



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES
UNIDAD LEÓN**

**TEMA: TECNOLOGÍAS USADAS EN FISIOTERAPIA PARA LA
PREVENCIÓN DE CAÍDAS EN EL ADULTO MAYOR:
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

FORMA DE TITULACIÓN: TESINA

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN FISIOTERAPIA**

**P R E S E N T A:
ALONDRA ALVAREZ LÓPEZ**

TUTOR:

MTRA. ADRIANA DEL CARMEN ECHEVARRIA GONZALEZ



**ENES UNAM
UNIDAD LEÓN**

León, Guanajuato

2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias

A mis papás, porque desde el primer día han estado ahí conmigo, por darme aliento y motivación estando lejos y cerca de ustedes, por soportar lágrimas y gritos de frustración, por guiarme paso a paso hasta donde estoy hoy. A ti mamá porque siempre has sido mi soporte, soy fuerte gracias a ti. A ti papá porque me acompañas a donde voy y no me dejas rendirme, porque sabes que puedo más, eres mi ancla a este mundo

A mi hermano, Josh, porque has aguantado todo lo que se vino cuando me fui, porque siempre me escuchas y alientas, incluso cuando hablo demasiado. Confías y crees en mí aunque yo dude de mí misma. Eres la mejor compañía que puedo tener.

A mi Bolis, porque este trabajo no empezó hace un año, comenzó desde que todavía estabas aquí, siempre tuviste fe en mí, y sé que lo sigues haciendo. Este trabajo va para el cielo.

A Belen, Fabi, Dona, Gabi, Carmelin, Sofi, Gema, Rubí, César, porque hicieron mis días en la escuela únicos, y porque a pesar de las lágrimas y cansancio, siempre me dieron una mano y un hombro. Porque siempre me impulsan a seguir adelante, sin importar lo lejos que estemos.

A Adolfo, porque cuando ya no podía más te tirabas al suelo conmigo hasta que estuviera lista para levantarme. Por nunca irte. A Rouse, porque siempre estás ahí, y cuando pensaba en renunciar, recordaba a las chicas de prepa afuera de los laboratorios y todo era mejor.

A mis Patitos, porque aunque no lo saben, me sacaron de un lugar solo y oscuro al que me había acostumbrado.

A Bolt, Toulouse y Berlioz, porque están más que cualquier persona, mis guías espirituales.

A cada persona que confió en mí y me apoyó en el camino.

Agradecimientos

Quiero agradecer antes que nada a la universidad que me ha abierto las puertas desde que tenía 15 años de edad, por ser mi segundo hogar en la preparatoria 6 y ahora en la ENES de León, porque siempre que regreso a ti me siento en casa. Porque me diste los mejores años de estudio, oportunidades de superarme cada día y amistades que serán para siempre. Espero poder regresarte todo lo que has hecho por mí, siempre seré Puma de corazón.

A Becarios UNAM, por el apoyo recibido con la beca de Manutención y de Excelencia Académica durante mi periodo de formación académica.

A la maestra Adriana, que desde que iba en segundo año de universidad nos retaba a dar más, a ser mejores, gracias por su ayuda, porque me tuvo una paciencia infinita en las asesorías y me guió paso a paso. No podría haber tenido mejor tutora que usted, es un ejemplo a seguir.

A mis maestros de la carrera, porque cada uno dejó un granito de arena que me ha formado y que me deja ver a la fisioterapeuta que quiero llegar a ser algún día. Prometo mantener en alto nuestra profesión.

A mis compañeros de clase, porque sé que darnos la mano uno al otro nos ayudó siempre a seguir adelante. Porque un apunte, un consejo, una explicación o unas palabras de aliento, marcaron la diferencia. Nunca estuvimos solos.

Finalmente, quiero agradecer a cada persona que ha estado en mi camino a lo largo de mi vida académica, amigos, familiares, maestros, compañeros, porque cada una de esas personas me ayudaron a trazar un camino que me llevó aquí.

Resumen

Antecedentes: Existe evidencia del uso de tecnologías en la prevención de caídas del adulto mayor, y debido al aislamiento provocado por el COVID-19, surge la necesidad de encontrar métodos para la atención de pacientes de manera remota. **Objetivos:** Se realiza esta revisión sistemática con el objetivo de identificar los medios tecnológicos usados para la prevención de caídas en el adulto mayor, sus beneficios y su posibilidad de aplicación en el domicilio. **Metodología :** Se realizó una búsqueda de artículos en PUBMED, OVID, PEDro y SCOPUS, seleccionando aquellos ensayos clínicos aleatorizados donde se aplicara una tecnología como tratamiento para la prevención de caídas a adultos mayores relacionados a fisioterapia, publicados entre 2015 y 2021, que estuvieran en inglés o español. Se evaluó el tipo de tecnología utilizada, los beneficios en el adulto mayor y el lugar de aplicación. **Resultados:** Se seleccionaron 22 artículos que incluyeron una población total de estudio de 536 adultos mayores, utilizando tecnología como exergames, realidad virtual, telerehabilitación, plataformas vibratorias de cuerpo completo y retroalimentación visual. Los beneficios reportados fueron en el balance, la velocidad de la marcha, el miedo a caer y la fuerza de miembros inferiores. Las tecnologías usadas en el domicilio fueron la telerehabilitación, los exergames y las plataformas vibratorias de cuerpo completo. **Conclusiones:** Las tecnologías más utilizadas fueron los exergames, como Xbox 360 Kinect y Wii Fit. Mismas que por su bajo costo y mayor accesibilidad facilitan su uso en el domicilio, junto con la telepresencia y el WBV. Futuros estudios hacen falta sobre el tipo de ejercicio y la dosificación en éstas, e igualmente sobre tecnologías nuevas.

Palabras clave: *Adultos mayores, prevención de caídas, tecnología en fisioterapia, exergames, realidad virtual.*

Summary

Background: There is evidence of the use of technologies in falls prevention in the elderly, and due to the isolation caused by COVID-19, there is a need to find methods for remote patient care. **Objectives:** This systematic review was carried out with the aim of identifying the technological means used for the falls prevention in the elderly, their benefits and the possibility of applying them at home. **Methodology :** A search for articles in PUBMED, OVID, PEDro and SCOPUS was performed, selecting those randomized clinical trials where a technology was applied as a treatment for the prevention of falls in older adults related to physiotherapy, published between 2015 and 2021, in English or Spanish. The type of technology used, the benefits in the older adult and the place of application were evaluated. **Results:** 22 articles were selected that included a total study population of 536 older adults, using technology such as exergames, virtual reality, telerehabilitation, whole body vibration and visual feedback. Reported benefits were in balance, gait speed, fear of falling and lower limb strength. Technologies used at home were telerehabilitation, exergames, and whole body vibration. **Conclusions:** The most used technologies were exergames, such as Xbox 360 Kinect and Wii Fit. These, together with telepresence and WBV, due to their low cost and greater accessibility, facilitate their use at home. Future studies are needed on the type of exercise and its dosage, as well as on new technologies.

Key words: *Aged, fall prevention, physiotherapy technology, exergames, virtual reality.*

Índice

Dedicatorias	2
Agradecimientos.....	3
Resumen.....	4
Summary.....	5
1. Introducción	8
2. Marco teórico.....	10
2.1 Las caídas en el adulto mayor.....	11
2.1.1 Factores de riesgo para las caídas	13
2.1.2 Clasificación de las caídas	17
2.1.3 Consecuencias y complicaciones de las caídas	18
2.1.4 Diagnóstico del riesgo de caídas.....	20
2.2 La fisioterapia en la prevención de caídas	28
2.2.1 Educación y corrección de factores modificables	29
2.2.2 Entrenamiento para la prevención de caídas en fisioterapia	30
2.3 Tecnología aplicada a la salud y la fisioterapia para la prevención de caídas	32
2.3.1 Telerehabilitación.....	33
2.3.2 Realidad Virtual	34
2.3.3 Videojuegos.....	35
2.3.5 Posturografía	37
2.3.6 Laboratorios de biomecánica.....	38
2.3.7 Otras tecnologías para la prevención de caídas.....	39
3 Justificación	41
3.1 Pregunta de investigación	42
3.2 Objetivos	42
3.2.1 Objetivo general:	42
3.2.2 Objetivos específicos:	42
4 Metodología	43
4.1 Criterios de elegibilidad	43
4.2 Fuentes de información.....	44
4.3 Estrategia de búsqueda	44
4.4 Selección de estudios	45
4.4 Proceso de extracción de datos	45

4.5	Lista de datos	46
4.6	Calidad metodológica.....	49
5	Resultados	50
5.1	Selección de estudios	50
	51
5.2	Características de los estudios	51
5.3	Resultados de estudios individuales y síntesis de resultados	60
6	Discusión	69
6.1	Acerca de las tecnologías más usadas para la prevención de caídas.....	69
6.2	Acerca de los beneficios para el adulto mayor por el uso de estas tecnologías.	72
6.3	Acerca de los tipos de tecnología que se pueden utilizar en la consulta a domicilio.	74
7	Conclusiones	75
8	Referencias.....	76
9.	Anexos	86

1. Introducción

Las caídas representan la segunda causa mundial de muerte por traumatismos involuntarios (1), de mayor prevalencia en los adultos mayores (2); representado una alta mortalidad, discapacidad y una de las primeras causas de pérdida de años de vida saludable en esta población (3). Las caídas son definidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (1) como “sucesos involuntarios que hacen perder el equilibrio y dar con el cuerpo en el suelo o en otra superficie firme que lo detenga”.

Existen diversos factores que predisponen a una caída, como lo son intrínsecos que incluyen la edad, el sexo, cambios y alteraciones en los sistemas y hábitos de vida; los extrínsecos como los factores ambientales, y los asociados al individuo (4). Existen complicaciones desde leves hasta mortales por una caída, las cuales incluyen lesiones tanto a nivel muscular, óseo, nervioso, psicológico y socioeconómico.

De esta manera, las caídas tienen un impacto importante en la vida de las personas, por lo que se han desarrollado a lo largo de los años diversos métodos y escalas para su diagnóstico de riesgo mediante la exploración de diversos sistemas, la marcha y el equilibrio, y el entorno del individuo (5), así como tratamientos para su prevención. Dentro del tratamiento convencional de la fisioterapia se encuentra la educación del paciente y su entorno, el entrenamiento de la reincorporación, programas de ejercicio para el equilibrio y el fortalecimiento de la musculatura (6).

Por lo anterior y gracias al avance en la tecnología tanto a nivel general como dentro del ámbito médico, se han desarrollado y estudiado diversos métodos tecnológicos para el tratamiento de la prevención de caídas y diagnóstico de éstas. Las cuales van desde la telepresencia o telemedicina, el uso de realidad virtual, los juegos de video, también conocidos

como exergames, las plataformas de vibración o whole body vibration, los laboratorios de biomecánica y la posturografía (7,8,9,10).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (11), el mayor lugar de riesgo para una caída es en el hogar. Esto, sumado al aislamiento al que se enfrentaron muchos adultos mayores durante la pandemia de COVID-19, provocó un aumento en las caídas en esta población (12). Así mismo, esta situación provocó no solamente los efectos secundarios propios del virus, sino las consecuencias sociales del aislamiento, como la falta de atención médica por las restricciones tomadas en la mayor parte de los países (13).

Todo lo anterior, conllevó a la necesidad de buscar medios para la atención médica de las personas de manera remota, y a la importancia de desarrollar estrategias para la atención fisioterapéutica de los pacientes a distancia, como lo son el uso de las tecnologías.

Diversos autores como Seron et al (14), Araya et al. (15) y Rosiak et al. (16) han estudiado la aplicación de diversas tecnologías en los adultos mayores para la prevención de caídas, sin embargo, las tecnologías y los resultados son diversos. De esta manera se realizó esta revisión sistemática con el objetivo de identificar los medios tecnológicos usados para la prevención de caídas en el adulto mayor.

2. Marco teórico

Hoy en día, la mayor parte de la población tiene una esperanza de vida igual o superior a los 60 años, habitando 125 millones de personas con 80 años o más actualmente. (3) Se espera que para el año 2050 haya 434 millones de personas en el mundo pertenecientes a este grupo de edad, de los cuales un 80 % vivirá en países de ingresos bajos y medianos.

En la actualidad se puede ver el cambio demográfico en muchos países de Europa, los cuales se han venido preparando desde hace más de 150 años, como es el caso de Francia con un incremento del 10% al 20% de la población mayor de 60 años (3), sin embargo, países como Brasil, China, e India deberán hacerlo en poco más de 20 años.

El envejecimiento de la población, por lo tanto, no solamente se ha convertido en un asunto de interés social, sino igual de salud pública. Existen diversos cambios y estados de salud complejos que se dan en esta población, los cuales no son lineales ni uniformes, y dependen de diversos factores intrínsecos y extrínsecos del individuo para desarrollarse, y dependiendo de esto pueden llegar a afectar gravemente su calidad de vida e independencia.

De esta manera, uno de los problemas en salud pública a nivel mundial en la edad geriátrica son las caídas, las cuales constituyen la causa más frecuente de accidente en la edad geriátrica (17), éstas son de origen multifactorial, como puede ser la alteración de la capacidad de la marcha en los ancianos, el deterioro funcional de diversos sistemas, enfermedades sistémicas, el consumo de fármacos, así como diversos factores ambientales. Todo lo anterior, ha hecho que diferentes especialistas en el adulto mayor y los gobiernos de los países unan esfuerzos para tratar este problema.

2.1 Las caídas en el adulto mayor

Se estima que 684 000 personas fallecen anualmente debido a una caída (1), convirtiéndolas en la segunda causa mundial de muerte por traumatismos involuntarios. Las lesiones causadas por éstas pueden provocar daños físicos y psicológicos, así como causar discapacidad temporal o permanente, dependencia, hospitalización y tener un impacto a nivel económico y social.

En México las caídas ocupan el segundo lugar de defunciones clasificadas como presunto accidente, solamente detrás de los accidentes de transporte. (11). La OMS (1) define a las caídas como “sucesos involuntarios que hacen perder el equilibrio y dar con el cuerpo en el suelo o en otra superficie firme que lo detenga”.

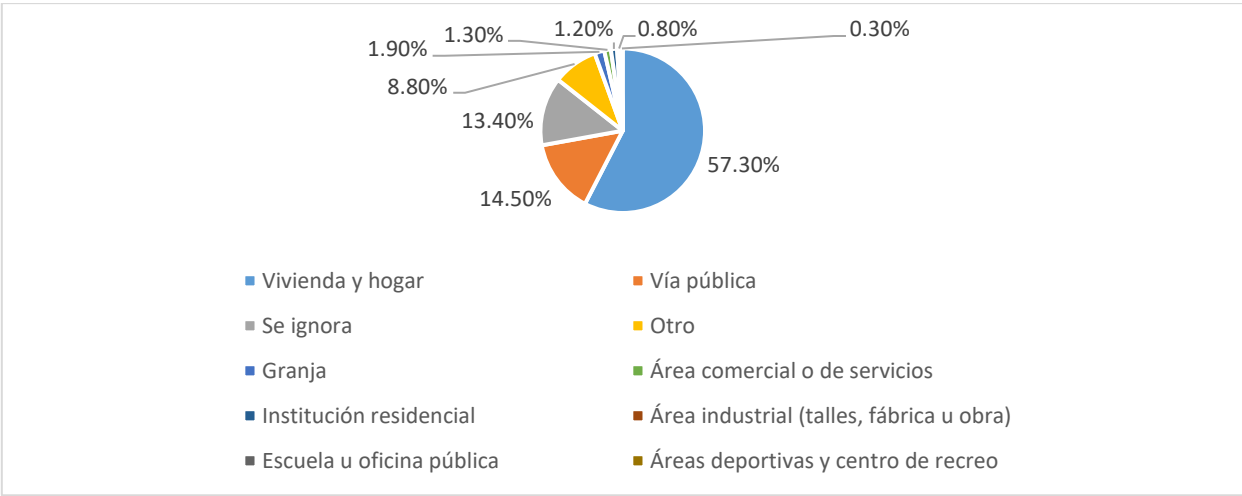
Las caídas pueden ocurrir a cualquier edad, sin embargo, son los niños y los adultos mayores los grupos con mayor incidencia (2), las secuelas entre estos grupos son distintas, siendo la mortalidad y la discapacidad más altas en el grupo de adultos mayores. Se calcula que un 7 % de las visitas a emergencias realizadas por los adultos mayores son en consecuencia a una caída y de éstas el 40% terminan en hospitalización. (2) Y es tanta su relevancia, que se le considera como uno de los gigantes de la geriatría, lo cual ubica a las caídas como uno de los 4 principales síndromes geriátricos que puede verse en las consultas de atención al adulto mayor. (18)

Las caídas, además, se encuentran entre las primeras causas de pérdida de años de vida saludable. (1) La frecuencia anual de caídas en los adultos mayores es del 30% en la comunidad y 50% en institucionalizados (19). Alrededor de un tercio de la población independiente mayor de 65 años cae al menos una vez al año, este porcentaje aumenta al 35%

en los mayores de 75 años y 50 % en los mayores de 80 años. (20). Siendo el género femenino el más afectado en una relación 2:1. (21)

En México, se considera que el 65% de los adulto mayores que viven en comunidad sufren caídas. (21) El porcentaje más alto de caídas entre esta población se da en la vivienda y el hogar, representando un 57.7%, seguidas por las caídas en la vía pública con el 14.5%. (22)

Fig. 1: Porcentaje de caídas y lugar en México.



Fuente: Base de defunciones 2013 INEGI-SS; SEED 2013. DGIS-SS (22)

Lo cual implica que el lugar en el que mayor riesgo se encuentran los adultos mayores para sufrir una caída es en su casa. Esto, y considerando la situación actual, en el que debido a la pandemia de COVID-19 y a las restricciones sanitarias y mandatos gubernamentales, las personas se han tenido que resguardar en casa, además de aislarse de la interacción social y de las actividades al aire libre. En especial de los adultos mayores, ya que una de las poblaciones más vulnerables al virus, a su riesgo de muerte y a sus secuelas fueron los adultos mayores, por lo que las medidas sanitarias fueron intensificadas en esta población. (23)

Todo lo anterior ha traído una serie de cambios biopsicosociales en la vida de las personas. Algunos de los principales cambios son la reducción o inactividad física, problemas de sueño, insomnio, somnolencia diurna, aumento de deterioro cognitivo, afectación del estado emocional, aislamiento, entre otras. (13) Todas las consecuencias anteriormente mencionadas, propician una caída, además de que muchas de ellas como el aislamiento, aumenta el riesgo de enfermedad cardiovascular, alimentación inadecuada y el riesgo de muerte (24), lo cual solamente ha sumado factores al riesgo de caídas.

2.1.1 Factores de riesgo para las caídas

Se ha identificado numerosos factores de riesgo que propician a una caída, los cuales se pueden clasificar en intrínsecos y extrínsecos.

2.1.1.1 Factores intrínsecos: Los factores intrínsecos, son debido a las condiciones propias del paciente. (4) (20)

- ∂ Edad: Como se mencionó anteriormente, tanto los niños como los adultos mayores son más propensos a sufrir una caída. (2)
- ∂ Sexo: Las caídas son más frecuentes en las mujeres, aunque la tendencia se va igualando a mayor edad. (17)
- ∂ Asociados con el envejecimiento: Hacen referencia a aquellos cambios que ocurren durante el envejecimiento, así como a comorbilidades relacionadas a éste.
 - Cambios en el sistema nervoso central: Como la disminución de la neurogénesis, disminución del volumen cerebral total lo que ocasiona enlentecimiento y desaceleración de los movimientos voluntarios, atrofia del área somatosensorial, disminución del volumen de la sustancia gris y blanca cerebrales, con mayor velocidad de deterioro en la sustancia blanca, así como

disminución de la sustancia blanca y gris cerebelares y menor cantidad de neurotransmisores liberados. (25) (2)

- Alteraciones de la función neuromuscular y la marcha: Estos problemas son secundarios a cambios propios del envejecimiento, tales como la disminución de la velocidad de conducción nerviosa, cambios en el ciclo de la marcha, disminución de la masa y fuerza muscular, cambios en la arquitectura trabecular y porosidad cortical del hueso, cambios degenerativos en el sistema tendón- ligamento, cambios en el huso muscular lo que contribuye a una alteración en la propiocepción. (25) (19) De igual manera, diferentes patologías pueden contribuir a estas alteraciones en la marcha:

- Cardiovasculares: Como valvulopatías, arritmias hipotensión ortostática, cardiopatía isquémica, etc.
- Pulmonares: Como el enfisema pulmonar obstructivo crónico, neumonías, COVID-19. (26)
- Articulares: Osteoartrosis, patologías que provoquen inestabilidad articular, artritis reumatoide, osteoporosis, gota, etc.
- Neurológicas: Plejías o paresias subsecuentes a ictus, Parkinson, hidrocefalia normotensiva, epilepsia, neuropatías diabéticas periféricas, etc.
- Urológicas: Incontinencia urinaria, en la cual la nocturia incrementa el riesgo de caídas nocturnas.
- Trastornos cognitivos o psíquicos: Demencia, depresión, ansiedad, delirium.
- Trastornos circulatorios periféricos.

- Alteración de los reflejos posturales: Se suele presentar como mareo o vértigo y tienen alta prevalencia en la población mayor.
- Déficit sensorial: Los más comunes son los visuales, como la baja percepción de la profundidad por retardo de la acomodación del cristalino, mayor hipersensibilidad al contraste de colores, pérdida de agudeza visual, o por patologías como cataratas, glaucoma y degeneración macular. (25) Y los auditivos, como la disminución sensorial de las células de los canales semicirculares, el sáculo y utrículo, lo que puede llevar a problemas vestibulares o de orientación espacial, así como déficits propioceptivos.
- Caídas previas: Dos terceras partes de los ancianos que se caen sufrirán una nueva caída en los siguientes seis meses. (2)

∂ Hábitos de vida:

- Como lo son el tipo de alimentación, si es alto o bajo en vitaminas, proteínas y minerales.
- El nivel de hidratación que tenga el paciente.
- El sedentarismo, lo que contribuye a una pérdida de fuerza, resistencia y potencia muscular. (12)
- Los cambios bruscos de peso, los cuales favorecen la sarcopenia. (27)
- El consumo de alcohol y tabaco en exceso que favorecen el desarrollo de trastornos circulatorios periféricos, además de su efecto negativo sobre la masa ósea. (28)

2.1.1.2 *Factores extrínsecos*: Comprenden todo lo relacionado con el individuo y su medio ambiente doméstico y público: (4) (20)

∂ Factores individuales: Están relacionados con la vestimenta del individuo y su consumo de fármacos:

- Calzado: Un calzado o ropa inadecuados pueden propiciar a resbalones o tropiezos.
- Fármacos: La polifarmacia, es definida por la Organización Mundial de la Salud como “un síndrome geriátrico que envuelve el uso concurrente de tres o más fármacos” (29) Se ha demostrado que quienes sufren de dicho síndrome, tienen mayor riesgo de caer por la aparición de efectos adversos indeseables y la interacción medicamentosa. (30).

De la misma manera, el uso de benzodiazepinas y miorelajantes, son un factor de riesgo por la disminución de alerta y la reducción de la velocidad de respuesta muscular que provocan dichos fármacos.

∂ Factores ambientales: Los factores ambientales son la principal causa precipitante en las que se incluyen las llamadas barreras geográficas o arquitectónicas, las cuales pueden estar dentro o fuera del hogar. (17)

- Domésticas: Pisos irregulares, con desniveles, resbaladizos, presencia de alfombras o tapetes. Escaleras o pasillos mal iluminados, sin pasamanos, angostos. Mala iluminación de las habitaciones. Lavabos e inodoros con malas alturas, al igual que el inmobiliario. Mala disposición de los muebles, obstáculos en los pasillos, la presencia de mascotas, etc. (31)

- Fuera del hogar: Mala iluminación de las calles, aceras estrechas, con desniveles y obstáculos, rampas y accesos mal diseñados o bloqueados, semáforos de breve duración, espacios públicos sin áreas adecuadas de descanso, baños públicos no adaptados, transporte público inadecuado, inaccesibilidad a edificios y lugares públicos, etc. (31)

Algunos de los factores de riesgo anteriores son modificables, en especial los extrínsecos como las barreras arquitectónicas del hogar, que educando al paciente puede reducir considerablemente el riesgo de sufrir una caída por alguna de estas barreras, así como el tratamiento de algunas patologías y el manejo adecuado de los fármacos.

Existen de igual manera los factores circunstanciales, que son aquellas actividades que se encontraba haciendo la persona al momento de caer. La mayoría de las caídas suceden mientras se realizan actividades usuales, y sólo un pequeño porcentaje ocurren cuando se realizan actividades poco usuales, como subirse a una silla, quitar las cortinas, pintar el techo, etc. (17)

2.1.2 Clasificación de las caídas

Existen diversas clasificaciones de las caídas por sus variadas características; sin embargo, los expertos coinciden en que pueden agruparse de acuerdo a una situación de causalidad y bajo criterios de tiempo de permanencia en el suelo. (21)

- Caída accidental: Es aquella que se produce por una causa ajena a la persona que cae, con origen en un entorno peligro, como un tropiezo con una barrera arquitectónica.
- Caída de repetición “no justificada”: Es aquella donde existen factores predisponentes como polipatología o polifarmacia, como lo es el Parkinson.

- Caída prolongada: Es aquella en la que se permanece en el suelo por más de 15 a 20 minutos por la incapacidad de levantarse sin ayuda.

Existen, de la misma, manera otras clasificaciones dependiendo de las consecuencias que éstas tienen, ya que al igual que es importante conocer cada factor al que está expuesta la persona, se debe conocer las consecuencias de las caídas, y aunque muchas no son permanentes, puede significar un cambio en la independencia y autonomía del adulto mayor, provocar discapacidad y afectar en otros niveles de la vida de la persona afectada.

2.1.3 Consecuencias y complicaciones de las caídas.

Las caídas pueden tener diversas complicaciones, que van desde traumatismos leves, que no requiere atención médica, hasta traumatismos graves que requieren manejo profesional e incluso hospitalización, y tener gran repercusión posterior de la calidad de vida, independencia y autonomía de la persona. (4) Como puede ser:

- ∞ Lesiones de tejidos blandos: Son aquellas lesiones que se producen en la piel, tejido celular subcutáneo y músculos. Las lesiones más comunes son equimosis, escoriaciones, heridas profundas que requieran sutura, lesiones musculares, tendinosas y ligamentosas por elongación o estiramiento, avulsión de las inserciones musculares, etc.
- ∞ Fracturas: Son lesiones caracterizadas por una solución de continuidad de un hueso. En orden de frecuencia sin considerar las fracturas vertebrales son: Muñeca, cadera, fémur, húmero, arcos costales. (4) Se estima, que el 1% de las caídas produce fracturas; así como que el 90% de las fracturas presenta el antecedente de una caída previa. (20)

- ∞ Traumatismo craneoencefálico: En estos casos las lesiones son diversas, se debe considerar, sin embargo, la posible presencia de un hematoma subdural. Debido a que se pueden presentar síntomas hasta 14 días después de la caída, la persona y familiares no lo asocian a ésta. Se pueden presentar síntomas como deterioro cognitivo, delirium o estado confusional. (4)
- ∞ Caídas por tiempo prolongado: Es un término que se le asigna a los adultos que cayeron, y debido a que no se encontraban en compañía de nadie o que no se pudieron levantar por sí mismos, permanecen por largo tiempo inmóviles en el área donde cayeron. Debido a la imposibilidad de cambiar de posición se pueden producir lesiones a los tejidos por compresión, neurovasculares, deshidratación, hipotermia, etc., sumado a las lesiones producidas por la caída propia. (4)
- ∞ Incapacidad: Alrededor de 25% de los pacientes con fractura de cadera por una caída no recupera por completo la funcionalidad previa para las actividades de la vida diaria, lo cual repercute gravemente en su independencia y calidad de vida. (28)
- ∞ Muerte: Los adultos mayores que se han caído y que han requerido hospitalización por fractura tienen un rango de mortalidad de 20 a 30% en el primer año posterior a la fractura. (4) El riesgo de mortalidad de una caída se asocia negativamente con la edad, el sexo femenino, las comorbilidades de la persona afectada, el tiempo de estancia en el suelo, la polifarmacia y el deterioro cognitivo. (20)

Además de las anteriormente mencionadas, las consecuencias de una caída no se limitan al ámbito físico, sino de igual manera se pueden tener consecuencias psicológicas y socioeconómicas. (20)

- ∞ Psicológicas: Así como se puede desarrollar una incapacidad física, se puede desarrollar una incapacidad psicológica debido al síndrome pos caída, el cual se caracteriza por el miedo a caer y restricción de la deambulaci3n, llegando al asilamiento y a la depresi3n. (2) Entonces, a las limitaciones funcionales poscaída, se le suma la ansiedad y el miedo de repetir un evento, así como que en muchos casos se puede generar una sobreprotecci3n al adulto para intentar evitar otra caída. (32)
- ∞ Socioecon3micas: Los adultos mayores que sufren caídas realizarán más consultas médicas, aumento de idas al servicio de emergencia, de hospitalizaciones y de institucionalizaciones. Así mismo, se generan costos indirectos en el aumento de la necesidad de cuidados y en costos socio sanitarios. Además de los gastos y las pérdidas de ingresos que la disminuci3n de funcionalidad y la dependencia puedan generar.

Considerando todos los factores de riesgo que puede tener una persona para caer y las consecuencias que éstas tienen, ya sean mínimas o fatales, se ha considerado como un punto de relevancia el desarrollar herramientas de diagnóstico que nos permitan conocer cuando una persona mayor está en riesgo de sufrir una caída y en ese caso, poder prevenirlas.

2.1.4 Diagnóstico del riesgo de caídas

Para una valoraci3n sobre riesgo de caídas se debe realizar una historia clínica completa del adulto mayor, incluido un historial de caídas riguroso y consecuencias de éstas, una valoraci3n geriátrica integral, incluyendo una valoraci3n fisioterapéutica completa, la exploraci3n de los diversos sistemas, alteraci3n en marcha y equilibrio; así como una evaluaci3n del entorno y pruebas de diagnóstico. (5)

A lo largo del estudio de las caídas se han desarrollado diferentes herramientas de evaluación para considerar factores de riesgo, consecuencias y tratamientos para éstas, entre los cuales se encuentran pruebas funcionales, físicas, de equilibrio, y psicológicas incluyendo el miedo a caer y de calidad de vida. (33)

2.1.4.1 Escala Downton

La escala de JH Downton, creada en 1993, sirve para valorar el riesgo que presenta un adulto mayor de tener una caída y los cuidados que requiere, y engloba los factores anteriormente mencionados sobre el riesgo a caer. Este test toma en cuenta 5 factores: caídas previas, medicaciones, déficits sensoriales, estado mental y deambulación de la persona.

Cuando la puntuación total es igual o mayor a 3 puntos, se identifica a la persona con un alto riesgo a caer. (34)

2.1.4.2 Estado funcional.

Al realizar una valoración del estado funcional de la persona mayor, se recoge información sobre su capacidad de llevar a cabo sus actividades habituales de manera independiente (4). La evaluación de una dependencia funcional nos ayuda a determinar si existe un riesgo de caídas por factores como la deambulación, la continencia, el traslado, la movilidad por las escaleras y movilidad en exteriores. (35). Una valoración adecuada debe incluir actividades básicas de la vida diaria y actividades instrumentadas.

2.1.4.2.1 Índice de Barthel

Es un instrumento, creado en 1965 por Mahoney y Barthel, que permite medir la dependencia funcional del adulto mayor en el desarrollo de sus actividades básicas de la vida diaria. Se compone de 10 variables a considerar; comida, aseo, arreglo, vestido, ir al retrete, control

vesical, control anal, traslado cama/sillón, deambulaci3n y subir escaleras (35). La puntuaci3n m1xima de independencia es de 100 y la m1xima de dependencia es de 0. Para facilitar su interpretaci3n, los resultados se han dividido en 3 categor1as: (4)

- Dependencia importante (menor de 45)
- Dependencia moderada (45 a 60)
- Dependencia leve (igual o mayor a 65)

2.1.4.2.2 Lawton y Brody

La escala de medici3n de las actividades instrumentadas de la vida diaria m1s recomendada y usada es la Escala del Centro Geri1trico de Filadelfia de Lawton, desarrollado en 1969. (36) Su aplicaci3n eval1a 8 par1metros: uso de tel3fono, realizaci3n de compra, preparaci3n de comida, cuidado de la casa, lavado de ropa, uso de medios de transporte, manejo de medicamentos y de asuntos econ3micos; a las cuales se les brinda un valor num3rico 1- independiente o 0- dependiente. La puntuaci3n final es la suma del valor de todas las respuestas, oscilando entre el 0- m1xima dependencia y 8- total independencia. (4)

2.1.4.3 Estado f1sico y marcha

El estado f1sico del adulto mayor puede verse comprometido por diversas causas y patolog1as, lo cual aumenta el riesgo de discapacidad, dependencia y ca1das como resultado del estado vulnerable en el que se encuentra la persona y de su incapacidad para reaccionar ante est1mulos externos nocivos. (37) (38)

La marcha requiere integridad articular, coordinaci3n neuromuscular e integridad de las aferencias propioceptivas, visuales y vestibulares para poderse ejecutar. Sin embargo, el

deterioro de ésta es frecuente, una de cada cinco personas mayores de 75 años tiene algún tipo de deterioro. (4)

Además de la valoración fisioterapéutica completa que debe ser realizada, existen diversas pruebas que valoran la marcha, el equilibrio, la fuerza muscular y la capacidad de la persona de realizar los movimientos y actividades solicitadas, lo cual ayuda a detectar trastornos de la marcha y el balance, deficiencias en la movilidad y su asociación con un riesgo de caídas determinado. (39)

2.1.4.3.1 Test Time Up & Go

La prueba cronometrada de levántate y anda, también conocida como TUG, mide el tiempo que tarda la persona en levantarse de una silla, recorrer 3 metros, volver y sentarse de nuevo. La prueba mide la velocidad de la marcha y la capacidad de la persona para levantarse de la silla.

Si la persona realiza el recorrido en menos de 10 segundos tiene un bajo riesgo de caídas, de 10 a 20 segundos tiene riesgo de caída o fragilidad, y si hace más de 20 segundos la persona presenta un elevado riesgo de caída. (40)

2.1.4.3.2 SPPB

La prueba corta de desempeño físico o Short physical performance battery, fue creada para el estudio The Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly. (4) Evalúa 3 aspectos de la movilidad: equilibrio, velocidad de la marcha y fuerza de miembros inferiores. (39)

La prueba está dividida en 3 partes. Primero, pruebas cronometradas de balance en 3 posiciones diferentes de pie: pies paralelos en semi tándem y en tándem. La segunda parte es

un recorrido de 4 metros a pie cronometrado. La última es el movimiento de pararse de una silla, primero un intento único y si la persona es capaz de realizar el movimiento se le pide repetirlo 5 veces lo más rápido posible y se cronometra. Si la persona mayor tiene un puntaje menor que 8 puntos se identifica con un desempeño físico bajo. (39)

2.1.4.4 Equilibrio

El equilibrio es el proceso que controla el centro de masa del cuerpo en relación a la base de sustentación, sea estática o dinámica; en el cual participan el sistema visual, vestibular y somatosensorial. (41)

El sistema visual ayuda a dar una orientación del cuerpo en el espacio, dando referencias verticales y horizontales de los objetos. Al estar en bipedestación, la vista lleva información al sistema nervioso central que comunica la posición y el movimiento del cuerpo en relación al ambiente. (42)

El sistema vestibular proporciona información al sistema nervioso de la posición y movimiento de la cabeza, a través del movimiento de los otolitos, que se encuentran ubicados dentro de los canales semicirculares del oído interno. Como respuesta, se generan movimientos compensatorios posturales y de los ojos. (21)

El sistema somatosensorial nos da información de la propiocepción, la cual nos permite identificar la disposición anatómica de las partes de nuestro cuerpo y la trayectoria y posición que éstas tienen. (42)

El equilibrio es un estado de estabilidad, que además cuenta con un control en la coordinación muscular que permite adaptación a los movimientos y adaptaciones posturales en presencia de perturbaciones en la superficie sobre la que la persona se encuentra. (43)

Estas adaptaciones, conocidas también como estrategias ortostáticas, son principalmente tres:

1. La estrategia del tobillo que es aplicada a los disturbios pequeños en la base de sustentación, en ésta el cuerpo se mueve alrededor de la articulación del tobillo, como un péndulo invertido, para llevar al centro de gravedad atrás de la base de apoyo. 2. La estrategia de cadera, en la cual la cadera realiza movimientos de flexión y extensión cuando el centro de gravedad se mueve rápidamente atrás y adelante sobre una distancia corta. 3. La estrategia podal, la cual ocurre cuando se tienen que dar pasos para lograr mantener el equilibrio, ya que el centro de gravedad es desplazado hacia los límites de la base de apoyo, y ni las estrategias de tobillo ni cadera son suficientes para moverlo atrás sobre la base de apoyo. (43)

Por todo lo anterior, tanto el sistema musculo esquelético, como el sistema nervioso central y los tres sistemas antes mencionados, deben tener un buen funcionamiento y comunicación adecuados para obtener un centro de gravedad óptimo para lograr una buena base de sustentación en todo momento, incluso ante estímulos externos que lo perturben. (44)

La valoración del equilibrio es de vital importancia para la detección oportuna de riesgo de caídas o para el tratamiento adecuado de éstas. (41)

2.1.4.4.1 Test de Tinetti

El Test de Tinetti es una escala observacional creada por Mary Tinetti en 1986, el cual valora 2 aspectos: el equilibrio y la marcha. (36) Se valora la marcha pidiéndole a la persona que camine y se realiza una valoración observacional de su marcha valorando aspectos como la longitud y altura, continuidad, simetría del paso, el movimiento del tronco y la base de sustentación. Para el equilibrio se valora con 9 acciones a realizar, como ponerse de pie,

equilibrio en bípedo y sedente, equilibrio con los ojos cerrados y equilibrio al realizar un giro de 360°. (4)

La máxima puntuación para la sección de marcha es de 12, para la de equilibrio 16, sumando un total de 28 puntos para la prueba completa. Clasificando con riesgo alto de caídas con menos de 19 puntos, riesgo de caídas de 19-23 puntos y riesgo bajo de caídas de 24-28 puntos. (45)

2.1.4.4.2 Escala de Berg

La escala de Equilibrio de Berg o Berg Balance Scale evalúa el equilibrio estático y dinámico y fue desarrollada en 1989 por Katherine Berg. (46). Consta de 14 pruebas que son valoradas de 0 a 4 puntos, siendo la máxima puntuación 56. Según la puntuación alcanzada se clasifica a la persona según su equilibrio: (47)

- Equilibrio pobre: 0-20
- Equilibrio moderado: 21-40
- Buen equilibrio: 41-56

O según el riesgo de sufrir caídas: (7) (46)

- 41-56: Bajo riesgo de caídas
- 21-40: Mediano riesgo de caídas
- 0-20: Alto riesgo de caídas

2.1.4.5 Estado psicológico

La valoración objetiva del estado de ánimo es un elemento esencial tanto para un diagnóstico, como para el manejo de diversas patologías del adulto mayor. La depresión constituye uno

de los síndromes más frecuentes e incapacitantes en el adulto mayor, la cual aumenta hasta 1.6 veces la posibilidad de sufrir una caída. (48)

De la misma manera, el síndrome de miedo a caer, anteriormente mencionado, es una consecuencia muy común después de sufrir una caída e impacta negativamente en la calidad de vida del adulto mayor. (2)

2.1.4.5.1 Geriatric Depression Scale

La escala de depresión geriátrica (GDS) fue creada por Yesavage en 1996, es un instrumento de autoreporte compuesto por 30 reactivos que miden la presencia de sintomatología depresiva a través de preguntas directas con posible respuesta, sí o no. El puntaje más bajo obtenido es 0 y el más alto 30, sugiriendo las altas puntuaciones alto riesgo de presentar depresión. (49)

Existe de igual manera la versión acortada, con 15 preguntas y variando los resultados entre 0 y 15 puntos, considerándose como normal un puntaje de 0-5 puntos; posible depresión moderada de 6-10 y probable depresión severa de 11-15. (50)

2.1.4.5.2 Escala Internacional Falls Efficacy

Esta escala, desarrollada por Tinetti et al, mide la preocupación de caer del adulto mayor mientras se llevan a cabo 10 tareas relacionadas con actividades de la vida diaria. En 2005 la escala internacional (FES-I) se desarrolló con 16 ítems, ya que la escala de Tinetti no representaba una relación directa entre el miedo a caer y la autoeficacia. (51) La puntuación oscila entre 16 (sin preocupaciones), 16-32 (algo preocupado), 32-48 (bastante preocupado) y 48-64 (preocupación importante).

Los 16 ítems son: limpiar la casa, vestirse o desvestirse, preparar alimentos simples, bañarse, ir de compras, sentarse o pararse de una silla, subir o bajar escaleras caminar en el vecindario, tomar algo por encima de la cabeza o del suelo, atender el teléfono, caminar en una superficie resbaladiza, visitar a un amigo o familiar, caminar en lugares concurridos, caminar por superficies irregulares, subir o bajar una pendiente y asistir a un evento social. (52)

2.1.4.6 Calidad de vida

La calidad de vida se define como el estado de bienestar físico, material, social, emocional espiritual, intelectual y ocupacional percibido subjetivamente por el individuo que le permite satisfacer apropiadamente sus necesidades individuales y colectivas. (53)

Se ha demostrado que existe una relación entre caídas y las consecuencias que éstas producen, como el miedo a caer y las secuelas físicas que se presentan, las cuales afectan directamente la calidad de vida del adulto mayor. (18)

2.1.4.6.1 Short-Form Health (SF-36)

Este test mide la calidad de vida relacionada con la salud. Consiste en 36 ítems organizado en 8 escalas relacionadas con la salud física y mental de la persona: la función física, rol físico, dolor corporal, salud general, vitalidad, función social, rol emocional y salud mental. Su puntuación va de 0 (peor estado de salud) a 100 (mejor estado de salud). (54)

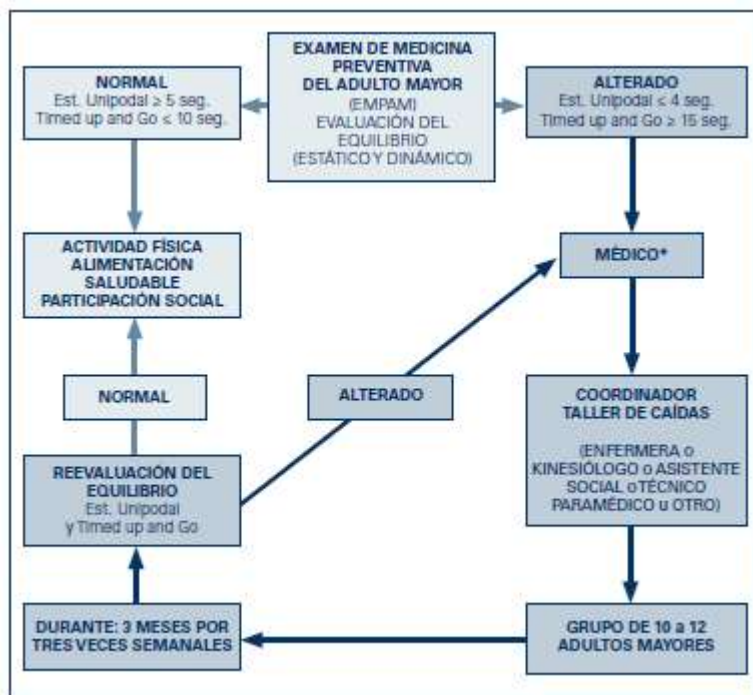
2.2 La fisioterapia en la prevención de caídas

Está comprobado que la intervención para la prevención de caídas debe estar basada en un programa multifactorial e interdisciplinario para obtener buenos resultados, el cual debe contar no sólo con el entrenamiento físico y del equilibrio de la persona, sino que la educación ambiental y del paciente, el tratamiento de enfermedades que predispongan a las caídas y el

correcto ajuste de medicamentos, son claves para el éxito de éste. (55) De igual manera, todas las intervenciones deben estar basadas no solamente en prevenir una caída, sino en poder disminuir al máximo las secuelas que se puedan presentar secundarias a ésta.

2.2.1 Educación y corrección de factores modificables

Actualmente, se han creado diversos algoritmos de valoración y tratamiento para las caídas, que se encuentran disponibles en las diversas guías clínicas sobre prevención de caídas en el adulto mayor. La mayoría presenta las acciones a realizar desde que el paciente se presenta



en consulta y ayuda a identificar los factores de riesgo a una caída y a aquellas personas que puedan necesitar una intervención específica para la prevención de éstas. Fig 2

Figura 2: Ejemplo de algoritmo de Manejo de Caídas en Adultos Mayores (56)

En la mayoría de guías prácticas para la prevención de caídas se indica una prescripción de actividad física, de la cual estará encargado el fisioterapeuta, basados en la valoración previamente realizada. (57) Así mismo, la nutrición del paciente debe ser acorde a sus necesidades energéticas, edad y patologías. (58)

Se deben tomar medidas que se enfoquen en el ajuste preventivo de los fármacos y sus interacciones, así como a la prevención e identificación temprana de nuevos padecimientos para evitar la sobredosificación, polifarmacia, multimorbilidad y complicaciones asociadas. (58)

La educación al paciente es esencial, paciente medidas preventivas en el ambiente y modificaciones que reduzcan la probabilidad de caídas en el hogar, como una iluminación adecuada, evitar alfombras y tapetes, la altura adecuada de los muebles, ajustes en los dormitorios y sanitarios, etc. De la misma manera, enseñar al adulto mayor a realizar sus actividades diarias de manera segura. (59)

De igual forma un adecuado auxiliar de la marcha para la persona debe ser valorado o prescrito de ser necesario, así como la educación del uso de éste, ya que un auxiliar mal utilizado puede propiciar accidentes o lesiones. (59) El uso adecuado del calzado y la correcta orientación sobre éste es importante, ya que una selección adecuada del tipo de calzado disminuye el riesgo de caídas. (56)

2.2.2 Entrenamiento para la prevención de caídas en fisioterapia

En general, la OMS recomienda que los adultos mayores realicen ejercicio aeróbico de 3 a 5 días a la semana, dependiendo de la intensidad, ejercicios de fortalecimiento 2 días a la semana, ejercicios de flexibilidad e incorporar ejercicios de equilibrio dinámico y/o estático para la prevención de caídas. (60)

En diversas guías de prevención de caídas se señala que deben ser ejercicios multicomponentes, ya sea realizados en grupo o de manera individual; deben incluir

entrenamiento funcional y de deambulaci3n, ejercicios de fortalecimiento, flexibilidad y resistencia, as3 como ejercicios de equilibrio y de reincorporaci3n. (61) (6)

El entrenamiento de la reincorporaci3n es muy importante, ya que las ca3das de tiempo prolongado empeoran el pron3stico y las consecuencias de las ca3das, ya que pueden llegar a tener complicaciones como hipotermia, deshidrataci3n, rabdomiolisis, infecciones respiratorias y urinarias, 3lceras por presi3n, etc. (56)

Existen programas de prevenci3n de ca3das ya establecidos, los cuales se componen de diferentes etapas, la primera es de calentamiento, incluyendo ejercicios de flexibilidad, la cual tiene el objetivo de aumentar el metabolismo en forma progresiva al nivel de actividad deseado, y as3 lograr una adaptaci3n del sistema cardiovascular y respiratorio al trabajo de mayor intensidad, con la finalidad de reducir el riesgo de lesiones y mejorar el rendimiento durante la actividad. (31)

La segunda es el entrenamiento principal, donde se realizan alternadamente ejercicios de fortalecimiento muscular, los cuales mejoran la funcionalidad y previenen la p3rdida 3sea y muscular; ejercicios de resistencia aer3bica, para la resistencia al esfuerzo; y de equilibrio, para asegurar una mejor respuesta refleja ante situaciones de inestabilidad postural. (6) (62)

La tercera es la etapa de recuperaci3n, en la cual se vuelve a la condici3n inicial y sirve para generar una sensaci3n de bienestar, una retroalimentaci3n de lo realizado y una sensaci3n de tranquilidad con el ejercicio realizado.

Los programas de ejercicio deben incluir ejercicios que impliquen un reto alto para el balance. Se escogen ejercicios que trabajen: (62)

- Los sistemas comprometidos en cada persona de manera individual.

- Diferentes bases de sustentación
- Movimiento del centro de gravedad
- Las tres estrategias ortostáticas
- La marcha en diferentes situaciones
- Entrenamiento de la reincorporación

2.3 Tecnología aplicada a la salud y la fisioterapia para la prevención de caídas

La tecnología ha sido utilizada desde hace ya varios años en el ámbito médico, siendo el concepto de telemedicina uno de los primeros en surgir en 1924 en Estados Unidos. (63) Actualmente, existen diferentes usos que se le ha dado a la tecnología en la medicina, tales como equipo médico para diagnóstico, robots para ayudar en cirugías, tecnología nueva de estudios de imagen para ayudar al diagnóstico, realidad virtual con fines educativos y terapéuticos, etc.

El uso de la tecnología ha traído ventajas sobre los tratamientos convencionales en todo el mundo de la medicina, ya que reduce los tiempos de recuperación post-operatoria, reduce la invasión de ciertos tratamientos, los costos por tiempo de hospitalización, brinda las herramientas necesarias para facilitar ciertos procedimientos o la posibilidad de realizarlos de una manera no presencial. (64)

Así como se ha utilizado la nueva tecnología para facilitar el diagnóstico médico y los procesos quirúrgicos, de igual manera en el ámbito de rehabilitación y fisioterapia se ha comenzado a utilizar como herramienta para diagnóstico y tratamiento de diversas patologías, lo cual ha permitido facilitar el alcance de las terapias y ha contribuido a mejorar ciertas técnicas por las facilidades que estos nuevos recursos tecnológicos tienen. (65)

Se ha avanzado en el mundo de la tecnología y la aplicación de herramientas existentes tales como los medios de comunicación digital como la computadora o diversos aparatos electrónicos y sus servicios de videoconferencia en línea, así como la realidad virtual, los videojuegos, plataformas de posturografía y diversos softwares que se han diseñado con estos propósitos terapéuticos. (7) (8) (9) (10)

2.3.1 Telerehabilitación

La Asociación Americana de Terapia Física (APTA) define la telesalud como “el uso de comunicaciones electrónicas seguras para proveer y brindar información relacionada con la salud y servicios de cuidado de la salud a distancia.” (8) La telerehabilitación, por otra parte, se refiere a la aplicación clínica de consultas, incluyendo la prevención, diagnóstico y servicios terapéuticos por medio de tecnologías de telecomunicación interactivas. (66) De esta manera, la telerehabilitación permite brindar servicios a los pacientes con dificultad de transporte por costo- tiempo- distancia y a pacientes que habitan en lugares con baja disponibilidad de terapeutas en la zona.

En Estados Unidos se ha utilizado la telesalud como manera de realizar triaje sobre patologías musculoesqueléticas, así como para consultas de fisioterapia. De la misma manera, en Reino Unido existen servicios telefónicos para servicios de consulta fisioterapéutica. Países como Canadá y Australia han creado plataformas para brindar servicios de terapia física en línea, así como diversos países de la Unión Europea están colaborando para crear estándares del servicio de tele rehabilitación y unificar la práctica en línea. (8)

Aunque en muchos países todavía no está regulada la telerehabilitación, la situación actual de pandemia por COVID-19, contribuyó al desarrollo y al avance en cuestión de telesalud

debido al distanciamiento social por el estado de confinamiento que se impuso en diversos países. (67)

De igual manera, los recientes avances en la información y comunicación ha llevado a la disminución del costo de conexiones a internet, de dispositivos móviles y aplicaciones relacionadas para hacer accesible este modo de dar terapia. (68) Sin embargo, las barreras como las condiciones climatológicas y la accesibilidad a estos servicios siguen en pie de desarrollo, así como otras estrategias de intervención mediante los avances tecnológicos.

2.3.2 Realidad Virtual

La realidad virtual proviene de la palabra virtual, que significa “cercano a”, y realidad, que significa “experiencia como ser humano”, por lo que realidad virtual hace alusión a aquello que es cercano a la realidad, en la cual se crea un ambiente simulado mediante el uso de la tecnología de las aplicaciones computarizadas, y permite al usuario interactuar en tercera dimensión pudiendo ver, escuchar y tocar en un mundo artificial a través de una pantalla. (65)

El entrenamiento con la realidad virtual puede ser utilizado para aumentar el entrenamiento bilateral y diversas técnicas de movimiento controlado. El trabajar en un ambiente de realidad virtual permite tener un aprendizaje de nuevas habilidades en un ambiente seguro y con una retroalimentación constante. (9)

De manera común se ha utilizado la realidad virtual para fines de entretenimiento o investigación en ingeniería, sin embargo, esto ha llevado a la creación de nuevas herramientas que permiten no solamente entretener al paciente, sino que ha permitido brindar información sobre la posición del paciente en tiempo real, brindar una retroalimentación y crear un espacio

seguro para que el paciente realice su terapia, pudiendo ser presentada de dos maneras: un mundo realista, a través de una simulación, o un mundo ficticio (a través de juegos), los cuales pueden ser implementadas por medio de las computadoras, teléfonos celulares, equipos especiales o consolas de videojuegos. (69)

2.3.3 Videojuegos

Se ha demostrado que los videojuegos en la rehabilitación tienen un impacto positivo en el desempeño cognitivo, motor y afectivo. Expertos han demostrado que mejora la capacidad de atención, expande el uso del campo de visión y mejora la resolución temporal de atención relativa a estímulos nuevos. (9) (70)

Muchos de los videojuegos actuales utilizan estas funciones de realidad virtual y escáneres de movimiento para lograr una inmersión mejorada al videojuego (por ejemplo, tablero de balance Wii, el Nintendo Wii, Playstation Move, y el Microsoft Kinect), sin embargo, estas herramientas han sido aprovechadas para la terapia física, lo cual conlleva ventajas de aprendizaje motor atribuibles al mayor control sobre los movimientos al tener una respuesta constante por parte del videojuego que permite al paciente corregir y aprender correctamente los patrones motores. (9)

De igual forma, se ha demostrado la mejora de las capacidades visomotoras y cognitivas-motoras en las rotaciones visoespaciales, tiempos de reacción más rápidos y una mejor ejecución en tareas de motricidad fina. (71)

Todo lo anterior, también genera un mayor apego al tratamiento comparado con una terapia convencional (9), por la naturalidad con la que se realiza la terapia, y además permite al

fisioterapeuta tener un control sobre la dosificación del ejercicio, al tener registro de las repeticiones del movimiento, tiempo invertido y calidad con la que el paciente lo realiza.

2.3.3.1 Exergames

En los últimos años, el mundo de los videojuegos ha crecido exponencialmente, al igual que el desarrollo de softwares a los cuales se les ha comenzado a dar diversos usos, y no sólo para entretener. Se han comenzado a crear nuevos “juegos de salud”, los cuales son específicamente diseñados para promover hábitos saludables en los pacientes. (9)

Los exergames o videojuegos activos (AVGs) son videojuegos creados o utilizados para realizar ejercicio físico, de ahí su nombre, los cuales permiten a la persona interactuar con el juego realizando movimientos de ritmo rápido, involucrando ciertas habilidades, lo que contribuiría a mejorar su capacidad física. (72)

Se han utilizado en la rehabilitación de diversas patologías como secuelas de EVC, Parkinson, falla cardíaca, esclerosis múltiple, etc. (73) (74) De la misma manera se han utilizado para trabajar el equilibrio en adultos mayores con problemas de balance y en patologías que lo alteran, (75) ya que poseen la ventaja de la retroalimentación para el paciente y la modalidad de diversos niveles de acuerdo a la funcionalidad y capacidades físicas, y permiten desarrollar la terapia de una forma entretenida y atractiva para el paciente, logrando mejor apego al tratamiento por parte de éstos.

De igual manera, han surgido nuevas tecnologías que se han creado para realizar ejercicio, y que, por sus propiedades, se han comenzado a utilizar como complemento al tratamiento convencional.

2.3.4 Whole body vibration

Whole body vibration (WBV) o plataformas vibratorias de cuerpo completo es un término utilizado (76) cuando las vibraciones, que son oscilaciones mecánicas, son transferidas hacia el cuerpo humano. En la terapia física las plataformas vibratorias de cuerpo completo han sido utilizadas porque se ha visto que mejoran la fuerza muscular, el balance, la movilidad, la densidad ósea y el dolor. Se han utilizado en el tratamiento fisioterapéutico de patologías como la esclerosis múltiple, pérdida del balance, fibromialgia, parálisis cerebral, etc. (77,76)

Existen dos diferentes tipos de plataformas, las cuales modulan la intensidad de las vibraciones que recibe el cuerpo humano mediante la amplitud, frecuencia y aceleración de oscilación. Una es un aparato de vibración sinusoidal que induce a desplazamientos verticales y genera aceleración lateral hacia derecha e izquierda. El segundo tipo de plataforma utiliza vibración vertical, la cual genera aceleración hacia arriba y hacia abajo. (77)

Así como se han utilizado diferentes tecnologías de la vida cotidiana para el ámbito fisioterapéutico y se han adaptado los usos de estas tecnologías para brindar al paciente una mejor atención o solucionar aspectos que dificultaban la atención, también han surgido diferentes tecnologías especializadas desde el principio en el diagnóstico y tratamiento fisioterapéutico, y esto ha sido gracias a la investigación en conjunto con los avances científicos.

2.3.5 Posturografía

La posturografía es una herramienta que se sirve para medir de una manera objetiva y cuantitativa el balance, tanto estático como dinámico.

Existen también tapetes de videojuegos, los cuales se han comenzado a utilizar como alternativas para realizar una posturografía menos costosa y con mayor accesibilidad que una de laboratorio, como lo es la tabla de balance Wii. (78)

La posturografía dinámica computarizada o CDP por sus siglas en inglés, es una herramienta que se utiliza para medir objetivamente el balance estático o dinámico del cuerpo durante diferentes situaciones mediante una plataforma estabilométrica o móvil. (79)

Dentro de esta prueba se mide el desplazamiento máximo voluntario, el cual nos dice la capacidad de movilidad del paciente. Se le pide que realice balanceos en tres velocidades diferentes y que se movilice hacia adelante y atrás, o derecha e izquierda.

De igual manera existen los límites de estabilidad (LOS) que evalúa la máxima capacidad de desplazamiento del paciente con respecto a su centro de gravedad en todas las direcciones. Esta prueba se realiza mediante objetivos que el paciente debe alcanzar, y el propósito es desplazar el centro de gravedad. (80)

De esta manera, existen muchos estudios que miden objetivamente el movimiento y diversas herramientas tecnológicas que nos ayudan a hacer estas mediciones. Así como existe la posturografía dinámica para medir el balance, de la igual manera los laboratorios de biomecánica son una herramienta útil en el momento de medir el movimiento.

2.3.6 Laboratorios de biomecánica

Los laboratorios de biomecánica cuentan con la tecnología necesaria para realizar diversos estudios objetivos de movimiento, fuerza, resistencia, fragilidad, etc. Dentro del laboratorio se utilizan diversas herramientas, tales como: (81)

- Sensores inerciales del movimiento 3D, los cuales se colocan sobre el paciente y permiten analizar la amplitud, velocidad, armonía y repetibilidad de los movimientos de la articulación objetivo al análisis.
- Dinamometría isométrica, la cual permite valorar objetivamente la capacidad del segmento valorado de desarrollar actividades de fuerza.
- Electromiografía de superficie, con la cual, a través de electrodos, se detecta la presencia o ausencia de actividad eléctrica en los músculos, buscando alteraciones del tono, contracturas o presencia de contracción muscular no visible.
- Plataforma baropodométrica, la cual describe con precisión la calidad y distribución de las presiones plantares durante la bipedestación y la marcha.
- Plataforma posturografía del equilibrio, la cual registra las oscilaciones del centro de gravedad a lo largo de diversas pruebas que se le realizan al paciente para detectar problemas con el equilibrio.

2.3.7 Otras tecnologías para la prevención de caídas

Existen, de igual manera, diversos aparatos tecnológicos que se usan en la vida diaria y pueden ser utilizados para la prevención de caídas de los adultos mayores, que pueden o no implicar a la medicina o personal de la salud (82). Como lo son sensores de movimiento, relojes inteligentes, zapatos con suela inteligente, exoesqueletos de desplazamiento.

- Sensores de movimiento: Existen diversos sensores de movimientos, que son colocados en la casa de la persona para detectar ya sea, comportamiento inusual del movimiento, o en casos con tecnología más avanzada, detectar la caída de manera inmediata. Pudiendo mandar una señal de alerta a algún familiar o servicios de emergencia, según se configure el sensor (83).

- Relojes inteligentes: Al igual que los sensores, algunos de estos relojes tienen la posibilidad de configurar un aviso de caídas en caso de una o de actividad inusual, en caso de detectar falta de movimiento o algún movimiento realizado fuera de la normalidad. De igual manera, al estar conectados con el teléfono móvil, puede enviar una señal de alerta al teléfono configurado. (83)
- Zapatos con suela inteligente: Existen unos zapatos, llamados “Zapatos de Equilibrio”, creados por investigadores de Tecnologías B-Shoe, los cuales cuentan con diversos sensores en la suela y un microprocesador que permite detectar un movimiento de desequilibrio y compensarlo con ajustes en la suela que evita que el usuario caiga. (84)
- Exoesqueletos de desplazamiento: Existen también exoesqueletos para miembros inferiores, creados por científicos de la Scuola Sant’Anna, los cuales detectan la pérdida del equilibrio y ajustan los movimientos para evitar las caídas. (85)

3 Justificación

En los últimos años se ha tomado conciencia sobre el envejecimiento de la población y los problemas de salud que ésta conlleva, así como los retos a los que cada país se enfrenta al tener una población envejecida, por lo mismo se han realizado protocolos, guías, especialidades médicas y herramientas que nos ayudan a tratar al adulto mayor y a todas las implicaciones dentro de cada una de las esferas que lo rodean. (39)

Así, existen guías ya establecidas para el tratamiento de los desórdenes de balance de los adultos mayores y la prevención de caídas de éstos (6) teniendo en cuenta los efectos adversos que éstas pueden provocar en la salud del paciente y su incidencia en esta población. Sin embargo, actualmente nos enfrentamos a un reto sin precedentes, el cual es poder realizar estos protocolos a distancia o en el hogar del paciente debido a la pandemia por COVID-19 a la cual se está enfrentando el mundo.

Los efectos del COVID-19 en el adulto mayor no se limitaron solamente a los efectos físicos propios de la enfermedad, (13) sino que el aislamiento trajo muchas consecuencias como la falta de atención médica por la imposibilidad de acudir a los centros de salud para evitar contagios, así como una disminución en la actividad física de las personas por el confinamiento impuesto por los gobiernos del mundo.

Esto conllevó muchas implicaciones en la salud del adulto mayor y un aumento en las caídas de éstos. (12) Por lo que es necesario encontrar una solución práctica al problema de la distancia y de proporcionar los servicios adecuados al adulto mayor.

Muchas de las actividades que antes se realizaban de manera presencial, se modificaron y se realizaron mediante el uso de la tecnología, y, teniendo en cuenta que la tecnología ya se

había usado para realizar terapia física como herramienta (71) (66), esta revisión tiene como objetivo investigar qué tecnologías pueden ser usadas para la prevención de caídas en el adulto mayor en casa y sus beneficios.

3.1 Pregunta de investigación

¿Cuáles son los recursos tecnológicos utilizados para la prevención de caídas en el adulto mayor?

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo general:

Identificar los medios tecnológicos usados para la prevención de caídas en el adulto mayor.

3.2.2 Objetivos específicos:

- Identificar las tecnologías más usadas en la prevención de caídas del adulto mayor.
- Reportar los beneficios en el adulto mayor del uso de estas tecnologías.
- Reconocer los tipos de tecnologías para la prevención de caídas que se puedan utilizar en la consulta a domicilio.

4 Metodología

Se realizó una revisión sistemática cualitativa de la literatura disponible de acuerdo a la declaración Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA) (86) (Ver Anexo 1); con el objetivo de conocer las tecnologías más utilizadas en la prevención de caídas del adulto mayor.

4.1 Criterios de elegibilidad

4.1.1 Criterios de inclusión:

- Ensayos clínicos aleatorizados.
- Estudios donde la población muestra sean adultos mayores hombres y mujeres sin patologías no tratadas o que afectaran directamente el equilibrio.
- Artículos donde se aplique una tecnología como tratamiento para la prevención de caídas.
- Estudios que aplicaran tratamientos relacionados a fisioterapia.
- Ensayos publicados de 2015 a 2021.
- Estudios en inglés o español.

4.1.2 Criterios de exclusión:

- Casos clínicos, otras revisiones sistemáticas, estudios observacionales o guías clínicas.
- Estudios donde la población de estudio sean infantes, niños o adultos de 18-59 años.
- Estudios donde el objetivo sea el tratamiento de otras patologías.
- Ensayos en el que el uso de tecnologías sea para diagnóstico.
- Artículos en el que sólo se aplique tratamiento fisioterapéutico convencional

4.2 Fuentes de información

Se realizó una búsqueda electrónica desde 24/10/21 a 17/11/21 de ensayos clínicos aleatorizados con el protocolo de PRISMA (86). La búsqueda se efectuó en las bases de datos PUBMED, PEDro, SCOPUS y OVID.

4.3 Estrategia de búsqueda

Los términos utilizados para realizar la búsqueda se obtuvieron mediante la metodología PIO (87), siendo las ecuaciones de búsqueda las siguientes:

En PUBMED (*("aged/prevention and control"[MeSH Terms] OR "aged/rehabilitation"[MeSH Terms] OR "aged/therapy"[MeSH Terms] OR "Elderly"[Text Word] OR "older adult"[Text Word]) AND ("telerehabilitation"[MeSH Terms] OR "virtual reality"[MeSH Terms] OR "video games/therapeutic use"[MeSH Terms] OR "Exergames"[Text Word] OR "Technology"[Text Word] OR "Telehealth"[Text Word] OR "Posturography"[Text Word]) AND ("accidental falls/therapy"[MeSH Terms] OR "accidental falls/prevention and control"[MeSH Terms] OR "fall prevention"[Text Word] OR "fall risk"[Text Word] OR "balance training"[Text Word])*)

En PEDro, (*aged OR older adult OR elderly*)* (*virtual reality OR video games OR exergames OR technology*)* (*fall prevention OR balance training*)* (*When searching: Match all search terms [AND]*)

En SCOPUS: *Title-abs-key ((aged OR elderly OR [older AND adult]) AND (technology OR [video AND games] OR [virtual AND reality] OR [exergames] OR telehealth OR telerehabilitation) AND ([fall AND prevention] OR [balance AND training]))*

En OVID 1. "Aged, 80 and over"/ or Aged/ 220053, 2. *elderly.mp. or Aged/ 262085*, 3. *Exercise Therapy/ or older adult.mp. 12191*, 4. 1 or 2 or 3 268825, 5. *Technology/ or Biomedical Technology/ or Remote Sensing Technology/158*, 6. *Video Games/ 789*, 7. *virtual reality.mp. 4397*, 8. *Video Games/ or exergames.mp.953*, 9. *telerehabilitation.mp. 760*, 10. *telehealth.mp. or Telemedicine/ 4574*, 11. 5 or 6 or 7 or 8 or 9 or 10 10472, 12. *fall prevention.mp. or Accidental Falls/ 2169*, 13. *Postural Balance/ or Accidental Falls/ or balance training.mp. 5364*, 14. 12 or 13 5821, 15. 11 and 14 364, 16. 4 and 15 217

En todas las bases de datos se utilizó como filtro artículos de texto completo, ensayos clínicos aleatorizados, que tuvieran una fecha de publicación de 2015 a 2021 y en los idiomas inglés o español.

4.4 Selección de estudios

Para la selección de estudios se realizó la búsqueda en cada base de datos, obteniendo los artículos y agrupándolos en una bitácora de búsqueda en Excel. Posterior a eso, se eliminaron los artículos que estuviesen duplicados. Después se realizó una lectura de título y resumen de los artículos restantes, excluyendo aquellos que no cumpliera con los criterios de elegibilidad establecidos. Los artículos seleccionados fueron leídos posteriormente en su totalidad, para excluir nuevamente aquellos que no cumplieran con los criterios de elegibilidad, para finalmente seleccionar los artículos que entrarían en la revisión.

4.4 Proceso de extracción de datos

Los datos extraídos de los artículos seleccionados, se agruparon en una tabla, en la que se recogió la información general del artículo, incluyendo los datos del autor y año de publicación.

Con respecto a la población estudiada, se recogió el tamaño de la muestra, sus edades y su condición de salud inicial.

Sobre la intervención se recogió el tipo de tecnología utilizada, como por ejemplo telerehabilitación, exergames, realidad virtual, whole body vibration, posturografía, etc. Así como las variables estudiadas, como la velocidad de la marcha, el balance, la fuerza de miembros inferiores, el estado físico, la marcha, número de caídas, la flexibilidad, el riesgo de caídas, etc. Y el lugar de aplicación, pudiendo ser en domicilio o en institución, clínica u hospital.

Por último, se recogieron los resultados de cada estudio sobre las variables estudiadas, incluyendo los cambios y mejoras sobre éstas.

4.5 Lista de datos

En los artículos se utilizaron diversas tecnologías como intervención:

- Tecnología: Se define a la tecnología como el conjunto de conocimiento de base científica que permite la descripción, explicación, diseño y aplicación de soluciones técnicas a problemas prácticos de forma sistemática y racional. (88) De esta manera, la tecnología en la salud se define como las tecnologías, ya sean medicamentos, equipos, dispositivos o procedimientos médicos y quirúrgicos, que se aplican en la atención a personas enfermas y sanas. (63) Así, las tecnologías aplicadas en fisioterapia para la prevención de caídas pueden ser, la telerehabilitación, la realidad virtual, exergames, plataformas vibratorias de cuerpo completo y otras que pudieran utilizarse con estos fines. (65)

En los datos de los artículos se utilizaron diversas variables para medir los cambios ocasionados por el uso de las tecnologías, las cuales fueron:

- Equilibrio o balance: El equilibrio reúne un conjunto de actitudes, tanto estáticas como dinámicas, que se basan en el control postural y el desarrollo de las actividades de locomoción del ser humano (89). Para la medición del balance existen diversas escalas, como: TST (Tandem stance test) (90), TWT (Tandem walk test) (90), BBS (Berg Balance Scale) (91), FRT (Functional reach test) (92), BESTest (Balance Evaluation Systems Test) (93), FAB (Fullerton advance balance) (92), CTSIB (Test of sensory interaction and balance) (94), etc.
- Miedo a caer: Es una consecuencia psicológica de las caídas, es la pérdida de confianza en sí mismo para evitar las caídas durante la realización de actividades cotidianas que regularmente no se considerarían como peligrosas (95). Existen diversas escalas para la medición del miedo a caer, como: ABC (Activity balance confidence) (96), FES-I (International Falls Efficacy Scale) (97), FOFQ (Fear of falling questionnaire) (97), etc.
- Velocidad de la marcha: Se mide con un cronómetro el tiempo que le toma a la persona caminar un trayecto determinado. (5) Existen diversas pruebas avaladas para estandarizar la trayectoria recorrida, como el TUG (Time up and go) (39).
- Fuerza de miembros inferiores: La fuerza se define como la capacidad física y básica que nos permite crear una tensión muscular en un simple esfuerzo máximo para lograr vencer una oposición o sobrecarga. (98) La fuerza de miembros inferiores se puede medir con el dinamómetro de manera cuantitativa, o de manera cualitativa pruebas como el 30-sec CST (30 seconds chair stant test) (99).

- Estado físico: Conjunto de condiciones que permiten a una persona satisfacer con éxito las exigencias físicas presentes y potenciales de la vida cotidiana. (100) Existen diferentes escalas para medirla, como: 6MWT (6 minute walking test) (90), EQ-5D-5L (Fukuda and European Quality of Life-5 dimensions) (101), etc.
- Marcha: Es el proceso de locomoción con el cual el cuerpo humano se mueve hacia delante. (102) Existen diversos análisis biomecánicos para su evaluación, así como escalas específicas como GARS-M (Gait abnormality rating scale) (91)
- Número de caídas: Se mide preguntándole al paciente por la cantidad de caídas que ha tenido en un intervalo de tiempo específico.
- Flexibilidad: Es la capacidad de mover una serie de articulaciones, con fluidez en una amplitud de movimiento completa sin causar lesiones. (103) Existen pruebas como la CSR (Chair sit and reach) (104) para medirla.
- Riesgo de caídas: Esta evaluación permite determinar la probabilidad de que una persona caiga de acuerdo a sus factores extrínsecos e intrínsecos. (43) Existen cuestionarios como el PPA (Physiological profile assessment) (105) para valorarlo.
- Desplazamiento del centro de gravedad: Se puede medir mediante análisis biomecánicos o pruebas como LOS (Limits of stability) (106) y FSST (Four square step test) (107)

En los estudios el lugar de aplicación varía:

- Lugar de aplicación: Éste puede variar dependiendo de las condiciones y/o requerimientos de cada tecnología, siendo posible su aplicación en el domicilio de la persona tratada, en hospitales, en clínicas de rehabilitación, en instituciones o universidades, y en algún otro lugar que tenga las condiciones para utilizarlas. (64)

4.6 Calidad metodológica

Los artículos incluidos fueron analizados en cuanto a su calidad metodológica según la Escala Physiotherapy Evidence Database en español (PEDro-Español) (108) (Ver Anexo 2), que valora la calidad metodológica de los ensayos clínicos aleatorizados mediante 10 ítems sobre la validez interna y 1 sobre la validez externa: 1. Los criterios de elección. 2. Asignación de los grupos aleatoria. 3. La asignación oculta. 4. Las condiciones iniciales de los grupos. 5. Cegamiento de los sujetos. 6. Cegamiento de los terapeutas. 7. Cegamiento de los evaluadores. 8. El seguimiento adecuado. 9. Análisis de la intención del tratamiento. 10. Análisis entre grupos. 11. Medidas de puntuación y variabilidad.

Cada criterio se evalúa como ausente (0 puntos) o presente (1 punto), el puntaje total de la escala es de 10 puntos, ya que el primer criterio puntúa sobre la validez externa. (109) De acuerdo a diversos autores (110), los valores obtenidos representan estudios de alta calidad buena cuando los puntajes son de 6-8 y alta calidad excelente con puntajes de 9-10. Así como calidad moderada si los puntajes son de 4-5 y de calidad baja si son menores de 4.

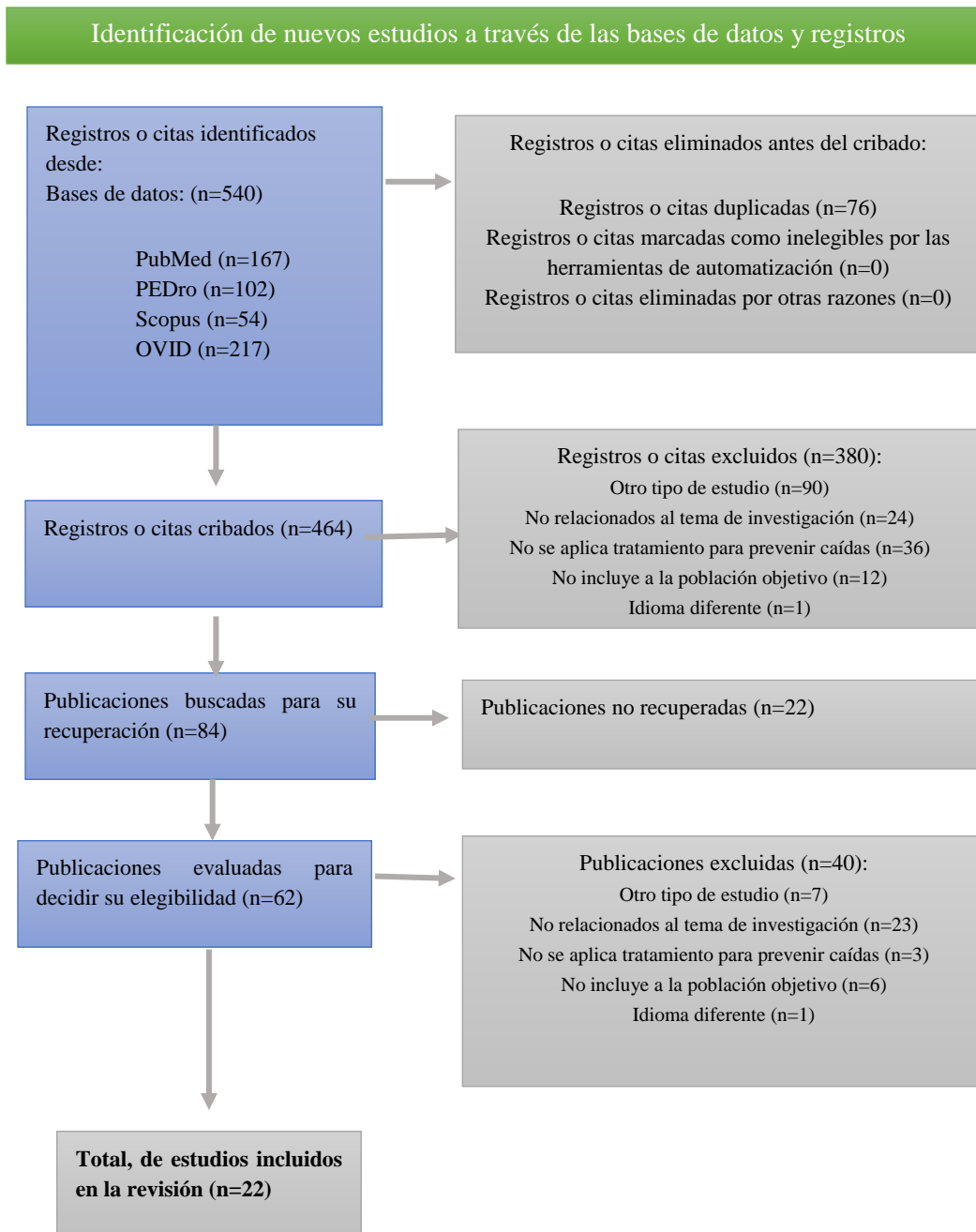
5 Resultados

5.1 Selección de estudios

La búsqueda inicial arrojó 540 artículos en total en las diferentes bases de datos consultadas: 167 en PubMed, 102 en PEDro, 54 en Scopus y 217 en OVID. Durante el análisis de la bitácora se eliminaron 76 artículos por duplicación, quedando 464 para la lectura de título y resumen. De este proceso se excluyeron 380 publicaciones: 90 por ser otro tipo de estudio, 24 por no estar relacionados al tema de investigación, 36 por no aplicar tratamiento para la prevención de caídas, 12 por no incluir a la población objetivo y 1 por estar en un idioma diferente.

Posterior a la exclusión restaron 84 publicaciones, de las cuales 22 no pudieron ser recuperadas, siendo 62 a las que se les realizó lectura de texto completo. De este proceso se excluyeron 40 publicaciones: 7 por ser otro tipo de estudio, 23 por no estar relacionadas al tema, 3 no aplicaron tratamiento para la prevención de caídas, 6 no incluían a la población objetivo y 1 estaba en un idioma diferente. Así, al finalizar el proceso de exclusión, se consideraron 22 publicaciones para ser incluidas en la revisión. Este proceso se puede observar en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Esquema PRISMA del proceso de selección de estudios.



5.2 Características de los estudios

Los estudios analizados tuvieron una fecha de publicación entre los años 2015 al 2021. De éstos, 1 fue publicado en 2015 (111), 2 en 2016 (112,113), 2 en 2017 (105,114), 3 en 2018 (93,115,97), 4 en 2019 (106,116,117,118), 2 en 2020 (119,99) y 6 en 2021 (92,120,91,121,94,104).

En los 22 estudios analizados, se tomó en cuenta a una población total de 1015 adultos mayores, de los cuales 509 fueron intervenidos con alguna tecnología y 506 pertenecieron a los diversos grupos controles.

Con respecto a la edad, 8 artículos tuvieron una población de mayores de 60 años (120,90,121,106,91,99,117,111), 7 mayores de 65 años (97,116,112,105,122,114,118), 1 mayores de 79 años (94) y 6 escogieron edades entre rangos específicos (119,92,113,93,104,115), de los cuales las edades límites de dichos rangos fueron de 60 a 85 años.

La población estudiada varió desde 14 sujetos hasta 90, teniendo 20 estudios una población mixta de hombres y mujeres, y sólo 2 de únicamente mujeres (97,105).

Las condiciones iniciales de los sujetos fueron en su totalidad adultos mayores sanos, sin patologías que alteraran el equilibrio o sin tratamiento médico controlado, independientes en su vida diaria, capaces de realizar la marcha sin auxiliares y capaces de entender instrucciones.

5.3 Calidad metodológica

La evaluación fue cualitativa, de manera dicotómica, con calificaciones de “SI” o “NO”, de acuerdo con la presencia o ausencia del criterio estudiado, siendo 0 la menor puntuación posible y 10 la mayor, la cual se muestra en el Cuadro 2.

Una vez realizada la evaluación a los 22 artículos seleccionados para revisión, se obtuvo una puntuación media total de 7 ± 1.26 , siendo el rango de 4 (90) a 10 (91) puntos. La calidad en general de los artículos analizados es buena de acuerdo al puntaje obtenido. Habiendo

obtenido 18 estudios un puntaje que los describe con calidad alta buena, 2 (120,91) calidad alta excelente y 2 (90,104) con calidad moderada.

Cuadro 2. Evaluación de la calidad metodológica (108)

Artículo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
K. Khushnood, S Altaf et al 2021	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	9
S García et al. 2020	Si	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	6
MA Fakhro et al. 2019	Si	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	6
K Khushnood, N Sultan et al. 2021	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	10
Y Lee et al. 2017	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	6
MS Kaminska, et al 2018	Si	No	No	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si	4
N Zahedian et al. 2021	Si	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	7
B Youseft y H. Daneshmandi 2021	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	6
M Sápi et al. 2019	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	8
JM Bacha et.al 2018	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	8
CM Yang et. al. 2020	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	7
K Sato et. Al. 2015	Si	Si	Si	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	7
F Lima et. al. 2021	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	7
SS Yesilyaprak et. al. 2016	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	6
M Morat et al. 2019	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	6
K Lee 2021	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	7
EL Lee et al. 2021	Si	Si	No	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si	5
T Oungphalachai y A Siriphorn 2019	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	8
F Lam et. al. 2017	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	8
SY Tseng et.al. 2016	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	8
E Anson et al 2018	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	7
Hong et al 2018	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	8

*1. Los criterios de elección fueron especificados. 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos. 3. La asignación fue oculta. 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más

importantes. 5. Todos los sujetos fueron cegados. 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados. 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados. 8. Las medidas de la menos uno de los resultados clave fueron obtenidos de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos. 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control. 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave. 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para la menos un resultado clave.

Cuadro 3: Características de los estudios

Autor/año	Muestra	Intervención	Lugar de intervención	Variable	Resultados
K. Khushnood, et al. 2021	83 adultos de 60 años o más, sin dependencia física ni patologías no controladas. G.E.: 42 adultos G.C.: 41 adultos	G.E.: Entrenamiento con Wii Fit de Nintendo (basic step, basic run, soccer heading, table tilt, balance bubble y lotus focus.) G.C.: Ejercicios convencionales.	Institución, hospital o clínicas	Miedo a caer, velocidad de la marcha, estado de salud	Mejora en el miedo a caer en ambos grupos, con mejora significativa en G.E. ($p<0.001$). Mejora significativa en G.E. ($p<0.05$) en velocidad de la marcha y estado de salud.
S García et al. 2020	14 adultos de 74-85 años sin dependencia física ni patologías no controladas	Grupo único: Entrenamiento con la consola Nintendo Wii y el Wii Balance Board con el programa Wii Fit Plus.	Institución, hospital o clínicas	Estado de salud, desplazamiento del centro de gravedad	Mejora significativa ($p=0.42$) en el desplazamiento posterior. Mejora en la velocidad del desplazamiento hacia todos los sentidos. Mejora significativa ($p=0.38$) en el estado de salud, en la vitalidad y el rol emocional.
MA Fakhro et al. 2019	60 adultos mayores de 65 años sin dependencia física, patologías no controladas ni lesiones ortopédicas en los últimos 6 meses. G.E: 30 adultos G.C: 30 adultos	G.E. Intervención con wii fit (socer heading y table tilt) G.C. Grupo control, sin intervención	Domicilio	Velocidad de la marcha, balance.	Mejora significativa ($p=0.0001$) en la velocidad de la marcha del G.E., sobre el G.C. Mejora significativa ($p=0.002$) en el balance en el G.E.
K Khushnood et. al. 2021	90 adultos mayores de 60 años, sin dependencia física ni patologías no controladas. G.E: 45 adultos G.C: 45 adultos	G.E. Entrenamiento con el Nintendo Wii Fit por 30 minutos. G.C. Entrenamiento de balance convencional.	Institución, hospital o clínicas	Balance, marcha.	Mejora significativa ($p<0.05$) en ambos grupos en el balance. Mejora significativa ($p<0.05$) en G.E. en la marcha en todas sus variables. Mejora significativa ($p<0.05$) en G.C. en todas las variables, excepto en variabilidad y cautela
Y Lee et al. 2017	40 adultos mayores de 65 años sin dependencia física ni patologías no controladas. G.E: 20 adultos G.C: 20 adultos	G.E.: Intervención con realidad virtual (wii-fit game, wii fit board y wii fit joystick de nintendo) con los juegos jogging, swordplay ski jump, hula-hoop, tennis, step dance. G.C. Educación en prevención de caídas.	Domicilio	Balance estático y dinámico, de fuerza de miembros inferiores.	Mejora significativa en el balance estático ($p<0.05$) y balance dinámico ($p<0.001$) en G.E. Sin cambios significativos en G.C. Mejora significativa en la fuerza de miembros inferiores ($p<0.001$) en G.E. Sin cambios en G.C. En general el G.E. obtuvo resultados estadísticamente mejores ($p<0.001$) que el G.C.

Autor/año	Muestra	Intervención	Lugar de intervención	Variable	Resultados
MS Kaminska, et al 2018	23 adultos mayores de 60 años, sin dependencia física ni patologías no controladas. G.E.1: 14 adultos G.E.2: 9 adultos	Entrenamiento con Xbox 360 Kinect, realizando 12 ejercicios (dentro de los modos de juego warm-up, football, bowling y downhill skiing) G.E.1 =Menores de 80 años. G.E.2.= Mayores de 80 años.	Institución, hospital o clínicas	Condición física, balance estático y dinámico, desórdenes depresivos, riesgo de caídas.	Mejora en la condición física en G.E.1. ($p<0.001$) y G.E.2 ($p=0.008$), en el balance estático de G.E.1 ($p<0.001$) y G.E.2. ($p=0.008$). Disminución de los desórdenes depresivos en G.E.1 ($p=0.003$) y G.E.2. ($p=0.012$). Mejora en el equilibrio dinámico en G.E.1 ($p=0.0012$) y en el riesgo de caída en G.E.2. ($p=0.043$)
N Zahedian et al. 2021	60 adultos mayores con resultado de TUG 14-20 y sin dependencia física G.E: 30 adultos G.C. 30 adultos	G.E.: Intervención con Xbox Kinect sport 1 y 2 (penalti, goalkeeping, ski y darts) G.C. Grupo control con ejercicios de un programa de enfermería.	Domicilio	Miedo a caer, velocidad de la marcha, balance.	Mejora significativa en el balance en G.E. ($p<0.001$) y mejora en G.C. ($p=0.687$). Mejora significativa en la velocidad de la marcha y miedo a caer en G.E. ($p<0.001$), sin cambios en G.C.
B Youseft y H. Daneshmandi 2021	48 adultos de 60-75 años sin patologías no controladas ni fracturas en los últimos dos años. G.E: 12 adultos G.C.1: 12 adultos G.C.2: 24 adultos	G.E.: entrenamiento con RV, mediante el Xbox Kinect sport 1 y 2(boxing, tabe tennis, soccer, golf, skis, American football). G.C.1: Entrenamiento convencional. G.C.2: Grupo control	Domicilio	Balance estático y dinámico, velocidad de la marcha.	Diferencia significativa entre G.E. y G.C.1 con G.C.2 en balance estático ($p<0.01$), balance dinámico ($p<0.001$) y velocidad de la marcha ($p<0,01$). Sin diferencia significativa entre los resultados del G.E. y G.C.1 ($p<0.05$) Mejora significativa ($p<0.01$) en balance estático y dinámico en G.E. y en balance estático y velocidad de la marcha en G.C.1.
M Sápi et al. 2019	75 adultos mayores sin dependencia física ni patologías no controladas. G.E: 30 adultos G.C.1: 23 adultos G.C. 2: 22 adultos	G.E.: Intervención con Xbox 360 Kinect con básicos (bowling football, skiing, just dance) y avanzados (200.000 Leaks, Space Pop, Reflex Ridge, River Rush) G.C.1: Entrenamiento convencional de balance. G.C.2: Grupo control,	Institución, hospital o clínicas	Balance, velocidad de la marcha y velocidad de la marcha con componente cognitivo, desplazamiento del centro de gravedad.	Mejora significativa en el balance en G.E. ($p<0.05$). Mejora significativa ($p<0.05$) en G.E. y G.C.1 en la velocidad de la marcha. Mejora en las habilidades cognitivas al realizar la marcha en el G.C.1, mejora significativa en G.E. ($p<0.05$). Mejora significativa ($p<0.05$) en G.E. en la velocidad del desplazamiento del centro de gravedad, mejora en G.C.1.
JM Bacha et.al 2018	46 adultos entre 60 y 80 años, sin dependencia física ni patologías no controladas. G.E: 23 adultos G.C: 23 adultos	G.E.: Intervención con Xbox 360 Kinect Adventures, 4 juegos: space pop, 20,000 leaks, reflex ridge y river rush. G.C. Entrenamiento convencional de balance.	Institución, hospital o clínicas	Balance, marcha, función cognitiva, condición física.	Mejora significativa ($p<0.0001$) en ambos grupos en la función cognitiva, marcha, condición física y balance. Mejora significativa ($p<0.05$) en ambos grupos posterior a 4 semanas pos entrenamiento en la función cognitiva, marcha, condición física y balance.

Autor/año	Muestra	Intervención	Lugar de intervención	Variable	Resultados
CM Yang et. al. 2020	20 adultos mayores de 60 años sin dependencia física, G.E: 10 adultos G.C: 10 adultos	G.E.: Intervención con Xbox 360 Kinect -Your Shape: Fitness Evolved II (zen energy, yoga, destination bollywood, cardio boxing, humana vatality y cardio) G.C. Entrenamiento convencional	Institución, hospital o clínicas	Fuerza de miembros inferiores, velocidad de la marcha, balance	Mejora significativa ($p=0.005$) en G.E. en fuerza de miembros inferiores, velocidad de la marcha y balance. Mejora en G.C en fuerza de miembros inferiores ($p=0.012$), balance ($p=0.005$), sin mejoras en velocidad de la marcha ($p=0.59$) ni en el balance con ojos cerrados ($p=0.059$).
K Sato et. Al. 2015	54 adultos mayores de 65 años sin dependencia física G.E: 28 adultos G.C: 26 adultos	G.E. Intervención con Kinect y Kinect SDK (Apple game. Tighrope standing game, balloon popping game, one-leg standing game. G.C: Grupo control, sin intervención.	Institución, hospital o clínicas	Marcha, balance, fuerza de miembros inferiores	Mejora en la marcha ($p=0.03$) en G.E. Mejora significativa ($p<0.01$) en el balance y fuerza de miembros inferiores en G.E. Sin diferencias en G.C.
F Lima et. Al. 2021	37 adultos mayores de 79 años sin patologías no controladas. G.E: 20 adultos G.C: 17 adultos	G.E.: Intervención con realidad virtual mediante el Oculus Rift (box, Baskhead, InCell y Thrills and Chills Roller Coasters) a través del Head Mounted Display. G.C. Grupo control con intervención convencional.	Institución, hospital o clínicas	Balance, velocidad de la marcha, miedo a caer, calidad de vida por sensación de vértigo.	Mejoría en ambos grupos en la marcha, la velocidad de la marcha y el balance. Sin mejoría en ningún grupo en el miedo a caer ni la sensación de vértigo. Mayor mejoría en G.E. con respecto a G.C en la marcha, velocidad de la marcha y el balance.
SS Yesilyaprak et. al. 2016	18 adultos de 65-82 años sin dependencia física. G.E: 7 adultos G.C: 11 adultos	G.E: Intervención con el BTS Nirvana Virtual reality interactive system, (motion & water classic, hearts, sprites, butterfly, knee up, tap the mole). G.C. 10 actividades funcionales.	Institución, hospital o clínicas	Balance, velocidad de la marcha, miedo a caer.	Mejora significativa en balance ($p<0.01$) en ambos grupos y mejoría en el tiempo de balance ($p=0.01$) y en la velocidad de la marcha ($p=0.04$) en ambos grupos. Sin mejora significativa en el miedo a caer ($p=0.08$) en ningún grupo.
M Morat et al. 2019	45 adultos mayores de 60 años sin dependencia física ni patologías no controladas. G.E.1 14 A.M G.E.2: 13 A.M G.C: 14 A.M	Intervención en la plataforma Dividat Senso device. Entrenamiento con 11 juegos: Targets, divided, simon, flexi, snake, tenis, habitats birds, hexagon. Ski, rocket) en G.E.1. y G.E.2. G.E.1.: Entrenamiento del paso a voluntad en superficie estable G.E.2: Entrenamiento del paso a voluntad con componente estable e inestable (Sistema de balanceo postural) G.C. Grupo control, sin intervención.	Institución, hospital o clínicas	Balance, velocidad de la marcha, fuerza de miembros inferiores.	Mejora en el balance de reacción en G.E.2, mejora significativa ($p<0.001$) en el balance y velocidad de la marcha en G.E.1. y G.E.2. Mejoras en la fuerza de miembros inferiores en G.E.1. y G.E.2. ninguna significativa. Mejora prolongada de la fuerza de miembros inferiores en G.E.2. comparado con G.E.1. G.C. sin mejoras.

Autor/año	Muestra	Intervención	Lugar de intervención	Variable	Resultados
K Lee 2021	56 adultos mayores de 65 años sin patologías no controladas. G.E: 28 adultos G.C: 26 adultos	G.E. Entrenamiento de la marcha en caminadora no motorizada con realidad virtual (diferentes paisajes y lugares se mostraron en las gafas). G.C. Entrenamiento de la marcha en caminadora no motorizada	Institución, hospital o clínicas	Balance, velocidad de la marcha.	Mejora significativa ($p<0.05$) en el balance y velocidad de la marcha en G.E., pero no en G.C. Mayor mejoría en general en el G.E ($p<0.05$) en comparación con el G.C.
EL Lee et al. 2021	40 adultos mayores de 60-85 años sin dependencia física ni patologías no controladas. G.E: 20 adultos G.C: 20 adultos	G.E.: Entrenamiento con realidad virtual, Balpro110: relacionar imágenes en andamios, resolver cuestionarios, correr con obstáculos y recoger fruta. cambiando la dirección. G.C: Entrenamiento convencional	Institución, hospital o clínicas	Fuerza de miembros inferiores, balance, velocidad de la marcha, condición física, miedo a caer.	Mejora significativa ($p<0.015$) en la flexibilidad y miedo a caer en G.E. Mejora significativa ($p<0.015$) en fuerza de miembros inferiores, balance, velocidad de la marcha y condición física en G.E. y G.C Mejora general en G.E. comparado con G.C. a las 4 semanas post tratamiento mejora en ambos grupos en general y mejora significativa ($p<0.015$) en G.E. en flexibilidad y condición física.
SY Tseng et.al. 2016	45 adultos mayores de 65 años sin dependencia física. G.E.1: 14 adultos G.E.2: 17 adultos G.C: 14 adultos	G.E.1: Intervención con WBV de pie en la plataforma con las rodillas con 20° de flexión. G.E.2: Entrenamiento con WBV con privación de retroalimentación visual mediante una venda en los ojos. G.C: Grupo control, sin intervención.	Institución, hospital o clínicas	Balance, fuerza muscular de rodilla, número de caídas.	Mejora significativa en balance ($p<0.001$) en G.E.1. y G.E.2. Mejora en fuerza de flexores ($p=0.002$) de rodilla en G.E.2 y mejora significativa en extensores ($p<0.001$) del G.E.1. y G.E.2. Sin mejoras en G.C. En 6 meses sólo 4 personas del G.C. reportaron caídas.
F Lam et al. 2017	67 mujeres mayores de 65 años sin dependencia física ni patologías sin control. G.E: 22 adultos G.C.1: 23 adultos G.C.2: 22 adultos	G.E.: Entrenamiento con ejercicio de balance más WBV G.C.1: Entrenamiento con ejercicio de balance. G.C.2: Grupo control, actividades sociales y recreativas	Domicilio	Velocidad de la marcha, balance, fuerza de miembros inferiores, miedo a caer, marcha. número de caídas.	Sin mejora ($p>0.260$) en la velocidad de la marcha en ningún grupo. Mejora ($p<0.045$) en el balance, fuerza de miembros inferiores, miedo a caer y marcha en el G.E. y G.C.1. Sin mejorías en G.C.2. En las 8 semanas del estudio hubo 3 caídas en el G.E.1, 5 en el G.C.1 y 4 en el G.C.2.
T Oungphala chai y A Siriphorn 2019	34 adultos mayores de 65 años sin patologías no controladas. G.E: 17 adultos G.C: 17 adultos	G.E.: Retroalimentación visual mediante una pantalla durante el entrenamiento del balance. G.C: Grupo control, sin entrenamiento.	Institución, hospital o clínicas	Balance, centro de gravedad, miedo a caer, fuerza de miembros inferiores.	Mejora significativa ($p<0.05$) en el balance y el desplazamiento del centro de gravedad del G.E. comparado con G.C. Sin diferencias en el balance con los ojos cerrados entre ambos grupos. Sin mejora significativa en el miedo a caer ni en la fuerza de miembros inferiores en ningún grupo.

Autor/año	Muestra	Intervención	Lugar de intervención	Variable	Resultados
E Anson et al 2018	40 adultos de 60-85 años sin dependencia física ni patologías no controladas. G.E: 20 adultos G.C: 20 adultos	G.E.: Entrenamiento en caminadora (con webcam y 3 marcadores) con retroalimentación visual (traslación y orientación) mediante una televisión. G.C.: Entrenamiento en caminadora sin retroalimentación visual.	Institución, o hospital o clínicas	Balance, velocidad de la marcha, miedo a caer, condición física.	Mejora significativa ($p<0.0001$) en el balance de G.E. Mejora en ambos grupos en la velocidad de la marcha, el miedo a caer y la condición física. Mejores resultados en G.E. comparado con G.C.
Hong et al 2018	23 mujeres mayores de 65 años con riesgo de caída, sin historial previo de realizar ejercicio físico y sin patologías no controladas. G.E: 10 adultos G.C: 13 adultos	G.E.: Sesiones de ejercicio por telepresencia en el hogar mediante webRTC usando escala Borg para intensidad y Bandas Thera-Band para resistencia. G.C.: Sin intervención.	Domicilio	Composición corporal, condición física, balance, miedo a caer.	Incremento de fuerza muscular de miembros inferiores en G.E. ($p<0.001$) y G.C. ($p=0.04$), así como masa muscular en G.E. Mejora en balance en G.E. ($p=0.03$) y G.C. ($p= 0.02$), en el miedo caer en G.E. ($p=0.009$) y G.C. ($p=0.008$).

G. E= Grupo experimental, G.C= Grupo control, G.E.1= Grupo experimental 1, G.E.2= Grupo experimental 2, G.C.1= Grupo control 1, G.C.2= Grupo control 2, A.M= Adulto mayor *p= valor de la probabilidad del resultado obtenido suponiendo que la hipótesis nula es cierta, RV= Realidad virtual, Kinect SDK= Kinect Windows Software Development Kit, WBV= whole body vibration, webRTC= Web Real-Time Communications.

5.3 Resultados de estudios individuales y síntesis de resultados

En los 22 artículos seleccionados se suma una muestra total de 1015 adultos mayores, de los cuales, 509 fueron intervenidos mediante alguna tecnología para la prevención de caídas. De éstos, la mayor muestra se intervino mediante los exergames, siendo el Xbox- 360 Kinect el más utilizado en la población, con 156 personas (90,92,93,99,106,111,121). El segundo más utilizado, con 151 adultos mayores, fue el Wii Fit (91,114,116,119,120). De igual manera, otros exergames menos recurrentes (94, 113,117) fueron utilizados para la intervención de 54 adultos mayores.

El resto de tecnologías se utilizaron en una menor población, siendo el Whole Body Vibration utilizado en 53 adultos (105) (112), la realidad virtual en 48 (104) (122) y la retroalimentación visual en 37 (115) (118). La tecnología menos utilizada en la población fue la tele presencia, siendo intervenidas solamente 10 personas de la muestra. (97)

Por otro lado, el resto de la población perteneció al grupo control, estando 506 adultos en este grupo. Los estudios variaron en las intervenciones de los grupos control. Algunos realizaron entrenamiento convencional para el balance, educación del paciente, ejercicios funcionales, protocolo de ejercicios igual que el del grupo experimental, pero sin el uso de la tecnología y algunos otros, no recibieron ninguna intervención.

De esta manera, cada estudio tuvo diferentes grupos de intervención y de muestra, los cuales se describen a continuación.

K, Khushnood, et. al. (120) realizaron el entrenamiento a 83 adultos mayores de 60 años sanos y los dividieron en dos grupos, uno de 42 personas con entrenamiento con juegos del Wii Fit de Nintendo (basic step, basic run, soccer heading, table tilt, balance bubble y lotus

focus) y al otro de 41 personas con ejercicios convencionales por 8 semanas cada uno. Evaluaron el miedo a caer, la velocidad de la marcha y la condición física de los pacientes, obteniendo resultados favorables para los dos grupos, teniendo mejoría mayormente significativa en el grupo del Wii en la velocidad de la marcha y condición física ($p < 0.05$) y en el miedo a caer ($p < 0.001$).

S García et al. (119) aplicaron tratamiento a 14 adultos mayores de entre 74 y 85 años por 4 semanas con el Nintendo Wii y Nintendo Wii Balance board con el programa Wii Fit Plus. Evaluaron el desplazamiento del centro de gravedad, el cual mostró mejoría significativa ($p=0.42$) hacia posterior y una mejora en la velocidad del desplazamiento hacia todos los sentidos. En la evaluación del estado de salud, hubo una mejora significativa ($p=0.38$) en la vitalidad y el rol emocional, y una mejora en todos los ítems excepto el estado de salud general.

MA Fakhro et al (116) realizaron una intervención de 8 semanas a 60 adultos mayores dividiéndolos en dos grupos de 30 personas cada uno, uno utilizando el Wii Fit con juegos como soccer heading y table tilt; y el otro sin intervención. Evaluaron la velocidad de la marcha, obteniendo una mejora significativa ($p=0.0001$) en el grupo del Wii Fit con respecto al grupo control. Así como el balance, obteniendo una mejora significativa ($p=0.002$) en el grupo del Wii Fit.

K. Khushnood, N Sultan et al. (91) aplicaron tratamiento a 90 adultos mayores de 60 años durante 8 semanas en dos grupos de 45 personas cada uno, uno con entrenamiento mediante el Nintendo Wii Fit y otro con entrenamiento convencional del balance. Evaluaron el balance y la marcha, obteniendo una mejora significativa ($p < 0.05$) en el balance en ambos grupos;

así como mejora significativa ($p < 0.005$) en G.E.1. en la marcha en todas sus variables y G.C.1 en todas excepto en variabilidad y cautela.

Y Lee et al. (114) realizaron una intervención en 40 adultos mayores de 65 años por 6 semanas dividiendo a los participantes en dos grupos, estando 20 en cada uno: uno con realidad virtual mediante el Wii-Fit game, Wii Fit board y Wii Fit joystick de Nintendo; y el segundo grupo sólo con educación en prevención de caídas. Evaluaron el balance y la fuerza de miembros inferiores, obteniendo una mejora significativa en el grupo de realidad virtual en el balance estático ($p < 0.05$) y en el balance estático ($p < 0.001$), así como en la fuerza de miembros inferiores ($p < 0.001$). En cambio, el grupo de educación no obtuvo mejorías significativas, obteniendo el grupo de realidad virtual mejorías significativas ($p < 0.001$) también en comparación con el grupo de educación en todos los aspectos evaluados.

MS Kaminska, et al (90) aplicaron el tratamiento a 23 adultos mayores de 60 años sanos, dividiendo a los pacientes en dos grupos, 14 menores de 80 años y 9 mayores de 80 años, por 30 días utilizando 12 ejercicios del Xbox 360 Kinect (warm-up, football, bowling y downhill skiing). Evaluaron la condición física y el balance estático obteniendo resultados positivos en ambos grupos (menores de 80 $p < 0.001$ y mayores de 80 $p = 0.008$); los desórdenes depresivos con mejorías para grupo de menores de 80 ($p = 0.003$) y el grupo de mayores de 80 ($p = 0.012$); el balance dinámico mejoró únicamente en el grupo de menores de 80 ($p = 0.012$) y el riesgo de caídas con resultados positivos para el grupo de mayores de 80 ($p = 0.043$).

N Zahedian et al (121) aplicaron el tratamiento a 60 adultos mayores por 6 semanas, dividiéndolos en dos grupos, 30 personas por grupo, en el primero se utilizó el Xbox Kinect sport 1 y 2 con juegos como penalti, goalkeeping, ski y darts; al segundo se le aplicaron

ejercicios como jogging, jugar tenis de mesa y actividades artísticas. Evaluaron el balance, donde hubo una mejora significativa en el grupo de Xbox ($p < 0.001$) y una mejoría en grupo de ejercicios ($p = 0.687$). De la misma manera, el grupo de Xbox tuvo una mejora significativa ($p < 0.001$) en la velocidad de la marcha y el miedo a caer, el grupo de ejercicios no presentó cambios en las dos anteriores.

B Youseft y H Daneshmandi (92) realizaron un entrenamiento a 48 adultos mayores de entre 60 y 75 años sanos por 9 semanas, los cuales dividieron en un grupo de 12 personas con entrenamiento mediante Xbox Kinect sport 1 y 2, con juegos como boxing, table tennis, soccer, golf skis y american football; un grupo de 12 personas con entrenamiento convencional del balance y un grupo control de 24 personas sin intervención. Evaluaron el balance estático y dinámico y la velocidad de la marcha, en los cuales no hubo diferencia significativa entre los grupos de Xbox y convencional ($p < 0.05$). El grupo de Xbox obtuvo una mejora significativa ($p < 0,01$) en el balance estático y dinámico y el grupo convencional en el balance estático y en la velocidad de la marcha. Con respecto al grupo control, ambos grupos tuvieron una diferencia significativa en el balance estático ($p < 0.01$), balance dinámico ($p < 0.001$) y la velocidad de la marcha ($p < 0.01$). El grupo control no presentó cambios significativos.

M Sápi et al. (106) realizaron un entrenamiento con 75 adultos mayores por 6 semanas, divididos en tres grupos, uno de 30 personas con intervención con Xbox 360 Kinect con juegos como bowling, football, skiing y just dance; otro de 30 personas con entrenamiento convencional del balance y el último de 15 personas sin ningún tipo de entrenamiento. Evaluaron el balance, en el cual hubo una mejora significativa en el grupo de Xbox ($p < 0.05$); la velocidad de la marcha con una mejora significativa ($p < 0.05$) en el grupo de Xbox y en el

convencional; así como la velocidad de la marcha con habilidades cognitivas, teniendo una mejora el grupo convencional y una mejora significativa ($p<0.05$) el grupo de Xbox. Igual evaluaron el desplazamiento del centro de gravedad, teniendo una mejora en la velocidad el grupo convencional y una mejora significativa ($p<0.05$) el grupo de Xbox.

JM Bacha et al. (93) realizaron una intervención a 46 adultos mayores entre 60 y 80 años durante 14 sesiones en dos grupos de 23 personas cada uno, uno mediante el Xbox 360 Kinect Adventures con juegos como Space Pop, 20,000 Leaks, Reflex Ridge y River Rush; y el otro con un entrenamiento convencional del balance. Obteniendo como resultados una mejora significativa ($p<0.0001$) en ambos grupos en la función cognitiva, marcha, condición física y balance. Así como una mejora significativa ($p<0.05$) en ambos grupos posterior a 4 semanas de la intervención en todos los aspectos anteriormente mencionados.

CM Yang et al. (99) aplicaron tratamientos a 20 adultos mayores de 60 años por 5 semanas en dos grupos de 10 personas cada uno: un grupo mediante el Xbox 360 Kinect Your Shape: Fitness Evolved II con juegos como Zen Energy, Yoga, Destination Bollywood, Cardio Boxing, Human Vitality y Cardio; y el otro mediante entrenamiento convencional del balance. Obteniendo mejora significativa ($p=0.005$) en G.E.1. en la fuerza de miembros inferiores, la velocidad de la marcha y el balance. Así como una mejora en el G.C.1 en la fuerza de miembros inferiores ($p=0.012$) y en el balance ($p=0.005$). En este grupo no obtuvieron mejoría en la velocidad de la marcha ($p=0.59$) ni en el balance con ojos cerrados ($p=0.059$).

K Sato et al. (111) realizaron el protocolo con 54 adultos mayores de 65 años durante 24 sesiones, a los cuales dividieron en un grupo de intervención de 28 adultos con Kinect y Kinect SDK con juegos como apple game, tighrope, standing game, balloon popping game

y one-leg standing game; y otro grupo control de 26 adultos, sin intervención. Evaluaron la marcha, el balance y la fuerza de miembros inferiores. Obtuvieron una mejora en la marcha ($p=0.03$) en el grupo de Kinect, así como una mejora significativa ($p<0.01$) en el balance y fuerza de miembros inferiores en éste grupo. No obtuvieron ninguna mejoría en el grupo control.

F Lima et al. (94) realizaron una intervención a 37 adultos mayores de 79 años durante 15 sesiones, teniendo un grupo de 20 adultos con realidad virtual mediante el Oculus Rift con ejercicios como el BoxVR, Baskhead, InCell y Thrills and Chills Roller; así como un grupo de 17 adultos con intervención convencional. Obteniendo una mejoría en ambos grupos en la marcha, en la velocidad de ésta y en el balance. No se obtuvieron mejorías en ningún grupo en el miedo a caer ni la sensación de vértigo. De la misma manera, se vio una mayor mejoría en el G.E.1. con respecto al G.C.1 en la marcha, en la velocidad de ésta y en el balance.

SS Yesilyaprak (113) aplicaron un tratamiento a 18 adultos mayores entre 65 y 82 años de edad durante 6 semanas, dividiéndolos en un grupo de intervención de 7 personas con realidad virtual mediante el BTS Nirvana Virtual Reality con juegos como motion & wáter classic, hearts, sprites, butterfly, knee up y tap the mole; y un grupo de intervención de 11 personas con diez actividades funcionales. Obtuvieron una mejora significativa en el balance ($p<0.01$) en ambos grupos. Una mejoría en el tiempo de balance ($p=0.01$) y en la velocidad de la marcha ($p=0.04$) en ambos grupos. Hubo mejoría en el miedo a caer, pero ésta no fue significativa ($p=0.08$).

M Morat et al (117) aplicaron un tratamiento a 42 adultos mayores de 60 años durante 8 semanas. Dividieron a los participantes en tres grupos, los primeros dos de 14 y 13 personas respectivamente, realizaron un entrenamiento con 11 exergames (Targets, divided, simon,

flexi snake, teris, habitats birds, hezagon, skii rocket) mediante la plataforma Dividat Senso Device, y un grupo realizó también entrenamiento del paso a voluntad en superficie estable, y el otro grupo en superficie estable e inestable. El tercer grupo de 15 personas no tuvo intervención. Obtuvieron una mejora en el balance de reacción del grupo con superficie inestable, así como una mejora significativa ($p < 0.001$) en el balance y la velocidad de la marcha en los dos grupos de exergames. Así mismo, hubo una mejoría en la fuerza de miembros inferiores de los grupos de exergames y una mejora prolongada del grupo con superficie inestable comparado con el grupo con superficie estable únicamente. El grupo control no presentó mejorías.

K Lee (122) realizaron una intervención a 56 adultos mayores de 65 años por 4 semanas con dos grupos de 28 personas cada uno: uno mediante entrenamiento de la marcha en caminadora no motorizada con realidad virtual, enseñando diferentes paisajes y lugares en las gafas; y el segundo con entrenamiento de la marcha en caminadora no motorizada. Evaluaron la velocidad de la marcha y el balance, obteniendo mejora significativa ($p < 0.05$) en el balance y velocidad de la marcha en G.E.1., pero no en G.C.1. Así como una mayor mejoría en general en el G.E.1. ($p < 0.05$) en comparación con el G.C.1.

EL Lee et al (104) aplicaron un tratamiento a 40 adultos mayores entre 60 y 85 años de edad por 8 semanas, dividiendo en dos grupos de 20 personas, uno mediante realidad virtual con el Balpro110 y juegos como relacionar imágenes en andamios, resolver cuestionarios, correr con obstáculos y recoger fruta y otro grupo con entrenamiento convencional del balance. Obtuvieron una mejora significativa ($p < 0.015$) en la fuerza de miembros inferiores, el balance, la velocidad de la marcha y la condición física en ambos grupos, y en la flexibilidad y miedo a caer en el grupo de realidad virtual. En las 4 semanas posteriores al entrenamiento

hubo una mejora en ambos grupos en general con una mejora significativa ($p < 0.015$) en el grupo de realidad virtual en la flexibilidad y la condición física.

F Lam et al (105) realizaron un protocolo a 67 mujeres mayores de 65 años por 8 semanas, dividiéndolas en 3 grupos: uno de 22 adultos con ejercicios como semi-squats, levantas talones y pararse en un pie, más el Whole-body vibration; en el segundo de 23 personas sólo se realizaron los ejercicios antes mencionados y el tercero de 22 personas fue el grupo control sin intervención. Evaluaron la velocidad de la marcha, en la cual no hubo mejoría para ningún grupo; el balance, la fuerza de miembros inferiores, el miedo a caer y la marcha, en los cuales hubo una mejora ($p < 0.045$) en ambos grupos de ejercicio. Midieron el número de caídas, las cuales fueron de 3 en el grupo del WBV, 5 en el de sólo ejercicio y 4 en el grupo control.

SY Tseng et al. (112) realizaron un tratamiento a 45 adultos mayores de 65 años por 3 meses, utilizando tres grupos: el primero de 14 personas mediante Whole-Body Vibration por 5 minutos de pie en la plataforma con 20° de flexión; el segundo grupo con 17 personas con la misma plataforma, pero sin retroalimentación visual mediante una venda en los ojos; y el tercer grupo con 14 el grupo control son intervención. Obtuvieron una mejora significativa en el balance ($p < 0.001$) en los dos grupos con plataforma, mejora en la fuerza de los flexores de rodilla ($p = 0.002$) en el grupo con venda, y una mejora significativa en los extensores de rodilla en ambos grupos de plataforma. En los seis meses que se realizó el estudio sólo se reportaron 4 caídas en el grupo control.

T Oungphalacha y A Siriphorn (118) realizaron una intervención en 34 adultos mayores de 65 años durante 4 semanas, dividiéndolos en dos grupos de 17 personas, el de intervención el cual fue mediante retroalimentación visual mediante una pantalla y una cámara durante el entrenamiento del balance y un grupo control sin intervención. Obtuvieron una mejora

significativa ($p < 0.05$) en el balance y el desplazamiento del centro de gravedad del grupo intervenido comparado con el control. No hubo diferencias en el balance con los ojos cerrados en ambos grupos. Y tampoco obtuvieron mejora significativa en el miedo a caer ni en la fuerza de miembros inferiores en ningún grupo.

E Anson et al (115) realizaron una intervención a 40 adultos de 60 a 85 años por 4 semanas en dos grupos de 20 personas: uno con entrenamiento en caminadora con retroalimentación visual mediante una webcam y marcadores, y otro con caminadora sin retroalimentación visual. Obtuvieron una mejora significativa ($p < 0.0001$) en el balance del grupo con retroalimentación, así como una mejora en ambos grupos en la velocidad de la marcha, el miedo a caer y la condición física. Sin embargo, el grupo con retroalimentación obtuvo mejores resultados en general.

Hong et al (97) realizaron su protocolo con 23 mujeres mayores de 65 años, las cuales dividieron en dos grupos, de 10 y 13 mujeres respectivamente, teniendo uno entrenamiento mediante telepresencia en el hogar por 12 semanas, y el otro sin intervención. Evaluaron la fuerza muscular de miembros inferiores, obteniendo un incremento significativo de ésta en el grupo de telepresencia ($p < 0.001$) y un incremento en el grupo sin intervención ($p = 0.004$). De la misma manera se vio un incremento de la masa muscular en el grupo con telepresencia. En el balance obtuvieron mejoras en grupo con telepresencia ($p = 0.003$) y en el grupo sin intervención ($p = 0.02$), y en el miedo a caer hubo disminución de éste en grupo telepresencia ($p = 0.009$) y en el grupo sin intervención ($p = 0.008$).

6 Discusión

Los artículos coinciden en su totalidad en los beneficios que tiene aplicar una tecnología en la prevención de caídas del adulto mayor, así como una respuesta positiva sobre la adhesión al tratamiento y la motivación del paciente con el uso de éstas.

En cuanto a los grupos de intervención, nueve estudios tuvieron un grupo con tratamiento convencional del balance (115,120,91,104,93,94,99,113,121), a parte del intervenido con alguna tecnología. Mientras que 4 tuvieron un grupo control sin intervención alguna (97,116,118,111), a parte del intervenido por una tecnología. Por su parte, 5 estudios tuvieron un grupo con tecnología, un grupo con tratamiento convencional y un grupo control sin intervención (106,112,92,105,117). Solamente 1 artículo (114) tuvo un grupo con educación de prevención de caídas como entrenamiento en uno de sus grupos.

De igual manera las variables utilizadas para la medición objetiva de resultados varían en todos los artículos, sin embargo, en todos se utilizó al menos una medida que se involucra en el control del equilibrio de las personas o en los factores intrínsecos que pueden propiciar a una caída.

6.1 Acerca de las tecnologías más usadas para la prevención de caídas.

Las tecnologías utilizadas en los estudios fueron principalmente exergames, realidad virtual, whole body vibration, retroalimentación visual mediante pantallas y telerehabilitación.

Los exergames fueron el tipo de tecnología más utilizada, siendo 15 artículos en total los que los mencionan, de los cuales, el Wii Fit y el Xbox-360 Kinect son los que más predominaron, utilizados en 5 y 7 artículos respectivamente.

El Wii Fit, con sus diferentes versiones y accesorios como el Wii Fit Balance Board, o Wii Fit Table Til, fue utilizado como tecnología de entrenamiento en 5 artículos. (120,119,116,120,114)En los cuales se utilizaron versiones de juegos ya existentes en el mercado como deportes y activación física para el tratamiento.

Así mismo, el Xbox-360 Kinect, con sus diferentes versiones de juego como Adventure, Sport 1 y 2 y Kinect Your Shape, fueron utilizados en 7 estudios (90,121,92,106,93,99,111). Al igual que en el Wii, estos juegos se venden comercialmente y son utilizados para recrear deportes y actividad física.

De igual manera, otros autores utilizaron exergames no tan comerciales como los anteriores, como lo fueron el Oculus Rift (94), el BTS Nirvana (113) y el Dividat Senso Device (117). Todos contaron con ejercicios y diversas actividades deportivas realizadas mediante estos juegos con realidad virtual.

Con respecto a lo anterior, es importante destacar que solamente dos de los exergames utilizados, Oculus Rift (123) y BTS Nirvana (124), están creados específicamente para el ámbito fisioterapéutico, sin embargo, debido a los costos superiores de éstos sobre los exergames más comerciales, como lo son el Xbox-360 (125) y el Wii-Fit (126), es lógico que sean éstos últimos los más recurrentes en los estudios.

Igualmente, es importante considerar que a pesar de que los artículos seleccionados tienen seis años de antigüedad o menos, algunas de las tecnologías más recurrentes en los artículos, como son el Kinect del Xbox-360 (125) o el Wii (126), han sido descontinuadas del mercado debido a su sustitución por versiones nuevas y más actualizadas de estos exergames. Por el contrario, los exergames no tan comerciales como lo son el BTS Nirvana (124) y el Oculus

Rift (123), siguen en el mercado. Por lo anterior, es importante considerar al realizar futuras investigaciones con respecto a este tema, el tomar en cuenta el progreso y evolución de la tecnología utilizada.

Por otro lado, la realidad virtual, aparte de estar presente en los exergames anteriormente mencionados, también fue utilizada en 2 artículos, ambos mediante una pantalla con imágenes en movimiento, en su mayoría de paisajes predeterminados. En el caso de K Lee (122), lo realizó en conjunto con una caminadora para la marcha del paciente; mientras que EL Lee et al. (104) la utilizaron mientras realizaban ejercicios de balance.

A pesar de que la realidad virtual también ha evolucionado, los últimos artículos poseen una ventaja con respecto a los de exergames, debido a que las pantallas con imágenes en movimiento se pueden aplicar con cualquier dispositivo con realidad virtual, y no a uno en específico, por lo que la evolución de éstos no afectaría a la realización del protocolo a futuro.

El entrenamiento a través de retroalimentación visual fue implementado en 2 estudios, en los cuales la retroalimentación se hizo mediante una pantalla y cámaras que mostraban en tiempo real la posición del paciente, la diferencia entre ambos estudios radicó en que uno realizó su intervención con una caminadora (115) y el otro con ejercicios para el balance. (118) A diferencia de la realidad virtual y exergames, el entrenamiento por retroalimentación tiene la desventaja de ser poco reproducible de manera habitual por los marcadores y cámaras necesarias para su proceso y el espacio en el que se debe realizar.

El whole body vibration se utilizó en 2 artículos, en el caso de F Lam et al. (105) se utilizó mientras se hacían ejercicios de balance y fuerza, y en el caso de S. Tseng et al. (112) solamente se utilizó para trabajar el equilibrio con ojos abiertos y cerrados. Esta tecnología,

aunque es más accesible en cuanto a costos que algunos exergames y realidad virtual, es menos atractiva para los pacientes por la manera en que se trabaja con ella.

Solamente un estudio (97) utilizó la tele presencia mediante una cámara web y una computadora como medio de entrenamiento. Esto puede deberse a que en varios países desarrollados ya existen guías y formalización de este uso de la tecnología para dar una terapia.

Finalmente, es importante destacar, que a pesar de que la posturografía es una tecnología muy utilizada en la medición del balance, en los artículos encontrados sólo se utilizó de manera diagnóstica (106,119,118), y esto debido a que se utiliza más como una herramienta de diagnóstico y de predicción de posibles caídas que para tratamiento.

6.2 Acerca de los beneficios para el adulto mayor por el uso de estas tecnologías.

En los 22 artículos seleccionados, se utilizaron diversas variables de medición para los resultados, siendo el balance, la velocidad de la marcha, el miedo a caer y la fuerza de miembros inferiores, los más utilizados.

Con respecto al balance, 20 artículos lo midieron y su totalidad reportó una mejoría en el balance después de los tratamientos realizados. Los dos artículos que no midieron el balance (119,120) midieron aspectos como el miedo a caer y el desplazamiento el centro de gravedad. Hong et al. (97) recalca en este aspecto, la importancia de la comunicación con el instructor y la constante retroalimentación del fisioterapeuta hacia el paciente en el momento de llevar a cabo los protocolos.

La velocidad de la marcha se midió en 12 artículos, de éstos, 11 (120,121,92,106,116,94,113,99,122,117) reportaron menores tiempos al realizar la marcha y

1 (105) no reportó cambios visibles en ésta. F Lam et al. (105) reportó que esto podría deberse a que se necesita más tiempo de entrenamiento con los exergames para inducir un efecto terapéutico significativo en la velocidad de la marcha. De igual manera se midieron los cambios en la marcha en 5 estudios (94) (91) (93) (57) (111), en los que en su totalidad encontraron cambios positivos en ésta.

Los estudios que midieron el miedo a caer fueron 9, de los cuales 7 (97,104,105,113,115,120,121) reportaron resultados positivos en los pacientes, sin embargo, 2 artículos (94) (118) no reportaron cambios en el miedo a caer en los pacientes. F Lima et al. (94) que utilizaron un exergame como entrenamiento, lo atribuye a la falta de confianza del paciente ante los factores ambientales y sus cambios constantes. Mientras que T Oungphalachai et al. (118) Lo atribuyen a que los participantes al ser independientes, desde el inicio tuvieron buenos resultados en el miedo a caer, por lo que no hubo modificaciones en éste.

Con respecto a la fuerza, ésta se midió en 9 artículos, de los cuales 8 reportaron mejorías (97,99,104,105,111,112,114,117) y solamente 1 (118) no reportó mejorías visibles. Al respecto T Oungphalachai et al. (118) mencionan que esto puede ser debido a que el test con el que se midió la fuerza (sentarse y pararse de la silla por 30 segundos), no requiere solamente fuerza en miembros inferiores, sino que también requiere resistencia, y al trabajar con los exergames se entrena un tipo de fibras que no genera la resistencia necesaria para mejorar en dicho test.

Otras medidas se utilizaron en diversos estudios, como el número de caídas (112) (105), la flexibilidad (104), el estado cognitivo (93), el estado de salud general (119), la condición física (90,93,104,115,120) y el desplazamiento del centro de gravedad (106,118,119). Todos

los anteriores reportaron mejorías en los pacientes en sus respectivas medidas. De igual manera se midió el vértigo (94), el cual no obtuvo mejoría. Este resultado es esperado, ya que el vértigo es multifactorial, y se produce por diversos problemas del sistema vestibular a nivel anatómico o sistémico, por lo que éste requiere un tratamiento más específico y no se trata con ejercicios para el balance.

Además de los beneficios antes mencionados , diversos autores (90,94,105,113,120) concuerdan con la motivación que el uso de las tecnologías genera en el adulto mayor y una buena adherencia a los tratamientos, lo cual mejora los resultados per se.

6.3 Acerca de los tipos de tecnología que se pueden utilizar en la consulta a domicilio.

El lugar de aplicación de las intervenciones fue de 16 artículos (90,91,93,94,99,104,106,111,112,113,115,117,118,119,120,122) en instituciones, hospitales o clínicas y de 6 (92,97,105,114,116,121)(97)en el domicilio. De esos 6 artículos, 4 fueron exergames (2 Xbox (121) (92) y 2 Wii Fit (116) (114)), lo cual concuerda con lo mencionado por Kushmood et al. (120) (91), al ser esta tecnología de fácil acceso para la población en general en cuanto a costos y adquisición, y de fácil transporte, es más sencilla su aplicación en el domicilio.

En cuanto a los otros 2 a domicilio, uno fue de telepresencia (97), al poderse realizar con una computadora y acceso a internet; y el otro con el whole body vibration (105), el cual es fácil de transportar y adquirir al igual que los exergames más comerciales.

7 Conclusiones

De acuerdo a la literatura analizada en la presente revisión, existen diversos medios tecnológicos que son usados para la prevención de caídas del adulto mayor, tales como los exergames, la tele presencia, la realidad virtual y las plataformas vibratorias de cuerpo completo. De éstos, los más utilizados para la prevención de caídas en el adulto mayor son los exergames, en especial el Xbox 360 Kinect y el Wii Fit.

El uso de estos medios tecnológicos trae también beneficios para el adulto mayor, mejorando principalmente el balance, la velocidad de la marcha, el miedo a caer y la fuerza de miembros inferiores. Así mismo, algunas de éstas tecnologías dan pie a su uso en la consulta de fisioterapia a domicilio, como lo son la tele presencia, los exergames y las plataformas vibratorias de cuerpo completo.

De esta manera, conociendo las tecnologías y los beneficios existentes en su uso para la prevención de caídas en el adulto mayor, sería conveniente realizar revisiones a futuro sobre el tipo de ejercicio realizado y la dosificación de éste mediante estas tecnologías, para una mejor aplicación de éstas en la consulta fisioterapéutica. Así como sobre las nuevas tecnologías existentes.

8 Referencias

1. OMS. Organización Mundial de la Salud. Caídas. [Online].; 2021. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls>.
2. Rodríguez LMÁ. Síndrome de caídas en el adulto mayor. Revista médica de Costa Rica y Centroamerica LXX! 2015;; p. 807-810.
3. OMS. Organización Mundial de la Salud. Envejecimiento y salud. [Online].; 2018. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/envejecimiento-y-salud>.
4. DHyver C, L , Robledo G, Gil C. Geriatria: Manual Moderno; 2014.
5. Pio TVS, Mesa L, Esteban G, Joaquín RS, Fernández A. Tratado de Geriatria para residentes Madrid, España: Sociedad Española de Geriatria y Gerontología; 2006.
6. Azcon UP, Lizarraga RMT. Prevención de caídas a nivel residencial. Programa de ejercicios multicomponente+ ejercicios de mejora tiempo de reacción. Revista médica ocnos. 2019.
7. Harada N, Chiu V, Damron-Rodríguez J, Fowler E, Siu A, Reben D. Screening for balance and mobility impairment in elderly individuals living in residential care facilities. Phys Ther. 1995;; p. 462-469.
8. Lee A, Davnport T, Randall K. Telehealth Physical Therapy in Musculoskeletal Practice. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2018;; p. 736-739.
9. Lohse K, Chirzad N, Verster A, Hodges N, Van der Loos HFM. Video games and rehabilitation. Using design principles to enhance engagement in physical therapy. Journal of Neurologic Physical Therapy. 2013;; p. 166-175.
10. Huang K, Sparto P, Kiesler S, Smailagic A, Makoff J, Siweiorek D. A technology probe of wearable in-home computer-assited physical therapy. Conference on Human Factor in Computing Systems. 2014;; p. 2541-2550.
11. INEGI. Características de las defunciones registradas en México durante 2020. Preliminar.. Ciudad de México;; 2021.
12. Hatmann JB, Davies N, Frost R, Bussey J, Park S. Maximising mobility in older people when isolated with COVID-19. [Online].; 2020. Available from: <https://www.cebm.net/covid-19/maximising-mobility-in-the-older-people-when-isolated-with-covid-19/>.
13. Sacramento PH. Impacto psicosocial de la COVID-19 en las personas mayores: problemas y retos. Rev Esp Geriati Gerontol. 2020;; p. 249-252.

14. Seron P, Oliveros M, Guterrez R, Fuentes R, Torres R, Merino C, et al. Effectiveness of Telerehabilitation in physical therapy: a rapid overview. *Physical Therapy*. 2021; 101.
15. Pedraza M, Calzon S, Díaz F, M M. Rehabilitation using Kinect-based Games and virtual reality. *Procedia computer science*. 2015 75.
16. Rosiak O, Krajewski K, Woszczak M, Jozefowicz M. Evaluation of the effectiveness of a virtual reality-based exercise program for unilateral peripheral vestibular deficit. *Journal of Vestibular research*. 2018.
17. Plaín APdA, Pérez LR, Pazos CP. Las caídas, causa de accidente en el adulto mayor. 16 de abril. 2020;; p. 59(276).
18. Galván Y, Moreno Y, González A. El síndrome de caídas y la calidad de vida relacionada con la salud en el adulto mayor. *Archivos en Medicina Familiar*. 2010;; p. 17-24.
19. Reyes MG, J LT, Villena A, Campo Jd, Párraga I, Madldonado N. Factores de riesgo de caídas en ancianos. *Revista Clínica de Medicina de Familia*. 2007;; p. 20-24.
20. Quintar E, Giber F. Las caídas en el adulto mayor; factores de riesgo y consecuencias. *Actual. Osteol*. 2014;; p. 278-286.
21. Calleja J, Lozano M, Olivares A, Osio Y. Prevención y Atención de las caídas en la persona adulta mayor. 2015..
22. Salud/STCONAPRA Sd. Modelo para la Prevención de Lesiones por Caídas en Personas Adultas Mayores en México. In. Ciudad de México; 2016. p. 22-23.
23. Bonanad C, Blas SG, Santabalbina FT, Villanueva PD, Ayesta A, Forés J. Coronavirus: la emergencia geriátrica de 2020. *Rev Esp Cardiol*. 2020.
24. Yu B, Steptoe A, Chen L, Chen Y, Lin C, Ku P. Social isolation, loneliness, and all-cause mortality in patients with cardiovascular disease: a 10 year follow-up study. *Psychosom Med*. 2020;; p. 208-214.
25. Concha Y, Vargas R, Celis C. Cambios morfológicos y riesgo de caídas en el adulto mayor: una revisión de la literatura. *Salud Uninorte*. 2020; 36(2).
26. Campo S. Los geriatras alertan del riesgo de caídas de los mayores tras la pandemia. *Heraldo Aragón*. 2021.
27. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J:BY, Bruyère O, Cederholm T, Schneider SM. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and ageing*. 2019;; p. 16-31.
28. Mendoza MHd. Clasificación de la osteoporosis: Factores de riesgo. Clínica y diagnóstico diferencial.. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*. 2003;; p. 29-52.

29. OMS. Informe Mundial sobre el envejecimiento y la salud. Estados Unidos de América;; 2015.
30. Zou D, Tannenbaum C. Educational needs, practice patterns and quality indicators to improve geriatric pharmacy care. *Can Pharm J.* 2014;; p. 110-117.
31. López R, Mancilla E, Villalobos A, Herrera P. Manual de prevención de caídas en el adulto mayor. Gobierno de Chile, Ministerio de salud. 2015.
32. Lach H, Parsons J. Impact of fear of fallinf in long term care: an integrative review. *J Am Med Dir Assoc.* 2013;; p. 573-577.
33. Iturralde X, Peña M. Evaluación del riesgo de caídas en los adultos mayores del asilo Hogar San José, durante el periodo de confinamiento 202. 2021..
34. Bueno-García M, Roldán-Chicano M, Tello JR, Meroño-Rivera M, Dávila-Martínez R, Berenguer-García N. Características de la escala Downton en la valoración del riesgo de caídas en pacientes hospitalizados. *Enferm Clín.* 2017;; p. 227-234.
35. Pulgarín CB, Ocampo JM, Medina DSM, Ramírez YPO. Riesgo de caídas, según escalas de Barthel y Morse, en adultos mayores institucionalizados, manizales, Colombia. *Rev. Inst. Salud Pública Chile.* 2019;; p. 42-49.
36. Seminario Pasapera MS. Capacidad funcional y riesgo de caídas en adultos mayores del centro integral de atención al adulto mayor Chulucanas. 2018..
37. Curo GV. Rendimiento físico como factor de riesgo en caídas en adultos mayores retirados de la marina de guerra del Perú. 2017..
38. Cordero PR. Guía de buena práctica clínica en Geriatria. Fragilidad y nutrición en el anciano. 2018.
39. Avila AA, Tinoco ES, Pacheco JP, Acosta ME, Eugenio VB, García VG, et al. Guía de instrumentos de evaluación geriátrica integral: Secretaria de Salud. Instituto Nacional de Geriatria; 2020.
40. Vermeulen J, Neyens J, Rossum Ev, Spreeuwenberg M, Witte L. Predicting ADL disability in community-dwelling elderly people using physical frailty indicators: a systematic review. *BMC Geriatrics.* 2011;; p. 33.
41. Rose D. Equilibrio y movilidad con personas mayores Barcelona, España: Paidotribo; 2014.
42. López J. Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte Madrid: 259-279; 2008.
43. Montes-Castillo M, Pérez-Benítez M, Díaz-Barriga A, Vázquez-Jasso A. El balance y las caídas en la tercera edad: consecuencias, evaluación y tratamiento. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación.* 2000;; p. 16-20.

44. García J, Rodríguez J. Biomecánica Básica aplicada a la Actividad Física y al Deporte. [Online].; 2018. Available from:
https://www.researchgate.net/publication/309579800_Equilibrio_y_estabilidad_del_cuerpo_humano.
45. Carballo A, Gómez J, Casado I, Ordás B, Fernández D. Estudio de prevalencia y perfil de caídas en ancianos institucionalizados. Gerokomos. 2018;; p. 110-116.
46. Berg K, Wood-Dauphine S, Williams J, Gayton D. Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. Physiotherapy Canada. 1989;; p. 304-311.
47. Carrasco DM. Análisis del riesgo de caídas en ancianos institucionalizados mediante escalas de marcha y equilibrio. 2015..
48. Casahuaman-Orellana L, Runzer-Colmenares F, Parodi J. Asociación entre síntomas de caídas y síntomas depresivos en adultos mayores de once comunidades altoandinas del Perú 2013-2017. Rev Neuropsiquiatr. 2019.
49. Brink T, Yesavage J. The geriatric depression scale. Oxford University Press. 1996;; p. 259-263.
50. Emerson L, Yesavage J. Validation of geriatric depression scale short form among inpatients. J Clin Psychol. 1996;; p. 256-260.
51. Marques-Vieira C, Sousa LM, Severino S, Sousa L, Caldeira S. Cross-cultural validation of the falls efficacy scale international in elderly: Systematic literature review. Journal of clinical Gerontology and Geriatrics. 2016;; p. 72-76.
52. Beorlegui MB, Larramendi NE, Valcárcel AC. La prevención de caídas recurrentes en el paciente anciano. Gerokomos. 2017.
53. Investigación Dd. ¿Qué es la calidad de vida? [Online].; 2017. Available from:
<https://www.incmnsz.mx/opencms/contenido/investigacion/comiteEtica/calidadVida.html>.
54. Vilagut G, Ferrer M, Rajmil L, Rebollo P, Permanyer-Miralda G, Quintana J, et al. El cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. Gac SANit. 2005.
55. Vlaeyen E, Joke C, Greet L, Elisa VdE, Kin D, Dirk C, et al. Characteristics and effectiveness of fall prevention programs in nursing homes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. J Am Geriatr Soc. 2015;; p. 211-221.
56. Villalobos A, López R. Manual de Prevención de Caídas en el Adulto Mayor Chile: Ministerio de Salud.
57. Kwang-II K, Hye-Kyung J, Chang Oh K, Soo-Kyung K, Hyun-Ho C, Dae Yui K, et al. Evidence-base guidelines for fall prevention in Korea. Korean J Intern Med. 2017.

58. Salud Sd. Guía clínica para el médico de primer nivel de atención para la prevención, diagnóstico, y tratamiento del síndrome de caídas en la persona adulta mayor. ; 2017.
59. Panel on prevention of falls in older persons; American Geriatric Society; Geriatrics Society. Summary of the Updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society Clinical Practice Guideline for Prevention of Falls in Older Persons. J Am Geriatr Soc. 2011;; p. 148-157.
60. OMS. Actividad física. [Online].; 2020. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>.
61. RNAO ApdedO. Prevención de caídas y disminución de lesiones derivadas de las caídas. 2017 septiembre..
62. Sherrington C, Muchaleff Zoe A, Fairhall N, Serene P, Tiedemann A, Whitney J, et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. 2017;; p. 1749-1757.
63. Shaw D. Overview of Telehealth and its application to cardiopulmonary physical therapy. Cardiopulm Phys Ther J. 2009;; p. 13-18.
64. Barbash G, A Glied S. New Technology and Health care costs- The case of robot-assisted surgery. The New England Journal of Medicine. 2010;; p. 701-704.
65. Javaid M, Haleem A. Virtual reality applications toward medical field. Clinical Epidemiology and Global Health. 2019;; p. 2-6.
66. Levy C, Silverman E, Jin H, Omura D. Effects of physical therapy delivery via home video telerehabilitation on functional and health-related quality of life outcomes. JRRD. 2015;; p. 361-370.
67. Turolla A, Rossetini G, Viceconti A, Palese A, Geri T. Musculoskeletal Physical Therapy During the COVID-19 Pandemic: Is Telerehabilitation the Answer? Physical Therapy. 2020;; p. 1260-1264.
68. Turolla A, Rossetini G, Viceconti A, Palese A, Geri T. Musculoskeletal Physical Therapy during the COVID-19 pandemic: is telerehabilitation the answer? Physical Therapy & Rehabilitation Journal. 2020;; p. 1260-1264.
69. Demos N. Started with Neurofeedback. New York: W.W. Norton & Company. 2009; 39(9).
70. Green C, Bavelier D. Action videogames modify visual selective attention. Nature. 2008;; p. 534-537.
71. Drew D, Water J. Videogames: utilization of a novel strategy to improve perceptual motor skills and cognitive functioning in the non-institutionalized elderly. Cogn Rehabil. 1986;; p. 26-31.

72. Ruivo J. Exergames and cardiac rehabilitation. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and prevention*. 2014;; p. 2-20.
73. Skjaeret N, Nawaz A, Morat T, Schoene D, Laegdheim J, Vereijken B. Exercise and rehabilitation through exergams in older adults: An interactive review of technologies, safety and efficacy. *International Journal of Medical Informatics*. 2015;; p. 1-16.
74. Desai K, Bahirat K, Ramalingam S, Prabhakaran B, Annaswamy t, Makris U. Augmente reality-based exergames for rehabilitation. *Digital Library*. 2016;; p. 1-10.
75. Ram Bruun J, Sendergaard K, Serafin S, Busk L. Augmente Exercise Biking with Wirtual Environments for Elderly Users: A Preliminary Study for Retirement Home Physical Therapy. *Workshop on Virtual and Augmentes Assistive Technology*. 2014;; p. 23-27.
76. Collado D, Adsuar J, Olivares P, Del Pozo B, Parraca J, Pozo J, et al. Effects of whole-body vibration therapy in patients with fibromyalgia: A systemaic literature review. *Evidence-based complementary and alternative medicine*. 2015; 2015.
77. Carniale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Sciencies Reviews*. 2003; 31(1).
78. Singh A, Datta R, Singh R. The Use of a Low-Cost Gaming Platform as a Substite of Medical-Grade Force Plate in Objective Evaluation of Balance. *Indian Journal of Otoralyngology and Head & Neck Surgery*. 2021.
79. Neurology SotAAo. Assessment: Posturography. *Meurology*. 1993; 43(6).
80. Cordero C, Calle I, Alvarez L. Rehabilitación vestibular con posturografía dinámica. *ORL*. 2021 enero; 11(1).
81. Navarra M. Laboratorio de biomecánica. [Online].; 2021 [cited 2021 noviembre 12. Available from: <https://www.mutuanavarra.es/instalaciones/laboratorio-de-biomecanica/>.
82. E-Salud..; 2017 [cited 2021 junio 13. Available from: <https://www.hola.com/salud/2017062795512/caidas-ancianos-y-tecnologia/>.
83. Pérolle G, Etxeberria I. Detector automático de caídas y monitorización de actividad para personas mayores. *Revista española de geriatría y gerontología*. 2007 septiembre; 41(2).
84. Aeno E. Zpatos anticaídas: la innovación también llega apra los adultos mayores. [Online].; 2014 [cited 2021 junio 14. Available from: <https://www.americaeconomia.com/articulos/zapatos-anticaidas-la-innovacion-tambien-llega-para-los-adultos-mayores>.
85. Bernardo Á. Primer exoesqueleto capaz de detectar la pérdida de equilibrio y evitar posibles caídas. [Online].; 2017 [cited 2021 junio 13. Available from: <https://hipertextual.com/2017/05/exoesqueleto-perdida-equilibrio-caidas>.

86. PAge MJ, MacKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*. 2021; 74(9).
87. Sánchez J, Esquirol J, Dalmau I. La pregunta clínica y de investigación en fisioterapia: El acrónimo PICO. *Actualizaciones en fisioterapia*. 2016;(11).
88. Quintanilla M. Técnica y cultura. *Teorema: Revista internacional de filosofía*. 1998 enero.
89. Araya LVF, Arias I, Fabré H, Soxo M, Muñoz C. Diferencias en equilibrio estático y dinámico entre niños de primero básico de colegios municipales y particulares subvencionados. *Ciencias de la Activiad Física*. 2014; 15(1).
90. Kaminska M, Miller A, Rotter I, Szylińska A, Grochans E. The effectiveness of virtual reality training in reducing the risk of falls among elderly people. *Clinical Interventions in Aging*. 2018; 13.
91. Khushnood K, Sultan N, Altaf S, Qureshi S, Mehmood R, Awan M. Effects of Wii Fit exergaming in balance and gait in elderly population: A randomized control trial. *JPMA*. 2021; 71(410).
92. Babadi SY, Daneshmandi H. Effects of virtual reality vesus conventional balance training on balance of the elderly. *Experimental Gerontology*. 2021 julio; 24(153).
93. Bacha J, Vieira G, Beline de Freitas T, Pereira LGdSK, Costa G, Varise E, et al. Effects of Kinect Adventures Games versus conventional physical therapy on postural control in elderly people: A randomized controlles trial. *Games for health journal: Research, development and clinical applications*. 2016; 7(1).
94. Lima F, Silva LFdS, Doná F, Sales A, Siqueira JdS. Immersive virtual reality is effective in the rehabilitation of older adults with balance disorders: A randomized clinical trial. *Experimental Gerontology*. 2021; 149.
95. Tinetti M, richman D, Powell L. Falls efficacy as a measure of fear of falling. *J Gereontol*. 1990; 45(6).
96. Marques A, Mesndes Y, Taddei U, Pereira C, Assumpcao A. Brazilian-Portuguese translation and cross cultural adaptation of the activities-specific balance confidence(ABC) scale. *Braz J Phys Ther*. 2013;; p. 170-178.
97. Hong J, Kong HJ, Yoon HJ. Web-Based Telepresence Exercise Program for Community-Dwelling Elderly Women with a high risk of falling: Randomized controlled trial. *JMIR Mhealth and Uhealth*. 2018; 6(132).
98. Kroemer J. Human muscle strength: Definition, generation and measurement. *Proceedings and human factors and ergonomic society annual meeting*. 1986; 10.

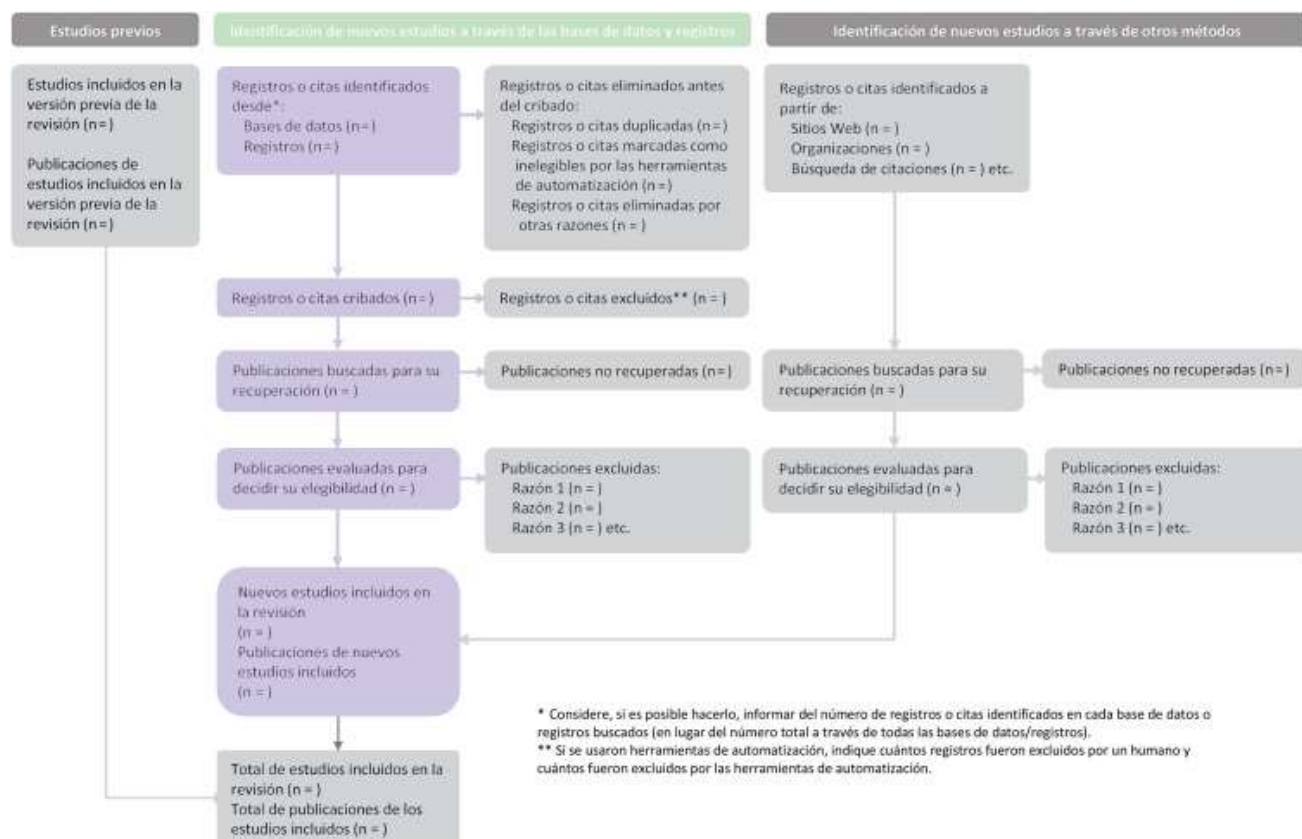
99. Yang CM, Chen J, Chen YC, Yang SY, Koong Lin HC. Effects of Kinect exergames on balance training among community older adults. *Medicine*. 2020; 99(28).
- 100 Guío F. Concepts and Classification of Ability. *Cuerpo, cultura y movimiento*. 2010 febrero.
- 101 Janssen M, Pickard A, Golicki D, Gudex C, Niewasa M, Scalone L. Measurement properties of the EQ-5D-5L compared to the EQ-5D-3L across eight patient groups: a multi-country study. *Qual Life Res*. 2013;(22).
- 102 Martín ACJ, Orejuela J, Barbero F, Sanchez C. Fases de la marcha humana. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*. 1999| enero; 2(1).
- 103 Echevarría M, Govea Y, Arencibia A. La flexibilidad en la educación física. *Revista de ciencia y tecnología en la cultura física*. 2013; 8(1).
- 104 LLee E, Shin M, Ko M, Lee B, Jung D, Han K, et al. The effect of information technology convergence gamification training in community-dwelling older people: A multicenter, randomized controlled trial. *JAMDA*. 2021; 1(6).
- 105 Lam F, Chan P, Woo LJ, Lai CKT, Pang M. Effects of whole-body vibration on balance and mobility in institutionalized older adults: a randomized control trial. *Clinical Rehabilitation*. 2017; 00(0).
- 106 Sápi M, Domján A, Fehér-Kiss A, Pintér S. Is Kinect training superior to conventional balance training for healthy older adults to improve postural control? *Games for health journal: Research, development and clinical applications*. 2019; 8(1).
- 107 Dite W, Temple VA. A clinical test of stepping and change of directions to identify multiple falling older adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002; 83(11).
- 108 Gómez.Conesa A. Escala PEDro-Español. Murcia:Asociación Española de Fisioterapeutas y Unidad de Metaanálisis de la Universidad de Murcia. 2012.
- 109 Cascaes de Silva F, Valdivia B, da Rosa R, Barbosa P, da Silva R. Escalas y listas de evaluación de la calidad de estudios científicos. *Revista Cubana de información en ciencias de la salud*. 2013; 24(3).
- 110 Morton N. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trial: a demographic study. *Aust J Physiother*. 2009; 55(2).
- 111 Sato K, Kuroki K, Saiki S, Nagatomi R. Improving walking, muscle strength and balance in the elderly with an exergame using Kinect: A randomized controlled trial. *Games for health journal*. 2015; 4(3).

- 112 Tseng SY, Lai CL, Chang KL, Hsu PS, Lee MC, Wang CH. Influence of Whole-Body Vibration . training without visual feedback on balance and lower-extremity muscle strength of the elderly. *Medicine*. 2016 febrero; 95(5).
- 113 Yesilyaprak SS, Yildirim MS, Tomruk MEO, Candan Z. Comparison of the effects of virtual . reality-based balance exercises and conventional exercises on balance and fall risk in older adults living in nursing homes in Turkey. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2016; 32(3).
- 114 Lee Y, Choi W, Song C, Lee S. Virtual reality training with three-dimensional video games . improves postural balance and lower extremity strength in community-dwelling older adults. *Journal of Aging and physical activity*. 2017; 25.
- 115 Anson E, Ma L, Meetam T, Thompson E, Tahore R, Dean V, et al. Trunk motion visual . feedback during walking improves dynamic balance in older adults: Aseor blinded randomized controlled trial. *Gait & Posture*. 2018; 62.
- 116 Fakhro MA, Hadchiti R, Awad B. Effects of Nintendo Wii fit game training on balance among . Lebanese older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*. 2019 diciembre.
- 117 Morat , Mareike , Bakker J, Hammes V, Morat T, Giannouli E, et al. Effects of stepping . exergames under stables versus unstables conditions on balance and strength in healthy community-dwelling older adults: A three-armed randomized controlled trial. *experimental Gerontology*. 2019; 127.
- 118 Oungphalachai T, Siriphorn A. Effects of training with a custom-made visual feedback device . on balance and functional lower-extremity strength in older adults: A randomized controlled trial. *Journal of body work & movement*. 2019 marzo; online.
- 119 García-Bravo S, García-Bravo C, Molina-Rueda F, Cuesta-Gómez A. Training with Wii Balance . board for dynamic balance in older adults. *Topics in geriatric rehabilitation*. 2020; 36(2).
- 120 Khushnood K, Altaf S, Sultan N, Awan M, Mehmood R, Qureshi S. Role Wii Fit exer-games in . improving balance confidence and quality of life in elderly population. *J Pak Med Assoc*. 2021 septiembre; 71(9).
- 121 Zahedian-Nasab N, Jaberi A, Shirazi F, Kavousipor S. Effect of virtual reality exercises on . balance and fall in elderly people with fall risk: a randomized controlled trial. *BCM Geriatrics*. 2021; 21(509).
- 122 Lee K. Virtual reality gait training to promote balance and gait among older people a . randomized clinical trial. *Geriatrics*. 2021 diciembre; 6(1).
- 123 Dutta S. Why Oculus Rift is the future in gaming? [Online].; 2013 [cited 2022 marzo 17]. . Available from:
<https://web.archive.org/web/20131219003611/http://www.gizmoneworld.org/why-oculus-rift-is-the-future-in-gaming/>.

- 124 BTSbioengineering. Nirvana BTS. [Online].; 2021 [cited 2022 marzo 17. Available from:
. <https://www.btsbioengineering.com/nirvana/es/>.
- 125 Ramos J. Es oficial: el Xbox Kinect ha muerto. [Online].; 2017 [cited 2022 marzo 17. Available
. from: <https://www.enter.co/cultura-digital/videojuegos/descontinuado-xbox-kinect/>.
- 126 Martin A. ¿Cuándo de va a discontinuar el Wii? [Online].; 2021 [cited 2022 marzo 17.
. Available from: <https://www.eluniversaledomex.mx/cuando-se-va-a-descontinuar-el-wii>.
- 127 PAge MJ, MacKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración
. PRISMA 202: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Revista
Española de Cardiología. 2021; 74(9).
- 128 Molina MB, Villanea MS. Escala de Depresión Geriátrica GDS de Yesavage. Compendio de
. Instrumentos de Medición IIP-2014. 2014;; p. 241-246.
- 129 Stevens J, Phelan E. Development of STEADI: A fall prevention resource for health care
. providers. Health Promotion Practice. 2013;; p. 706-714.
- 130 Page M, McKenzie J, Bossuyt P, Boutron I, Hoffman T, Mulrow C, et al. Updating guidance for
. reporting systematic reviews: development od the PRISMA 2020 statement. Journal of
clinical epidemiology. 2021; 134.

9. Anexos

Anexo 1: Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA) (127)



Anexo 2. Escala PEDro para la evaluación de la calidad metodológica (108)

Escala PEDro-Español

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:

Notas sobre la administración de la escala PEDro:

- Todos los criterios **Los puntos solo se otorgan cuando el criterio se cumple claramente.** Si después de una lectura exhaustiva del estudio no se cumple algún criterio, no se debería otorgar la puntuación para ese criterio.
- Criterio 1 Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.
- Criterio 2 Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no precisa ser especificado. Procedimientos tales como lanzar monedas y tirar los dados deberían ser considerados aleatorios. Procedimientos de asignación cuasi-aleatorios, tales como la asignación por el número de registro del hospital o la fecha de nacimiento, o la alternancia, no cumplen este criterio.
- Criterio 3 *La asignación oculta* (enmascaramiento) significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta, cuando el artículo aporta que la asignación fue por sobres opacos sellados o que la distribución fue realizada por el encargado de organizar la distribución, quien estaba fuera o aislado del resto del equipo de investigadores.
- Criterio 4 Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea base, en una cantidad clínicamente significativa. El criterio se cumple incluso si solo se presentan los datos iniciales de los sujetos que finalizaron el estudio.
- Criterio 4, 7-11 *Los Resultados clave* son aquellos que proporcionan la medida primaria de la eficacia (o ausencia de eficacia) de la terapia. En la mayoría de los estudios, se usa más de una variable como una medida de resultado.
- Criterio 5-7 *Cegado* significa que la persona en cuestión (sujeto, terapeuta o evaluador) no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Además, los sujetos o terapeutas solo se consideran "cegados" si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado.
- Criterio 8 Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente *tanto* el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos *como* el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. En los estudios en los que los resultados se han medido en diferentes momentos en el tiempo, un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.
- Criterio 9 El análisis por *intención de tratar* significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención de tratar, si el informe establece explícitamente que todos los sujetos recibieron el tratamiento o la condición de control según fueron asignados.
- Criterio 10 Una comparación estadística *entre grupos* implica la comparación estadística de un grupo con otro. Dependiendo del diseño del estudio, puede implicar la comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo (cuando se ha utilizado un análisis factorial de la varianza para analizar los datos, estos últimos son a menudo aportados como una interacción grupo x tiempo). La comparación puede realizarse mediante un contraste de hipótesis (que proporciona un valor "p", que describe la probabilidad con la que los grupos difieran sólo por el azar) o como una estimación de un tamaño del efecto (por ejemplo, la diferencia en la media o mediana, o una diferencia en las proporciones, o en el número necesario para tratar, o un riesgo relativo o hazard ratio) y su intervalo de confianza.
- Criterio 11 Una *estimación puntual* es una medida del tamaño del efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos. Las *medidas de la variabilidad* incluyen desviaciones estándar, errores estándar, intervalos de confianza, rango intercuartílicos (u otros rangos de cuantiles), y rangos. Las estimaciones puntuales y/o las medidas de variabilidad deben ser proporcionadas gráficamente (por ejemplo, se pueden presentar desviaciones estándar como barras de error en una figura) siempre que sea necesario para aclarar lo que se está mostrando (por ejemplo, mientras quede claro si las barras de error representan las desviaciones estándar o el error estándar). Cuando los resultados son categóricos, este criterio se cumple si se presenta el número de sujetos en cada categoría para cada grupo.