo de crecer como profesionales.

Por lo anteriormente expuesto solicitamos a usted:

Primero, poder trabajar con las personas que participan de dicho centro para reclutar el número de muestra necesario para nuestra investigación, el cual se encargaría de aplicar la terapia de prevención de riesgo de caída con la consola de Wii U para compararla con los ejercicios utilizados normalmente.

Segundo, para la utilización de uno de sus espacios de trabajo para poder realizar la intervención en un espacio agradable y cómodo para las personas. El tiempo que se ocuparía para esta intervención sería desde julio del 2017 hasta fines de octubre del mismo año. La investigación fue revisada por el comité de ética de la Universidad de La Frontera, recibiendo la aprobación correspondiente.

Con saludos cordiales y a tiempo de agradecerles su atención a esta solicitud, se despiden atentamente.

Carolina Gajardo
Daniel Jorquera
Ignacio Roa
Investigadores Responsables del proyecto

Facultad de Medicina
Universidad de La Frontera
Temuco, Chile.

Anexo 3: Estación Unipodal

La prueba consiste en pararse con los brazos cruzados sobre del tórax apoyando las manos en los hombros, luego levantar una pierna hasta llegar a la posición de flexión de rodilla y cadera a 90 grados.

El evaluador deberá demostrar la ejecución de la prueba, situarse a un costado de la persona a evaluar y estar atento a posibles pérdidas de equilibrio.

Se solicita a la persona pararse con los brazos cruzados sobre del tórax apoyando las manos en los hombros, luego levantar una pierna hasta llegar a la posición de flexión de rodilla y cadera a 90 grados. Debe mantener la posición el mayor tiempo posible. Repetir lo mismo con la otra extremidad.

El tiempo se medirá en segundos, desde el momento en que la persona logra los 90°. Si no logra la posición descrita, busca apoyo, se desestabiliza o las extremidades inferiores se tocan entre si al estar de pie, se considerara que el resultado está alterado.

Repetir la prueba tres veces en cada pie, se registra el mejor tiempo obtenido.

Normal: Mayor o igual a 5 segundos.

Alterado: Menor a 4 segundos.

Anexo 4: Time Up and Go

La prueba consiste en medir el tiempo requerido para efectuar un recorrido de tres metros.

- Utilizar una silla sin brazos
- Los tres metros se miden desde las patas delanteras de la silla, en dirección recta hasta un punto de referencia, marcado con un cono o botella plástica con agua.
- Al inicio la persona debe estar sentada con la espalda bien apoyada contra el respaldo, los brazos al costado y los pies tocando el suelo.
- Se solicita a la persona que se pare sin apoyarse y camine como lo hace habitualmente, hasta el cono o botella y vuelva a sentarse.
- Se inicia la medición del tiempo cuando la persona despega la espalda de la silla, y se detiene cuando retoma la posición inicial.
- Si la persona requiere algún tipo de ayuda para ponerse de pie, se suspende la prueba y se clasifica con alto riesgo de caída.

Normal: Menos de 10 segundos.

Riesgo leve de caída: 11 a 20 segundos.

Alto riesgo de caída: Mayor a 20 segundos.

Anexo 5: Escala de percepción de esfuerzo de Berg.

| | Escala de Borg | |
|----|-----------------------|---|
| 0 | Reposo | |
| 1 | Muy muy Suave |  |
| 2 | Muy Suave | |
| 3 | Suave |  |
| 4 | Algo Duro | |
| 5 | Duro |  |
| 6 | Más Duro | |
| 7 | Muy Duro |  |
| 8 | Muy muy Duro | |
| 9 | Máximo |  |
| 10 | Extremadamente Máximo | |

24. BIBLIOGRAFÍA

1. Servicio nacional del adulto mayor. Cuenta pública gestión 2010-2013. [Online]. [Citado 29 Junio 2016]. Disponible en: <http://www.senama.cl/filesapp/Cuenta%20Publica%202010%202013%206%20de%20marzo.pdf>
2. Instituto nacional de estadística. Adulto mayor en Chile. [Online]. [Citado 29 Junio 2016]. Disponible en: http://www.ine.cl/canales/sala_prensa/noticias/2007/septiembre/boletin/ine_adulto_mayor.pdf
3. Ministerio de desarrollo social. Encuesta de caracterización socioeconómica nacional 2013, adultos mayores. [Online]. [Citado 29 Junio 2016]. Disponible en: http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/documentos/Casen2013_A_dultos_mayores_13mar15_publicacion.pdf
4. Ministerio de Salud. Manual de aplicación del examen de medicina preventiva del adulto mayor [Online]. [Citado 29 Junio 2016]. Disponible en: <http://web.minsal.cl/portal/url/item/ab1f81f43ef0c2a6e04001011e011907.pdf>
5. Mikel Izquierdo. Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y del deporte. Madrid: Editorial médica panamericana; 2008.
6. Carrie Hall, Lori Brody. Ejercicio terapéutico, Recuperación funcional. Badalona: Editorial Paidotribo; 2006.
7. Dee Unglaub Silverthorn. Fisiología Humana, un enfoque integrado. 4ª ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2008.

8. Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby. Ejercicio Terapéutico, Fundamentos y técnicas. 5ª ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2010.
9. Servicio Nacional del Adulto Mayor. Glosario Gerontológico. Chile: Servicio Nacional del Adulto Mayor.
10. Víctor Caire V. Gerontología Humana. Temuco, Chile: Ediciones Universidad de la Frontera; 2013.
11. Thumala, D., Arnold, M., Massad, C., Herrera, F. Inclusión y Exclusión social de las personas mayores en Chile. Santiago: SENAMA – FACSO U. de Chile. Ediciones Servicio Nacional del Adulto Mayor; 2015.
12. Ministerio de Planificación, Servicio Nacional del Adulto Mayor. Dimensiones del envejecimiento y su expresión territorial. Chile. Protege: Red de protección social; 2009.
13. Anne Shumway-Cook, Marjorie Woollacott. Control motor: Teoría y aplicaciones prácticas. Baltimore, Estados Unidos de América: Williams & Wilkins; 1995.
14. Dr. Hamlet Suárez, Dra. Mariana Arocena. Las alteraciones del equilibrio en el adulto mayor. Rev Med Clin Condes. [Online] 2009 [Citado 7 de mayo 2016]; 20(4): 401-407. Disponible en: http://www.clc.cl/Dev_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20m%C3%A9dica/2009/4%20julio/401_ALTERACIONES_EQUILIBRIO-3.pdf
15. Lorena Cerda Aburto. Manual de rehabilitación geriátrica. Santiago: Departamento de Comunicaciones Hospital Clínico Universidad de Chile; 2011.

16. Sybil P. Parker. McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms. 6 ed. McGraw-Hill Education, 2003.
17. Belli, Simone; López Raventós, Cristian. Breve historia de los videojuegos. Revista Athenea Digital. núm. 14, otoño, 2008, pp. 159-179.
18. Joseph Straubhaar, Robert LaRose, Lucinda Davenport. Media Now, Understanding Media, Culture, and Technology. 9ª Ed. Boston; Cengage Learning; 2016.
19. Nintendo. Hardware and Software Sales Units [Online] 2015 [Citado 29 de Junio 2016]. Disponible en: https://www.nintendo.co.jp/ir/en/sales/hard_soft/index.html
20. Nintendo. Wii U™ Features, Wii U™ GamePad. [Online] 2015 [Citado 29 de Junio 2016]. Disponible en: <http://www.nintendo.com/wiiu/features>
21. Steven E. Jones, George K. Thiruvathukal. Codename Revolution: The Nintendo Wii Platform, Platform Studies. MIT Press, 2012.
22. Nintendo of America Inc. Wii Balance Board™, Operational Manual. [Online] 2007 [Citado 29 de Junio 2016]. Disponible en: <https://www.nintendo.com/consumer/downloads/wiiBalanceBoard.pdf>
23. Seline Wüest, Rolf van de Langenberg, Eling D. de Bruin. Design considerations for a theory-driven exergame-based rehabilitation program to improve walking of persons with stroke. Eur Rev Aging Phys Act. 2014; 11(2): 119–129.
24. Mat Rosly M, Mat Rosly H, Davis Oam GM, Husain R, Hasnan N. Exergaming for individuals with neurological disability: a systematic review. Disabil Rehabil. 2016 Apr 25:1-

25. Jeff Sinclair, Philip Hingston, Martin Masek. Considerations for the design of exergames. GRAPHITE '07 Proceedings of the 5th international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australia and Southeast Asia. 2007; Pages 289-295.
26. Brennan R. Payne, Joshua J. Jackson, Soo Rim Noh, Elizabeth A. L. Stine- Morrow. In The Zone: Flow State and Cognition in Older Adults. Published in final edited form as: Psychol Aging. 2011 September; 26(3): 738–743.
27. Sweetser P., Wyeth P. GameFlow: A model for evaluating player enjoyment in games. ACM Computers in Entertainment. 2005;3(3):1–24.
28. Loretz, L. Primary Care Tools for Clinicians: A Compendium of Forms, Questionnaires, and Rating Scales for Everyday Practice. 2005. LA
29. Manual de Prevención de Caídas en el Adulto Mayor, programa de salud del adulto mayor. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile.
30. Herndon, R.M. Handbook of Neurologic Rating Scales. (2nd ed.). : Demos Medical Publishing; 2006.
31. Goddard, S. Neuromotor Immaturity in Children and Adults: The INPP Screening Test for Clinicians and Health Practitioners. [Online] United Kingdom: John Wiley & Sons; 2015. [Accessed 7 October 2016]. Available from: <https://books.google.cl/books?id=3yvWCQAAQBAJ&pg=PA37&dq=unipedal+stance+test&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjWk9eA5sjPAhUFGZAKHVMUCTAQ6AEILjAB#v=onepage&q=unipedal%20stance%20test&f=false>

32. Vancouver: Laura Martínez García. Curso de introducción a la metodología de la investigación (II) Tipos de diseños de investigación. [Online]. [Citado 29 Junio 2016]. Disponible en: http://www.cochrane.es/files/TipoDisenInvestigacion_0.pdf

33. Ricardo Solano L, Pamela Serón S. Diseños de investigación clínica. [Online]. Para alumnos de pre-grado de la Facultad de Medicina Universidad de La Frontera. [Citado 29 de Junio 2016] Disponible en: <http://myslide.es/documents/disenos-de-investigacion-clinica.html>

34. Seoane, T, Martín-sánchez , E, Martín, J.L. .R, Lurueña-segovia, S, alonso moreno, F.J. Capítulo 3: La investigación a partir de la observación Estudios descriptivos Estudios analíticos. SEMERGEN - Medicina de Familia. May 2007; Volume 33(Issue 5): Pages 250-256.

35. Seoane, T, Martín-sánchez, E, Martín, J.L.R, Lurueña-segovia, S, alonso moreno, F.J. Capítulo 4: El ensayo clínico Metodología de calidad y bioética. SEMERGEN - Medicina de Familia. June 2007; Volume 33(Issue 6): Pages 296-304.

36. Alfonso, F, Segovia, J, Heras, M, Bermejo, J. Publicación de ensayos clínicos en revistas científicas: consideraciones editoriales. Revista Española de Cardiología. Noviembre 2006; Vol 59 (Núm 11).

37. Cobos-carbó, A. Ensayos clínicos aleatorizados (CONSORT). Medicina Clínica. 2005; Vol 125(01).

38. Constanza San Martín, Daniela Wistuba. Determinación de validez y confiabilidad de Balance evaluation systems test en adultos mayores de la comunidad Valdivia-Chile 2011. [Tesis de licenciatura]. Valdivia: Universidad Austral de Chile; 2011.

39. Neil Salkind. Métodos de investigación. 3^a ed. México: Prentice Hall Editorial Hispanoamericana; 1999.

40. Ángeles Soler Vila. Practicar ejercicio físico en la vejez. Barcelona, España: INDE publicaciones; 2009.