

Beneficios del programa *Xbox Kinect* en la adaptabilidad protésica en pacientes con amputaciones pélvicas

Benefits of the *Xbox Kinect* program on prosthetic adaptability in patients with pelvic amputations

María Belén Pérez García^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-1015-6212>

Carlos Gafas González² <https://orcid.org/0000-0001-5361-5285>

¹Licenciada en Ciencias de la Salud en Terapia Física y Deportiva. Magister en Gerencia de los Servicios de Salud. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

²PhD en Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

*Autor por correspondencia: maria.perez@unach.edu.ec

RESUMEN

Una amputación pélvica y colocación de prótesis en su lugar genera discapacidad como resultado cambios en la postura, la marcha, el equilibrio que limitan la independencia de la persona para cumplir las tareas de la vida diaria. La adaptabilidad del paciente a la prótesis requiere de ejercicios físicos. La creación de juegos con el programa *Xbox Kinect* mejora el equilibrio y la velocidad de la marcha. El objetivo del presente estudio consistió en describir los beneficios que aporta el programa *Xbox Kinect* en la adaptabilidad protésica en pacientes con amputaciones pélvicas. Se seleccionaron 20 documentos publicados desde el 2014 a 2023 en las bases de datos Cochrane, Scielo, Latindex, Redalyc y en Google académico. Los principales aportes se corresponden con las características del programa *Xbox Kinect* que permiten mejorar la adaptabilidad protésica en pacientes con amputaciones pélvicas y los beneficios que se obtienen en el mejoramiento de la velocidad de marcha y el equilibrio como parámetros a tener en cuenta en la adaptabilidad protésica. Se concluye que por sus características *Xbox*

Kinect es eficaz en la adaptación protésica del paciente con amputaciones pélvicas que facilita la realización de ejercicios intensos y repetitivos, ajustarlos a las particularidades de cada persona mejoran la velocidad de la marcha y el equilibrio. El proceso transcurre en un ambiente lúdico que resulta agradable, placentero y motivador.

Palabras clave: *Xbox Kinect*, amputaciones pélvicas, adaptabilidad protésica, mejoras

ABSTRACT

A pelvic amputation and placement of a prosthesis in its place generates disability as a result of changes in posture, gait, and balance that limit the independence of the person to fulfill the tasks of daily life. The patient's adaptability to the prosthesis requires physical exercises. Creating games with the Xbox Kinect program improves balance and gait speed. The aim of this study was to describe the benefits provided by the Xbox Kinect program on prosthetic adaptability in patients with pelvic amputations. Twenty documents published from 2014 to 2023 in the Cochrane, Scielo, Latindex, Redalyc and Google Scholar databases were selected. The main contributions correspond to the characteristics of the Xbox Kinect program that allow improving prosthetic adaptability in patients with pelvic amputations and the benefits obtained in improving gait speed and balance as parameters to be taken into account in prosthetic adaptability. It is concluded that due to its characteristics Xbox Kinect is effective in the prosthetic adaptation of the patient with pelvic amputations that facilitates the performance of intense and repetitive exercises, adjusting them to the particularities of each person improves gait speed and balance. The process takes place in a playful environment that is pleasant, pleasant and motivating.

Keywords: Xbox Kinect, pelvic amputations, prosthetic adaptability, improvements

Recibido: 02/06/2023

Aceptado: 09/08/2023

Introducción

Una de las causas que generan discapacidad es la amputación de determinada parte del cuerpo, con afectación a la independencia, movilidad e imagen corporal e implica la necesidad de utilizar prótesis, sea externa o interna y su posterior adaptación.⁽¹⁾ En los miembros inferiores implantar una prótesis condiciona cambios en la postura, la marcha y el equilibrio que demanda mayor esfuerzo y gasto energético de la persona.^{(1),(2)}

La amputación total o parcial de la pelvis y colocación de prótesis puede ocurrir en personas de cualquier edad, aunque son más vulnerables los adultos mayores por características propias del envejecimiento; desgaste, fracturas resultantes de caídas. Las artroplastias se realizan con el propósito de disminuir la discapacidad funcional, pero el éxito se logra con una adecuada rehabilitación que les facilite la adaptabilidad a las nuevas condiciones.⁽³⁾

El proceso adaptativo debe lograr que el paciente pueda recuperar la marcha, el equilibrio y su independencia, pero que transcurra sobre la base mantener los estándares fisiológicos normales. El tratamiento fisioterapéutico abarca una amplia gama de ejercicios, en dependencia de la disponibilidad de recursos.⁽¹⁾ Sin embargo, hoy existen varios programas resultantes del auge del desarrollo tecnológico en los últimos años, ha posibilitado la creación de variados hardware y software que se han adaptado y son utilizados con óptimos resultados. Hoy se pueden encontrar varios programas de rehabilitación postoperatoria.^{(3),(4)}

Los programas de realidad virtual con la utilización de *exergames* como Nintendo, *Play Station* o *Microsoft Xbox Kinect*, se ha demostrado que constituyen una opción válida con impacto positivo en la mejora de los movimientos y estabilidad, así como en el estado general; por lo tanto, su implementación en el proceso rehabilitador del paciente para lograr una adecuada adaptación y estabilidad del paciente es esencial.⁽⁵⁾

Los desórdenes y descoordinación en el equilibrio y en la marcha constituyen un riesgo en la posibilidad de caídas, de ahí la importancia de mantener un proceso fisioterapéutico adecuado que contribuya a la restauración motora y también al logro de la satisfacción del paciente con la intervención quirúrgica y las acciones rehabilitadoras.⁽⁶⁾

Por ende, al considerar las características de este programa, el efecto que provoca en la marcha y el equilibrio es que se decide realizar la investigación en la que se seleccionan y

analizan aportes sobre este tema con el objetivo de describir los beneficios que aporta el programa *Xbox Kinect* en la adaptabilidad protésica en pacientes con amputaciones pélvicas.

Métodos

La investigación realizada es básica, no sistemática y descriptiva sobre los beneficios del programa *Xbox Kinect* en la adaptabilidad protésica en pacientes con amputaciones pélvicas. Se identificaron 39 resultados de investigaciones que constituyeron el universo. La muestra estudiada fue de 20 que cumplieron los requisitos de inclusión.

Como criterios de inclusión de los diferentes resultados fueron:

Fecha de publicación entre 2014 y 2023

- Estudios relacionados con los beneficios del programa *Xbox Kinect* en amputaciones pélvicas
- Estudios con estructura metodológica acorde con las características de la investigación realizada

Los criterios de exclusión considerados fueron:

- Estudios publicados antes del 2014
- Estudios que no se corresponden con el objetivo y el tema propuesto
- Estudios con estructura metodológica incompleta o con errores en la metodología.

La figura 1 muestra el proceder para la revisión y aceptación de documentos

La revisión exploratoria se realizó a partir de la estrategia de búsqueda en las bases de datos Cochrane, Scielo, Latindex, Redalyc y en Google académico. Se utilizaron términos de búsqueda, en español e inglés, como: hip arthroplasty, hip prosthesis, Xbox Kinect, improvement, physical therapy, rehabilitation, gait, balance y se establecieron combinaciones entre ellos con el uso de operadores booleanos. Se emplearon tesis de grado, de postgrado, artículos y otros documentos publicados en el período fijado

Se realizó la lectura total de los documentos y la correspondencia con el objetivo de la investigación y los aportes. En una tabla confeccionada se recolectaron y organizaron los aspectos relevantes resultantes del análisis de cada seleccionado como parte de la muestra.

Esta información se procesó y se realizaron resúmenes que fueron discutidos científicamente y permitieron arribar a conclusiones sobre el tema de investigación identificado y el objetivo planteado.

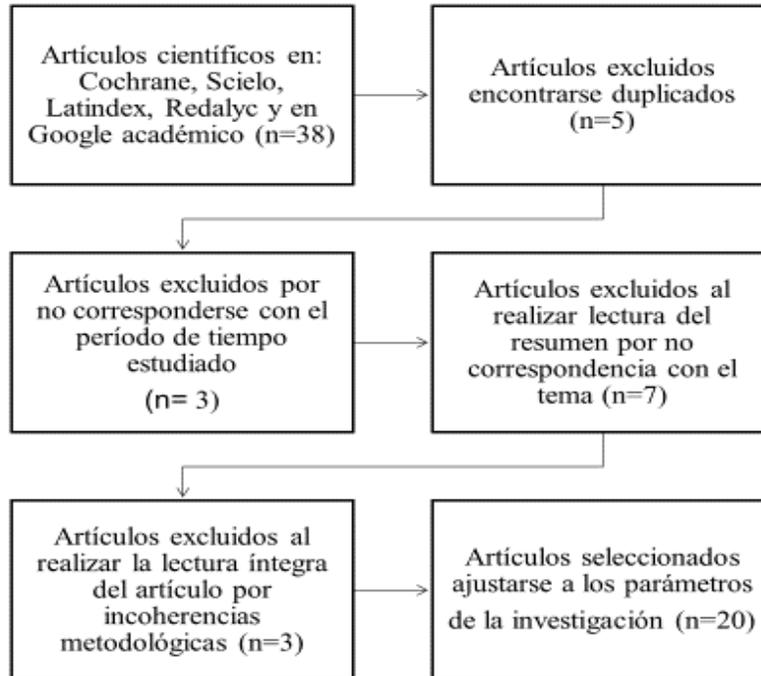


Fig. 1 Flujograma de revisión y aceptación de documentos

Fuente: elaboración propia

Resultados

Una vez seleccionada, identificada y analizada la información se procesaron solo los artículos que cumplían con los criterios de inclusión. De los 45 artículos revisados y valorados como útiles, se procesó y utilizó la información que respondía al objetivo propuesto. Para la comprensión de los beneficios del programa *Xbox Kinect* en la adaptabilidad protésica en pacientes con amputaciones pélvicas se realizará el análisis de dos aspectos que se presentan a continuación:

Características del programa *Xbox Kinect* que permiten mejorar la adaptabilidad protésica en pacientes con amputaciones pélvicas.

La amputación pélvica, total o parcial, y la colocación de prótesis en su lugar tiene el propósito de mejorar la calidad de vida de los pacientes con patología degenerativa o inflamatoria, sin embargo, es una intervención que genera discapacidad motora permanente y limitaciones.⁽⁷⁾

La adaptación postoperatoria, requiere de un programa con el propósito de lograr una recuperación funcional óptima, que permita al paciente conseguir el mayor beneficio posible de la prótesis implantada, según los ajustes y las normas que demande para que la adaptación transcurra de manera eficaz, eliminando factores de riesgo y se logre el mayor éxito posible en la funcionalidad de la prótesis.^{(1),(3)}

Es necesario desarrollar programas y ejercicios fisioterapéuticos para que el paciente se adapte al nuevo aditamento y recupere el control de la motricidad, fuerza y amplitud de los movimientos. El éxito en la adaptación de un paciente amputado consiste en el adiestramiento sistemático para el uso de la prótesis con independencia, seguridad en los movimientos y estabilidad.⁽²⁾

Existen diferentes enfoques y criterios para la rehabilitación. Los ejercicios y programas eficaces deben ser específicos, sistemáticos motivadores y significativos para el paciente.^(1,4)

Los programas computarizados de realidad virtual han demostrado ser efectivos en el tratamiento de enfermedades que generan limitaciones motrices y también en la adaptabilidad a la colocación de prótesis óseas. Estos programas permiten al paciente interactuar con el entorno virtual y realizar determinadas acciones en un sistema simulado que le muestra los efectos en tiempo real.^{(7),(8)}

En este sentido, el programa *Xbox Kinect* es una tecnología de bajo costo, accesible a la mayoría de la población, diseñada con fines lúdicos para interactuar en ambientes virtuales.⁽⁷⁾

Este programa se utiliza actualmente no solo para el diagnóstico y evaluación del paciente, prevención de lesiones o análisis de movimiento, sino también en tratamientos rehabilitadores a distancia que incluyen la monitorización. Este dispositivo captura movimientos que pueden ser usado posteriormente en un software diseñado para el análisis del movimiento, fuerza equilibrio, entre otros índices.⁽⁸⁾

El programa está conformado por un sensor y cámara potente que registra color, profundidad e infrarrojos que poseen un micrófono incorporado que interviene en la captura de audio que generalmente se coloca encima o debajo de la pantalla y estimula la interacción con el usuario y el control de su actuación. Se reporta que el sensor de profundidad Kinect posee utilidad en

la clínica y rehabilitación, puede realizar con gran exactitud el seguimiento a diferentes puntos del cuerpo y su dinámica de manera confiable, válida y con fácil utilización.^{(9),(10)}

Los diferentes puntos identificados por la cámara en el cuerpo humano analizan la calidad de los movimientos que se realizan, al detectar cuando la ejecución del ejercicio es correcta o incorrecta para rectificar y mejorar el resultado de la rehabilitación.⁽¹¹⁾ Igualmente realiza el registro de datos de captura de movimientos en tiempo real para el análisis del funcionamiento mecánico de las articulaciones, así como de la retroalimentación y corrección de movimientos.

⁽⁹⁾ Los datos obtenidos facilitan el análisis de la mejoría y avance logrado con el tratamiento. Por esto se estima es de gran valor en el estudio de las articulaciones, le permite al terapeuta y al paciente reconocer la postura del cuerpo en movimiento. Es una forma sencilla, rápida sin muchas implicaciones técnicas que generen gran dedicación para comprender y entender su manejo. No necesita de un control para su ejecución. ^{(8),(10)} Además, posibilita obtener información y dar seguimiento de manera visual a la amplitud de la articulación, los ángulos entre ellas y establecer el rango adecuado de movilidad, que le permite graduar el rango de los movimientos a las posibilidades del paciente.⁽¹²⁾

También puede ser utilizado para medir la posición de la articulación y la rotación. El sensor de profundidad emite una imagen infrarroja que ubica todas las articulaciones, a partir de la articulación pélvica en la base de la columna vertebral (*Spine base*) e infiere la posición de la articulación prácticamente en cualquier lugar, en escenarios abiertos o cerrados, en la clínica o en el hogar. Se obtienen imágenes en 3D sin requisitos de luminosidad, presencia de trajes especiales, de marcadores o de especialistas en el uso de esta tecnología.⁽¹³⁾

Las imágenes de profundidad que se obtienen permiten la orientación y el acceso a las articulaciones, pues detectan 25 y muestran información sobre la posición del cuerpo y de cada una de las articulaciones. De esa forma se puede dar seguimiento al esqueleto para valorar la integración de los movimientos, posibles riesgos de lesión y actuar en consecuencia para disminuirlos.⁽⁹⁾ Es de gran precisión en el monitoreo de movimientos simples y de baja velocidad, característicos de pacientes en los inicios de rehabilitación en fase postoperatoria.⁽¹¹⁾

Una característica distintiva de este programa es que no se circunscribe a un lugar específico del paciente, durante el juego se implica a todo el cuerpo en movimiento y le otorga la libertad del paciente para moverse, avanzar, detenerse o controlar el entrenamiento, en condiciones

similares a las que transcurre en el mundo real.⁽¹⁴⁾ Se reconoce es factible su uso con otros métodos terapéuticos.⁽¹⁵⁾

Al conectar *Xbox Kinect* a un ordenador y/o un dispositivo de almacenamiento de datos permite desarrollar variadas actividades interactivas usando entornos virtuales. Su interfaz dinámica brinda al fisioterapeuta y al paciente la posibilidad de programar y adecuar los ejercicios a las necesidades de cada paciente e introducirlo en un ambiente lúdico donde puede moverse, inclinarse, balancearse y realizar diferentes movimientos durante el tiempo de interacción, que también se ajusta a las necesidades terapéuticas.⁽¹³⁾ Asimismo, puede ajustar la posición del sensor, ajustar la velocidad y rangos de movimiento a las mediciones más acertada de los ángulos de flexión y abducción de la articulación pélvica.⁽⁴⁾

Una posibilidad que ofrece Kinect es el desarrollo y utilización de programas para la realización de telerehabilitación que incluyen el intercambio paciente-médico- fisioterapeuta. Representa una opción viable para el paciente que incluye variados ejercicios, la captura de movimientos, el análisis de datos en los que se consideran los errores en la ejecución de cada ejercicio. Estos programas proporcionan el acceso a los ejercicios y el tratamiento del paciente que expresa un gran nivel de satisfacción con el entrenamiento. Se reportan algunas limitaciones del programa diseñado, susceptibles de mejora.^{(3),(16)}

El programa *Xbox Kinect* por sus características es considerado un sensor de profundidad y una elección eficaz en los procesos de rehabilitación.^{(9),(15)} Tiene la cualidad de ser portable; tener un costo accesible a la mayoría de las personas y la posibilidad de ser utilizado no solo en la clínica, sino en el hogar, contextos y de registrar datos para el análisis y seguimiento del cuerpo y sus posiciones en movimientos simples, sea por el propio paciente o por el fisioterapeuta y la retroalimentación en tiempo real.⁽¹⁵⁾ Características estas que le conceden utilidad al programa para mejorar la adaptabilidad protésica en pacientes con amputaciones pélvicas.

Beneficios del programa *Xbox Kinect* en el mejoramiento de la velocidad de marcha y el equilibrio como parámetros a tener en cuenta en la adaptabilidad protésica.

La independencia funcional de una persona está marcada por la capacidad de recorrer determinados espacios y cambiar la posición de su cuerpo, es decir por la movilidad. Estos movimientos son esenciales para el desarrollo de las actividades cotidianas y satisfacción de

las necesidades vitales. Durante la colocación de una prótesis pélvica es necesario desplazar los músculos para poder realizar la manipulación.^{(10),(13)}

Como resultado del proceso realizado y de la inactividad del paciente en esta etapa, ocurren cambios atróficos: el tamaño del músculo y la fuerza muscular se reducen. El organismo necesita adaptarse a la prótesis. Estos cambios alteran la movilidad y la funcionalidad.⁽¹⁷⁾ La marcha y el equilibrio se alteran. En la fase postoperatoria se realiza la intervención rehabilitadora con el propósito de garantizar la adaptabilidad protésica y restauración estructural y funcional pélvica para potencializar la capacidad de movimiento en los pacientes.⁽¹³⁾

Los juegos y programas diseñados con *Xbox Kinect* se utilizan en beneficio de los pacientes con amputaciones pélvica para lograr efectos positivos con el entrenamiento, mejorar la adaptabilidad a la prótesis y la movilidad funcional.^(13,20) Generar experiencias positivas y el entretenimiento desde la interacción y la actividad física propicia motivaciones hacia la rehabilitación, con comportamientos y actitudes que favorecen la adherencia al tratamiento y, por tanto, la adecuada dosificación de los ejercicios y las repeticiones que conducen a mejoras continuas.⁽²⁾ Estas experiencias positivas influyen en la autoeficacia, autodeterminación y autoconfianza en la realización del ejercicio.⁽¹⁷⁾

El grado de asimetría en la marcha es un parámetro importante para poder restaurar la funcionalidad y la velocidad de la marcha. Las limitaciones simétricas detectadas con el sensor Kinect permiten determinar los niveles de disfuncionalidad, evaluar y medir los cambios que se van produciendo en el tiempo. El grado de asimetría sirve de referencia para ajustar y restaurar la función. Al reemplazar la pelvis alcanzar la simetría de la marcha es importante en la recuperación de la funcionalidad.^{(6),(15)}

La versatilidad de los ejercicios permite la acción sobre diferentes articulaciones, entre ellas la articulación de la rodilla, en la que se debe lograr la óptima simetría para la realización de movimientos eficaces. El mecanismo propioceptivo que tiene lugar favorece el control motor, la estabilidad articular y la estabilidad alcanzar el éxito de la intervención a largo plazo, esencial para el equilibrio y la movilidad. La retroalimentación multisensorial y la repetición de los movimientos juegan un rol importante.^{(14),(18)}

En este sentido el programa le brinda al especialista herramientas para realizar mediciones y adquirir datos ordenados, con amplio margen de precisión y confiabilidad para la realización

de diagnósticos más certeros y en tiempo real para la toma de decisiones acertadas.⁽¹⁹⁾ Con la utilización del programa se pueden obtener las medidas de la flexión, extensión y abducción de los ángulos de las articulaciones de los miembros inferiores, valorar los efectos de la rehabilitación, reajustar la estrategia de intervención rehabilitadora y valorar posibles resultados, a partir de los datos registrados.^{(10),(13)}

La interacción con el juego representa un reto físico y psicológico para los pacientes por los cambios constantes que se suceden en la velocidad, ritmo y dirección de los movimientos, ocurre una retroalimentación multisensorial que genera una respuesta mental rápida, y el control del equilibrio.⁽¹⁸⁾ La mejora del equilibrio, parámetro importante en adaptabilidad de la prótesis, evitando caídas, disfuncionalidad y la dependencia funcional. La retroalimentación visual contribuye al control consciente del equilibrio y a mejorar su autoeficacia.^{(2),(12)} Se logra combinar la estimulación, cognitiva y motora.⁽⁹⁾

Este programa brinda variedad de juegos con los que el paciente interactúa, integra movimientos, que al ser ejecutados provocan sensación de participación y lo involucran en la realización de movimientos de gran intensidad, con peso y repetitivos que le ayudan a recuperar la fuerza muscular y los rangos de movimientos de las extremidades inferiores.^{(2),(15)}

Los juegos basados en *Xbox Kinect* como: andar en bicicleta, bailar, tocar el timbre, recoger manzanas, jugar fútbol o pescar, entre otros, propician la realización de movimientos diferentes que ayudan a recuperar la funcionalidad de los miembros inferiores en la misma medida que el paciente logra un proceso consciente en la ejecución del ejercicio y reconocimiento de los errores. La interacción con el programa permite dar respuesta inmediata, corregir y perfeccionar el ejercicio que ejecuta.^{(6),(18)}

La amplia gama y variabilidad de juegos con tareas que involucran movimientos de las diferentes partes del cuerpo, niveles de complejidad que lo hacen más dinámico y atractivo y eficiente. Son ajustables a las necesidades del paciente, el tipo de tarea, el tiempo de duración y la intensidad con que debe ser realizada para que el paciente vaya incorporando aprendizajes que estimulen la corteza cerebral con complejidad gradual. Con su implementación se contribuye a mejorar la función motora, la marcha y el equilibrio.

Conclusiones

El programa *Xbox Kinect* posee características que le otorgan fiabilidad, eficiencia y eficacia en el tratamiento fisioterapéutico para la recuperación morfofisiológica, cognitiva, psicológica y motora en la adaptación protésica del paciente con amputaciones pélvicas. Los programas y juegos diseñados favorecen la realización de ejercicios intensos y repetitivos que, ajustados a las particularidades de cada persona mejoran la marcha, su velocidad y el equilibrio. El proceso transcurre en un ambiente lúdico que resulta agradable, placentero y motivador.

Referencias Bibliográficas

1. Pazmiño Castillo CN, Suarez Lescano PM, Evelin Lissette Uyaguari Díaz EL, Linares Rivera CH. Cirugía de la cadera y sus métodos de rehabilitación. Recimundo [Internet]. 2019 [citado 2023 May 10];3(1):868-94. Disponible en: <http://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/396>
2. Martínez Hernández M, Díaz Jaimes E. Efecto de Xbox kinect® en la velocidad de marcha y equilibrio en pacientes amputados de miembros pélvicos con prótesis en el CREE Toluca. [Internet]. 2014 [citado 2023 May 10];19(2):1-9. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/oca/view/20.500.11799/14617/1/413064.pdf>
3. Moorthy S, Sagar S, Trikha V, Sagar R, Sawhne C, Kalaivani K et al. Protocolo de estudo para relatar a eficácia da terapia de realidade virtual em combinação com o protocolo de fisioterapia para melhorar o equilíbrio em amputados traumáticos de membros inferiores. Rev Pesqui Fisioter [Internet]. 2019 [citado 2023 May 10];9(4):524-31. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1151926>
4. Almasi S, Ahmadi H, Asadi F, Shahmoradi L, Arji G, Mojtaba Alizadeh M, Kolivand H. Kinect-Based Rehabilitation Systems for Stroke Patients: A Scoping Review. BioMed Research International [Internet]. 2021 [citado 2023 May 10];2(242):1-16 Disponible en: <https://www.mdpi.com/journal/healthcare>
5. Peng L, Zeng Y, Wu Y, Si H, Shen B. Virtual reality-based rehabilitation in patients following total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled

- trials. Chinese Medical Journal 2022 [citado 2023 May 16];135(02):153-63. Disponible en: <https://mednexus.org/doi/abs/10.1097/CM9.0000000000001847>
- Ling Y, Ter Meer LP, Yumak Z, Veltkamp RC. Usability Test of Exercise Games Designed for Rehabilitation of Elderly Patients After Hip Replacement Surgery: Pilot Study. JMIR [Internet]. 2017[citado 2023 May 16];5(4):e19. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5658642/>
6. Foucher K C. Identifying clinically meaningful benchmarks for gait improvement after total hip arthroplasty. Journal of Orthopaedic Research : [Internet]. 2015[citado 2023 May 16];34 (1):88-96. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26218738>
7. Duque Fernández LM, Cornejo R, Ornelas Contreras M, Benavides Pando EV, Ordoñez Medina OE. Physical Activity for Older Adults with Serious Video Games. Revista Caribeña de Investigación Educativa [Internet]. 2022[citado 2023 May 16];6(1):104-20. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/530/5302833008/5302833008.pdf>
8. Mousavi Hondori, H, Khademi M (2014). A Review on Technical and Clinical Impact of Microsoft Kinect on Physical Therapy and Rehabilitation. Journal of Medical Engineering [Internet]. 2014 [citado 2023 May 16];1-16. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4782741/>
9. Ren Y, Lin C, Zhou Q, Yingyuan Z, Wang G, Lu A. Effectiveness of virtual reality games in improving physical function, balance and reducing falls in balance-impaired older adults: A systematic review and meta-analysis. Archives of Gerontology and Geriatrics Journal [Internet]. 2023 [citado 2023 May 16]; 42 (7):632: Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167494323000043>
10. Guevara C. "A real-time algorithm for movement assessment using fuzzy logic of hip arthroplasty patients." Advances in Human Factors and Systems Interaction: Proceedings of the AHFE 2018 International Conference on Human Factors and Systems Interaction, July 21-25, Loews Sapphire Falls Resort at Universal Studios, Orlando, Florida, USA 9. Springer International Publishing, 2019. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-94334-3_27
11. Zahedian Nasab N, Fatemeh Shirazi N, Kavousipor S. Effect of virtual reality exercises on balance and fall in elderly people with fall risk: a randomized controlled trial. BMC

- Geriatrics [Internet]. 2021[citado 2023 May 16]; 21(1):509-16. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34563120>
12. Machado Lopes F, Nogueira de Araújo I, Santos Almeida CB, Valente Pires LP, Aguiar Moreira MB, Ferreira Borba de Almeida I . Application of functional games in the pre-protetization of patient with post-osteosarcoma hip disarticulation: case study. Research, Society and Development [Internet]. 2022[citado 2023 May 18]; 11(1): e59511125461. Disponible en: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25461>.
13. Hernández Martínez J, Gajardo M R, Coñapi D R, Flores P A, Paredes CA, Millaguin M S. Efectos del entrenamiento con Xbox Kinect sobre la movilidad funcional en adultos mayores. Una revisión breve. Revista Ciencias de la Actividad Física [Internet]. 2018 [citado 2023 May 18];19(2):8. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5256/525656572003/>
14. Xu X, McGorry R, Shan Chou L, hua Lin J, Chang C. Accuracy of the Microsoft KinectTM for measuring gait parameters during treadmill walking. Gait & Posture [Internet]. 2015 [citado 2023 May 18];42(2):145-51. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S09666362150046>
15. Gor AS, García Fogeda, MD, Cano de la Cuerda R. AnsEMG-Controlled Forearm Bracelet for Assessing and Training Manual Dexterity in Rehabilitation: A Systematic Review. J. Clin. Med. [Internet]. 2022[citado 2023 May 18];11: 3119. Disponible en: <https://www.mdpi.com/journal/jcm>
16. Hilario de Meireles Lima L, Santos Fagundes D, Furtado Menezes M, Rodrigues do Prado ML, Favero MT. Reabilitação do equilíbrio postural com o uso de jogos de realidade virtual. Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, [Internet]. 2022[citado 2023 May 18];8(1):161-76. Disponible en: <https://revista.faema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/443>
17. Buriola Crepaldi E C, Donizeti Verri E, Stamato Taube, Silva Pauda OL Reabilitação do equilíbrio corporal e funcionalidade da marcha utilizando a realidade virtual em indivíduos após Acidente Vascular Cerebral: Rehabilitation of body balance and gait functionality using virtual reality in Individuals After Stroke. Brazilian Journal of Development. [Internet]. 2022 citado 2023 May 18];8(11): 71172–89. Disponible en: <https://www.brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/53783>

18. Wochatz M, Tilgner N, Mueller S, Rabe S et al. Confiabilidad y validez del Kinect V2 para la evaluación de ejercicios de rehabilitación de extremidades inferiores. Marcha y postura [Internet]. 2019 citado 2023 May 18];70:330-5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30947108/>

Conflicto de interés

Los autores no refieren conflicto de interés.

Contribución de los autores

María Belén Pérez García: participó en la concepción de la investigación, búsqueda de información, análisis de la información recopilada, redacción y revisión final del documento.

Carlos Gafas González: participó en la concepción de la investigación, búsqueda de información, análisis de la información recopilada, redacción y revisión final del documento.