

Mejora del equilibrio, atención y concentración después de un programa de entrenamiento exergame en la persona adulta mayor

Balance, attention and concentration improvements following an exergame training program in elderly

*Keven Gerard Santamaría, *Alejandro Salicetti Fonseca, *Jose Moncada Jiménez, **Luis Carlos Solano Mora

*Universidad de Costa Rica, **Universidad Nacional de Costa Rica

Resumen. Objetivo: determinar si la práctica aguda y crónica con el videojuego Dance Dance Revolution (DDR®) produce una mejora significativa en la atención, concentración, balance estático y balance dinámico en personas adultas mayores. Materiales y Método: Se administró un tratamiento de 15 sesiones con el video juego Dance Dance Revolution a 27 personas adultas mayores con edad promedio de 63.15 ± 5.79 años, quienes fueron asignados aleatoriamente a un grupo experimental y control. Se aplicó una batería de pruebas (TUAG, Plataforma de fuerza, Efecto Stroop y Toulouse Pierón) antes y después de la primera sesión y al finalizar la sesión 15. Resultados: El análisis de varianza mostró las siguientes interacciones significativas: TUAG (EA, $p=0.0001$; EC, $p=0.0001$), Stroop (EA, $p=0.0001$; EC, $p=0.0001$), Toulouse Pierón (EA, $p=0.015$; EC, $p=0.002$). En los componentes del balance estático se encontraron las siguientes interacciones significativas: DS [Fz/m] (EA, $p=0.015$; EC, $p=0.004$), VCopy (EC, $p=0.0001$), DS Copx (EC, $p=0.006$). Conclusión: La práctica del exergame DDR®, se mejora significativamente el balance dinámico y la atención. No se apoya la mejora de la concentración y el balance estático.

Palabras Clave: Exergames, Atención, Concentración, Balance, Adulto Mayor.

Abstract. Objective: to determine whether acute and chronic practice of the video game «Dance Dance Revolution» produces significant improvements in attention, concentration, and static and dynamic balance in elderly. Methods: 15 treatment sessions with the video game «Dance Dance Revolution» were administered to 27 senior citizens with mean age of 63.15 ± 5.79 years, who were randomly assigned to either an experimental or control group. A battery of tests was applied (TUAG, force platform, Stroop Effect and Toulouse Pieron) before and after the first session and after session 15. Results: Analysis of variance showed the following significant interactions: TUAG (EA, $p=0.0001$; EC, $p=0.0001$), Stroop (EA, $p=0.0001$; EC, $p=0.0001$), and Toulouse Pierón (EA, $p=0.015$; EC, $p=0.002$). In the components of the static balance, significant interactions were found as follows: DS [Fz/m] (EA, $p=0.015$; EC, $p=0.004$), VCopy (EC, $p=0.0001$), and DS Copx (EC, $p=0.006$). Conclusion: The practice of the exergame DDR® significantly improved dynamic balance and attention. Improvement of concentration and static balance is not supported.

Keywords: Exergames, Attention, Concentration, Balance, Elderly.

Introducción

En la actualidad los video juegos han dejado de ser solo un medio para el esparcimiento y se han convertido en una herramienta para la mejora de la calidad de vida y la actividad física de los usuarios (Karahán et al., 2015). Esta nueva generación llamados exergames, consisten en la interacción del movimiento del jugador para activar las características del juego.

Estos rasgos han despertado el interés por conocer su impacto en diferentes esferas, por lo que se han generado muchas investigaciones que vinculan su uso con beneficios físicos y cognitivos (Ben-Sadoun et al., 2016; Donath, Rösslner, & Faude, 2016; Eggenberger, Wolf, Schumann, & De Bruin, 2016; Monteiro-Junior, da Silva Figueiredo, et al., 2016; Monteiro-Junior, Vagheti, Nascimento, Laks, & Deslandes, 2016; Skjæret-Maroni et al., 2016; Splithof, Assessor, & de Vries, 2016)

Una de las poblaciones que se han beneficiado con el desarrollo de los exergames ha sido la persona adulta mayor (Skjæret-Maroni et al., 2016; Skjæret et al., 2016), ya que les permite ejercitarse y mejorar sus habilidades físicas como la movilidad funcional y balance, además de ser una actividad con mayor disfrute (Karahán et al., 2015; Montero-Alía et al., 2016).

Este efecto es producido por la mejora de la fuerza muscular en el tren inferior, lo cual permite efectuar tareas con mayor facilidad y prevenir las caídas (Nagano, Ishida, Tani, Kawasaki, & Ikeuchi, 2016). Además existe suficiente evidencia de que los exergames son un medio eficaz para la mejora del balance en poblaciones mayores de 60 años (Chao, Scherer, & Montgomery, 2014; Donath et al., 2016) y además de ser una actividad que muestra una mejor adherencia (Hasselmann, Oesch, Fernandez-Luque, & Bachmann, 2015)

Otro frente de acción que ha impactado los exergames es en el estudio de las variables psicológicas, especialmente en el mantenimiento (Eggenberger et al., 2016), ya que el aumento de la edad se ha asociado a la reducción de las funciones cognitivas y estas a su vez se relacionan al padecimiento de enfermedades demenciales (Arvanitakis, Capuano,

Leurgans, Bennett, & Schneider, 2016; Eggenberger et al., 2016).

La reducción de las funciones cognitivas están asociadas a una pobre estimulación de estas mismas capacidades, por lo que los exergames proporcionan un ambiente que activa diferentes medios sensoriales, tales como la audición, la vista, entre otros. (Monteiro-Junior, da Silva Figueiredo, et al., 2016; Monteiro-Junior, Vagheti, et al., 2016). En un ambiente de alta estimulación y con el objetivo de cumplir tareas determinadas que ofrecen los exergames, se incrementan las habilidades ejecutivas tales como, la velocidad de procesamiento de información, tiempo de reacción, aumento de la concentración, la atención, memoria de corto plazo entre otras (Anderson-Hanley et al., 2012; Monteiro-Junior, Vagheti, et al., 2016; Montero-Alía et al., 2016; Splithof et al., 2016; Wiloth, Lemke, Werner, & Hauer, 2016)

Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación es determinar si la práctica aguda y crónica con un exergame produce una mejora significativa sobre las variables psicológicas de atención y concentración y sobre las variables físicas de balance estático y balance dinámico en personas adultas mayores.

Metodología

Participantes

Participaron 21 mujeres y 6 hombres. El número de participantes se seleccionó considerando una potencia de prueba de 0.80 (ver análisis estadístico). Estos fueron reclutados del Programa Institucional de la Persona Adulta y Adulta Mayor (PIAM) de la Universidad de Costa Rica. Los participantes se dividieron en dos grupos: a) Experimental (3 hombres y 11 mujeres) y b) Control (3 hombres y 10 mujeres). La tabla 1 resume las características de los participantes.

Tabla 1.
Estadística descriptiva de las características de los participantes (n = 27).

Variables	Control (n = 13)		Experimental (n = 14)	
	Promedio	D.S.	Promedio	D.S.
Edad (años)	63.08	5.74	63.21	6.05
Peso (kg)	70.98	12.84	75.88	8.50
Talla (cm)	156.08	5.79	159.68	6.30
IMC (kg/m ²)	29.23	7.76	29.78	3.29

Materiales

Para la medición de la variable atención, se utilizó el Test del Efecto Stroop (Stroop, 1935), que posee una confiabilidad de 0.89 (Golden, 1994; Soprano, 2003). Se implementó una versión digital (Power Point) del test, que presenta de forma automática 25 filminas por cada una de las 3 condiciones. Y se registraron el número de errores. El puntaje se obtuvo restando el número de errores a 75 (Rodríguez & Vega, 2004). Para la variable concentración, se implementó el Test de Concentración de Toulouse Pierón que posee una confiabilidad de 0.91 (Rezaeian, 2012). La administración del test tarda 10 min como máximo, al final de este tiempo, se contabilizaron las omisiones y errores y se restarán al número máximo de aciertos del test que es 784 (Rodríguez & Vega, 2004).

Para medir el balance dinámico se realizó la prueba Timed-up and Go (TUAG) (Bohannon, 2006; Szturm et al., 2013), en la cual el ejecutante debe estar sentado y a la indicación debe recorrer una distancia de tres metros y volver lo más rápido posible a la posición inicial, esta prueba reporta una confiabilidad de 0.97 (Rockwood, Awalt, Carver, & MacKnight, 2000). El puntaje asignado fue el promedio de tres intentos (Guzmán et al., 2011).

El balance estático fue medido mediante una prueba de 30 segundos sobre una plataforma de fuerza marca Bertec-Kistler® (USA), a una frecuencia de muestreo de 50 Hz. Se registró la desviación estándar de la fuerza vertical dividida entre la masa corporal (DS [Fz/m]), velocidad del centro de presión en el plano anteroposterior (VCopx), velocidad del centro de presión en el plano medio lateral (VCopy), desviación estándar del centro de presión en el eje X (DS Copx) y la desviación estándar del centro de presión en el eje Y (DS Copy), según el modelo de 5 componente planteados por Karlsson and Frykberg (2000).

También se utilizaron 4 alfombras control para el juego DDR® de marca Nintendo®, en estas los participantes efectuaban el tratamiento de baile, además de una consola Wii® (Nintendo of América, Inc., Redmond, WA, EE.UU.), 1 proyector Epson PowerLite 1750® (Epson America, Inc., Long Beach, CA, EE.UU.) y el juego DDR 2 Hottest Party®.

Procedimientos

Los participantes fueron citados al Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano (CIMOHU) de la Universidad de Costa Rica, se les explicó los procedimientos de la investigación y posteriormente firmaron el consentimiento informado, aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica, luego se les aplicó la batería de pruebas (pre test) a ambos grupos (TUAG, Plataforma de fuerza, Efecto Stroop y Toulouse Pierón).

En la segunda sesión se les explicó al grupo experimental el funcionamiento del video juego y a partir de esta sesión, el grupo experimental completó 3 sesiones no consecutivas de práctica con el juego DDR® a la semana por 5 semanas (hasta completar 15). La práctica con el exergame fue estandarizada a 14 canciones (Santamaría Guzmán, Salicetti Fonseca, & Moncada Jiménez, 2013). Al finalizar la segunda sesión se procedió a medir a ambos grupos con el mismo combo de test de la primer sesión, para obtener el efecto agudo (EA) (TUAG, Plataforma de fuerza, Efecto Stroop y Toulouse Pierón), el grupo control en esta sesión solo realizó las mediciones y se les indicó que debían presentarse hasta después de cumplidas 4 semanas para realizar las mediciones finales.

En cada una de las 15 sesiones experimentales, los participantes se colocaron sobre las 4 alfombras para el juego DDR® ubicadas a una distancia equitativa de la pantalla (proyección con el Epson PowerLite 1750®) para efectuar las prácticas. Los participantes en ninguna condición jugaron solos (mínimo 2 jugadores). El tratamiento consistió en que todos bailaran en modo aleatorio (random) las canciones que se encuentran en la oferta del DDR 2 Hottest Party®. Se seleccionó el nivel de dificultad principiante (Santamaría Guzmán et al., 2013). Al finalizar la sesión experimental número 15 se convocaron a ambos grupos a una sesión final (sesión 17) en la cual se efectuaron las mediciones con la batería de pruebas.

Análisis Estadístico

Se realizaron 8 ANOVAS mixtas de 2 mediciones x 2 grupos, tanto para el EA como para EC. En relación a los datos obtenidos en la plataforma de fuerza, se utilizó el programa MATLAB versión 7.8 R2009a para filtrar los valores registrados en la plataforma con una frecuencia de corte para el filtro de 15 Hz.

Para determinar el número de sujetos necesarios, se realizó un análisis de potencia de prueba mediante un estudio piloto en la que 10 sujetos (8 hombres y 2 mujeres) con edades promedio de 61.38 ± 6.40 años quienes efectuaron la prueba TUAG y obtuvieron un tiempo promedio de 7.14 ± 0.71 segundos. El valor de la desviación estándar se ingresó en el paquete estadístico Minitab versión 16 para detectar una diferencia de 0.9 segundos con un valor de potencia de 0.80 y se obtuvo una potencia de prueba real de 0.8071 utilizando a 11 sujetos por grupo. Lo que indica una probabilidad de 80 % de detectar un error tipo II.

Además se recalculó la potencia de prueba con los datos obtenidos en el pre test de la prueba TUAG, en la que 27 sujetos de edad promedio de 63.15 ± 5.79 cronometraron un tiempo promedio de 5.34 ± 0.75. Este valor de la desviación estándar se ingresó en el paquete estadístico Minitab versión 16 para detectar una diferencia de 0.9 segundos con un valor de potencia de 0.80 y se obtuvo una potencia de prueba real de 0.8020 utilizando a 13 sujetos por grupo. Finalmente se calculó el tamaño de efecto (TE) utilizando la fórmula planteada por Morales-Vallejo (2012).

$$d = \frac{\bar{x} \text{ post test experimental} - \bar{x} \text{ post test control}}{DS \text{ post test control}}$$

Resultados

El análisis de varianza, indicó diferencias significativas en las variables estudiadas. A continuación, se resumen los resultados obtenidos para las variables estudiadas.

Adicionalmente se calcularon los TE para cada una de las variables estudiadas, que se resumen en la tabla 3.

Tabla 2. Resumen de Análisis de Varianza de las variables estudiadas

Variables	Anova 2x2			Seguimiento de Interacción			
	Origen	EA P=	EC P=	Origen	EA P=	EC P=	
TUAG	Mediciones	0.005	0.0001	C vs E	Pre	0.285	0.285
	Grupos	0.049	0.001		Post	0.010	0.0001
	Interacción	0.0001	0.0001	Pre vs Post	C	0.290	0.623
Toulouse	Mediciones	0.006	0.005	C vs E	Pre	---	---
	Grupos	0.193	0.147		Post	---	---
	Interacción	0.015	0.002	Pre vs Post	C	0.799	0.845
Stroop	Mediciones	0.0001	0.0001	C vs E	Pre	0.401	0.401
	Grupos	0.002	0.001		Post	0.0001	0.0001
	Interacción	0.0001	0.0001	Pre vs Post	C	0.742	0.147
DS [Fz/m]	Mediciones	0.002	0.002	C vs E	Pre	---	---
	Grupos	0.325	0.144		Post	---	---
	Interacción	0.015	0.004	Pre vs Post	C	0.580	0.794
VCopx	Mediciones	0.059	0.004	C vs E	Pre	---	---
	Grupos	0.420	0.257		Post	---	---
	Interacción	0.064	0.209	Pre vs Post	C	---	---
VCopy	Mediciones	0.078	0.0001	C vs E	Pre	---	0.905
	Grupos	0.438	0.035		Post	---	0.0001
	Interacción	0.296	0.0001	Pre vs Post	C	---	0.875
DS Copx	Mediciones	0.274	0.003	C vs E	Pre	---	---
	Grupos	0.571	0.126		Post	---	---
	Interacción	0.107	0.006	Pre vs Post	C	---	0.815
DS Copy	Mediciones	0.470	0.056	C vs E	Pre	---	---
	Grupos	0.571	0.332		Post	---	---
	Interacción	0.470	0.065	Pre vs Post	C	---	0.0001

C= Grupo Control, E= Grupo Experimental.

Tabla 3. Resumen de TE calculados para cada variable estudiada

Variable	EA	EC
TUAG	-0.75	-1.90
Toulouse	0.58	0.63
Stroop	1.58	1.87
DS [Fz/m]	-0.52	-0.66
VCopx	-0.48	-0.67
VCopy	-0.42	-1.31
DS Copx	-0.53	-1.05
DS Copy	-0.32	-0.47

Discusión

Según los resultados mostrados, se pudo determinar que en relación al balance dinámico, se observa una mejoría en tiempos obtenidos con el TUAG tanto en el efecto agudo ($P=0.0001$) como en el efecto crónico ($P=0.0001$), esto se evidencia en los TE obtenidos ($EA=-0.75/EC=-1.90$). Esto sugiere que el uso a corto y mediano plazo, se pueden alcanzar mejorías en el balance dinámico en personas adultas mayores.

Estos resultados coinciden con las evidencias señaladas por Donath et al. (2016), en las que señalan que los juegos de realidad virtual o exergames, proporcionan un medio aceptable para la mejora de la movilidad funcional, balance dinámico y fuerza. Por otra parte, Karahan et al. (2015) encontró una mejora significativa en el balance dinámico en personas adultas mayores.

Con el uso de un exergame como el Dance Dance Revolution, las personas se someten continuamente a realizar cambios en el apoyo de su peso en uno o en ambos pies, así como en las diferentes direcciones y en reiteradas ocasiones, la dinámica del juego obliga al jugador a realizar saltos para cambiar simultáneamente la posición de los pies. Esta tarea exige una mejora de la fuerza muscular y la coordinación de los miembros inferiores, lo que incide positivamente en la mejora del balance funcional (Skjæret-Maroni et al., 2016). Ya que en estas circunstancias, es donde se registran la mayoría de casos de caídas en la población adulta mayor (Robinovitch et al., 2013).

Por otra parte y en relación al balance estático, no se logra determinar un cambio en el balance postural de los participantes, sin embargo, se detectan tamaños del efecto moderados y bajos, que indican una tendencia a disminuir las oscilaciones de los diferentes ejes (X, Y y Z).

En relación a las variables cognitivas estudiadas, se logra detectar cambios significativos en la atención, medido mediante el test de efecto stroop ($p=0.001$), tanto a nivel agudo como en el crónico. A su vez se detectan cambios importantes en los tamaños del efecto de esta variable. No así con la concentración ya que sus cambios fueron moderados y no se logra establecer diferencias significativas.

Estos datos coinciden con resultados encontrados por otros autores, Anderson-Hanley et al. (2012) encuentra un efecto sobre las funciones ejecutivas de un grupo de 38 adultos mayores, después de practicar «cybercycling» por 25 sesiones de 45 minutos. Por otra parte Maillot, Perrot, and Hartley (2012) detectaron una mejora significativa en la atención, funciones ejecutivas y procesamiento de la información con el uso del Nintendo Wii en 32 personas adultas mayores.

También Kayama et al. (2014) encontró cambios significativos en las funciones ejecutivas como la atención en adultos mayores, con el uso del Microsoft Kinect. Así mismo, existen evidencias que señalan un efecto positivo del uso de exergames en la mejora de variables cognitivas en la persona adulta mayor (Ogawa, You, & Leveille, 2016).

Para llevar a cabo una tarea exergame, el individuo debe entender e interactuar con un entorno virtual. Esto activa varios medios de información sensorial (visuales, auditivas, y somato-sensorial) (Chao et al., 2014; Ogawa et al., 2016). Todos estos estímulos generan un flujo sensorial que activa la atención, concentración, control inhibitorio, toma de decisiones, y tiempo de reacción del individuo. Por lo que la tarea exergame sugiere ser un detonador de las funciones ejecutivas y estas a su vez generan una activación fisiológica en el cerebro que puede prevenir, accidentes cerebro vasculares o enfermedades demenciales (Arvanitakis et al., 2016).

Finalmente, existen dos campos de acción que impactan los exergames, principalmente en las variables físicas, cuyos efectos en la persona adulta mayor han sido ampliamente estudiados ya sea en la mejora de la fuerza, balance y control motriz (Chao et al., 2014; Donath et al., 2016; Eggenberger et al., 2016; Skjæret et al., 2016) y por otra parte su efecto positivo sobre las variables cognitivas, ya que a través de los exergames se pueden desencadenar fenómenos de plasticidad neuronal (Monteiro-Junior, Vagheti, et al., 2016), sin embargo, en este campo de investigación, se requieren muchos más datos para ser concluyentes.

Conclusiones

Se concluye que la práctica aguda y crónica con el exergame DDR®, se mejora de manera significativa el rendimiento de la prueba TUAG y la atención en personas adultas mayores. En cuanto a la concentración y el balance estático se apoya parcialmente su uso como un mecanismo que contribuye a la mejora de estas variables, aunque se requiere de más investigación para probar un beneficio concluyente.

Referencias

- Anderson-Hanley, C., Arciero, P. J., Brickman, A. M., Nimon, J. P., Okuma, N., Westen, S. C., ... Kramer, A. F. (2012). Exergaming and older adult cognition: a cluster randomized clinical trial. *American journal of preventive medicine, 42*(2), 109-119.
- Arvanitakis, Z., Capuano, A. W., Leurgans, S. E., Bennett, D. A., & Schneider, J. A. (2016). Relation of cerebral vessel disease to Alzheimer's disease dementia and cognitive function in elderly people: a cross-sectional study. *The Lancet Neurology, 15*(9), 934-943.
- Ben-Sadoun, G., Sacco, G., Manera, V., Bourgeois, J., König, A., Foulon, P., ... Robert, P. (2016). Physical and Cognitive Stimulation Using an Exergame in Subjects with Normal Aging, Mild and Moderate Cognitive Impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*(Preprint), 1-16.
- Bohannon, R. W. (2006). Reference Values for the Timed Up and Go Test: A Descriptive Meta Analysis. *Journal of geriatric physical therapy, 29*(2), 64-68.
- Chao, Y.-Y., Scherer, Y. K., & Montgomery, C. A. (2014). Effects of Using Nintendo Wii™ Exergames in Older Adults A Review of the Literature. *Journal of aging and health, 0898264314551171*.
- Donath, L., Rössler, R., & Faude, O. (2016). Effects of Virtual Reality Training (Exergaming) Compared to Alternative Exercise Training and Passive Control on Standing Balance and Functional Mobility in Healthy Community-Dwelling Seniors: A Meta-Analytical Review. *Sports medicine, 1-17*.
- Eggenberger, P., Wolf, M., Schumann, M., & De Bruin, E. D. (2016). Exergame and balance training modulate prefrontal brain activity during walking and enhance executive function in older adults. *Frontiers in aging neuroscience, 8*.
- Golden, C. J. (1994). *STROOP: Test de colores y palabras: Manual* (1 ed.). Madrid: TEA ediciones.
- Guzmán, R., Salazar, H., Cea, A., Melián, H., Cordier, B., & Silvestre, R. (2011). Correlación entre el puntaje obtenido en la prueba «Timed up and go» y momentos articulares del miembro inferior registrados durante la transferencia de sedente a bípedo en adultos mayores con antecedentes de caídas frecuentes. *International Journal of Morphology, 29*(2), 521-525.
- Hasselmann, V., Oesch, P., Fernandez-Luque, L., & Bachmann, S. (2015). Are exergames promoting mobility an attractive alternative to conventional self-regulated exercises for elderly people in a rehabilitation setting? Study protocol of a randomized controlled trial. *BMC geriatrics, 15*(1), 108.
- Karahan, A. Y., Tok, F., Taskin, H., Küçüksaraç, S., Basaran, A., & Yildirim, P. (2015). Effects of exergames on balance, functional mobility, and quality of life of geriatrics versus home exercise programme: randomized controlled study. *Central European journal of public health, 23*, S14.
- Karlsson, A., & Frykberg, G. (2000). Correlations between force plate measures for assessment of balance. *Clinical Biomechanics, 15*(5), 365-369.
- Kayama, H., Okamoto, K., Nishiguchi, S., Yamada, M., Kuroda, T., & Aoyama, T. (2014). Effect of a Kinect-based exercise game on improving executive cognitive performance in community-dwelling elderly: Case control study. *Journal of medical Internet research, 16*(2), e61.

- Maillot, P., Perrot, A., & Hartley, A. (2012). Effects of interactive physical-activity video-game training on physical and cognitive function in older adults. *Psychology and aging*, 27(3), 589-600.
- Monteiro-Junior, R. S., da Silva Figueiredo, L. F., de Tarso Maciel-Pinheiro, P., Abud, E. L. R., Braga, A. E. M. M., Barca, M. L., . . . Laks, J. (2016). Acute effects of exergames on cognitive function of institutionalized older persons: a single-blinded, randomized and controlled pilot study. *Aging clinical and experimental research*, 1-8.
- Monteiro-Junior, R. S., Vaghetti, C. A. O., Nascimento, O. J. M., Laks, J., & Deslandes, A. C. (2016). Exergames: neuroplastic hypothesis about cognitive improvement and biological effects on physical function of institutionalized older persons. *Neural regeneration research*, 11(2), 201.
- Montero-Alía, P., Muñoz-Ortiz, L., Jiménez-González, M., Benedicto-Pañell, C., Altimir-Losada, S., López-Colomer, Y., . . . Moreno-Buitrago, A. (2016). Study protocol of a randomized clinical trial evaluating the effectiveness of a primary care intervention using the Nintendo™ Wii console to improve balance and decrease falls in the elderly. *BMC geriatrics*, 16(1), 1.
- Morales-Vallejo, P. (2012). El tamaño del efecto: Análisis complementarios al contraste de medias. from <http://web.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1oDelEfecto.pdf>
- Nagano, Y., Ishida, K., Tani, T., Kawasaki, M., & Ikeuchi, M. (2016). Short and long-term effects of exergaming for the elderly. *SpringerPlus*, 5(1), 793.
- Ogawa, E. F., You, T., & Leveille, S. G. (2016). Potential Benefits of Exergaming for Cognition and Dual-Task Function in Older Adults: A Systematic Review. *Journal of aging and physical activity*, 24(2), 332-336.
- Rezaeian, A. (2012). Effectiveness of computer games on the attention score of mentally retarded persons. *Journal of Fundamentals of Mental Health*, 14(4), 98-109.
- Robinovitch, S. N., Feldman, F., Yang, Y., Schonnop, R., Leung, P. M., Sarraf, T., . . . Loughin, M. (2013). Video capture of the circumstances of falls in elderly people residing in long-term care: an observational study. *The Lancet*, 381(9860), 47-54.
- Rockwood, K., Awalt, E., Carver, D., & MacKnight, C. (2000). Feasibility and measurement properties of the functional reach and the timed up and go tests in the Canadian study of health and aging. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 55(2), 70-73.
- Rodríguez, M., & Vega, J. A. (2004). *Relación entre la edad y el nivel de práctica de actividad física en el funcionamiento cognitivo*. (Licenciatura), Universidad Nacional, Heredia.
- Santamaría Guzmán, K., Salicetti Fonseca, A., & Moncada Jiménez, J. (2013). Learning Curve and Motor Retention of a Video Game in Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(5), S392.
- Skjæret-Maroni, N., Vonstad, E. K., Ihlen, E. A., Tan, X.-C., Helbostad, J. L., & Vereijken, B. (2016). Exergaming in Older Adults: Movement Characteristics While Playing Stepping Games. *Frontiers in Psychology*, 7.
- Skjæret, N., Nawaz, A., Morat, T., Schoene, D., Helbostad, J. L., & Vereijken, B. (2016). Exercise and rehabilitation delivered through exergames in older adults: An integrative review of technologies, safety and efficacy. *International journal of medical informatics*, 85(1), 1-16.
- Soprano, A. M. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista de neurología*, 37(1), 44-50.
- Splithof, R., Assessor, S., & de Vries, J. (2016). The effects of exergaming on elderly with dementia in a Dutch nursing home: a pilot study.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18(6), 643-662.
- Szturm, T., Maharjan, P., Marotta, J. J., Shay, B., Shrestha, S., & Sakhalkar, V. (2013). The interacting effect of cognitive and motor task demands on performance of gait, balance and cognition in young adults. *Gait & posture*, 38(4), 596-602.
- Wiloth, S., Lemke, N., Werner, C., & Hauer, K. (2016). Validation of a Computerized, Game-based Assessment Strategy to Measure Training Effects on Motor-Cognitive Functions in People With Dementia. *JMIR Serious Games*, 4(2).

