

Estudio de la eficacia de un programa de actividad física sobre la capacidad funcional y los parámetros espacio-temporales de la marcha en un grupo de personas con desórdenes metabólicos

Autor: Fernández Justos, Jesús (Maestro. Especialidad en Educación Física, Maestro de Educación Física).

Público: CIENCIAS DE ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE, MAESTROS DE EDUCACIÓN FÍSICA, CICLO FORMATIVO DE ACTIVIDADES FÍSICA Y DEPORTIVAS. **Materia:** Educación Física. **Idioma:** Español.

Título: Estudio de la eficacia de un programa de actividad física sobre la capacidad funcional y los parámetros espacio-temporales de la marcha en un grupo de personas con desórdenes metabólicos.

Resumen

Los últimos estudios demográficos evidencian el envejecimiento de la población en España, así como en todos los países desarrollados. Por este motivo el objetivo de trabajo ha sido poner en marcha un primer estudio piloto con la finalidad de analizar los efectos de un programa de actividad física específico sobre la capacidad física funcional en personas adultas-mayores que presentan desórdenes metabólicos. Los resultados de este estudio muestran una mejora muy significativa en las capacidades funcionales y los parámetros de la marcha varían permitiendo que ésta se realice tras el proceso de forma más segura y estable.

Palabras clave: Envejecimiento, Envejecimiento activo, Actividad Física, Capacidad Funcional, Marcha.

Title: STUDY ON THE EFFECTIVENESS IN THE APPLICATION OF A PROGRAM OF PHYSICAL ACTIVITY IN THE IMPROVEMENT OF THE FUNCTIONAL CAPACITY AND SPACE-TEMPORARY PARAMETERS OF THE MARCH IN PEOPLE WITH METABOLIC DISORDERS.

Abstract

The latest demographic studies show the aging of the population in Spain, as well as in all developed countries. For this reason, the objective of this work has been to launch a first pilot study with the purpose of analyzing the effects of a specific physical activity program on functional physical capacity in older adults with metabolic disorders. The results of this study show a very significant improvement in the functional capacities and the parameters of the gait vary allowing it to be carried out after the process in a more secure and stable way.

Keywords: Aging, Active Aging, Physical Activity, Functional Capacity, March.

Recibido 2018-09-13; Aceptado 2018-10-02; Publicado 2018-10-25; Código PD: 100059

INTRODUCCIÓN

La sociedad desarrollada envejece de manera progresiva y rápida, pero debemos diferenciar entre el envejecimiento de la población y el envejecimiento de las personas (Mira 1992, Gómez Fayren 1993), siendo el primero perteneciente a un grupo o colectivo de personas y el segundo a la forma y estilos de vida de las mismas. Así, el envejecimiento se produce por la caída de la fecundidad y un descenso de la mortalidad derivado del aumento de la esperanza de vida en los países desarrollados (IMSERSO 2011).

(J.M. Ribera 2011), indica que los problemas de salud en las personas de la tercera edad, desde una perspectiva objetiva (informes de ingreso y alta, partes de datos de defunción, etc.), se centran; el 70%-80% de dicha población sufre **Hipertensión arterial** y **problemas cardiovasculares**, el 50%-60%, problemas **osteoarticulares**, y **problemas sensoriales** más del 90%. En cuanto a la Diabetes Mellitus entre el 20%-25%.

Por otra parte, entre los factores que aceleran el envejecimiento y provocan dichas enfermedades están: **Alimentación excesiva**, **Stress**, **Hipertensión**, **Tabaquismo** y alcoholismo, **Obesidad**, **Soledad**, poca participación socio laboral, **Sedentarismo**, **Poca actividad física**. (Moreno González 2005).

Por tanto, los **objetivos generales** de la prevención geriátrica se destacan (J.M. Ribera 2011, IMSERSO 2011):

- I. Reducir la mortalidad prematura
- II. Mantener la independencia prematura
- III. Aumentar la esperanza de vida
- IV. Mejorar la calidad de vida.

La incorporación del ejercicio físico en el estilo de vida de las personas mayores contribuye a retrasar las deficiencias motrices y a mejorar la capacidad funcional, lo que favorecerá su autonomía, es decir, mejorará la calidad de vida. La actividad física aeróbica mejora la respuesta cardiovascular ante situaciones de estrés, mejora la elasticidad, flexibilidad, estabilidad postural, previene caídas..., pero también mejora el nivel de percepción, los tiempos de reacción, el nivel de socialización... (Aparicio García-Molina 2010).

Por tanto, para comprobar la mejora de las capacidad funcionales en este tipo de pacientes se ha utilizado un sistema de entrenamiento basado en las pautas e indicaciones marcadas por algunos autores como Heredia Guerra (2006) y Vanacea et al. (2009), con una periodicidad de 3 meses durante 3 días a la semana en las que se incluyen ejercicios aeróbicos, ejercicios de fuerza, velocidad de reacción, flexibilidad, coordinación, equilibrio, control motor, entre otros, y en el que la marcha es uno de aspectos a analizar en el desarrollo de este estudio piloto considerando algunas de sus variables como son el paso, la velocidad, la cadencia o zancada. Asimismo, se aborda la evolución de la **capacidad funcional** ante la puesta en práctica de un programa de actividad física específico.

En la literatura existen numerosos modelos de valoración-medición de la capacidad funcional y de la marcha: El índice de Barthel (Cid Ruzafa et al. 1997), la batería ECFA (Evaluación de la Condición Física en Ancianos) (Camiña et al. 2000), la batería BCF, el examen de aptitud Groningen, la batería SeniorFitness Test (SFT), (Rikli y Jones 2001) (García Merino 2012), la batería VACAFUN (Valoración de la Capacidad Funcional) o GAITRite (Uden et al. 2004) o Vicon (Beynon 2009), o el empleado en este estudio **OPTOGAIT de MicroGait**.

Al ser una herramienta muy reciente, en la literatura se ha encontrado una única referencia en la utilización del **optogait** en medición de los estos parámetros espacio-temporales de la marcha en personas de avanzada edad en el que se demostró una alta validez del sistema para la evaluación de los parámetros en los pacientes ortopédicos y en controles de individuos sanos (Lienhard et al. 2012).

Por tanto, el desarrollo de este estudio piloto va dirigido a la observación y análisis de los resultados obtenidos de forma previa y posterior a la aplicación de un programa de actividad física específico, destacándose los parámetros de capacidad física funcional, medidos a través de la SFT y comparándolos de forma normativa con los resultados obtenidos. Y, por otra parte, aquellos relacionados con la marcha a través de sistema Optogait de Microgate centrados fundamentalmente en paso, zancada, velocidad y cadencia.

MÉTODO

El proyecto realizado se ha basado en el procedimiento pre - post test, en la aplicación de un programa de actividad física específico.

Para el desarrollo del proyecto se precisó de una población con las siguientes características:

- Personas de edades entre los 60-75 años, de ambos sexos.
- Personas que no tengan una actividad física constante o cultura deportiva presente.
- Personas a las que se les ha recetado ejercicio físico como compensación a las patologías de obesidad, hipertensión y diabetes.

Tras el censo realizado por los facultativos del Centro de Salud de Espinardo, lugar donde se ha llevado a cabo este estudio piloto, se contó con la presencia de 12 personas, 3 mujeres y 9 hombres, entre los 60 y los 75 años y que han participado en dicho programa tras la prescripción de ejercicio físico por parte de los profesionales sanitarios correspondientes.

Por otra parte, destacar que la edad de uno de los participantes es menor a la de la establecido inicialmente, pero se incluyó en el programa por sus características biotipológicas.

Tras el reclutamiento de los participantes se realizó una **Sesión informativa previa** sobre el estudio y su análisis, firma de la hoja de consentimiento informado por parte de los mismos y exposición de las diferentes pruebas que se iban a realizar con el fin de que los propios participantes conozcan la ejecución y justificación de las mismas. Asimismo, quedan informados tanto de la extensión temporal del programa como de la frecuencia de ejecución del mismo, quedando ésta establecida para 8 semanas de ejecución, con una periodicidad de 3 sesiones por semana, progresando desde la realización de una hora por sesión en las primeras tres semanas hasta una hora y treinta minutos en las 3 últimas semanas del proceso, pasando por una hora y quince minutos en las dos semanas de mitad del mismo.

El desarrollo del programa de actividad física sigue la siguiente estructura:

PRIMER BLOQUE → Desarrollo de actividades de tonificación de grandes grupos musculares con ejercicios de movimientos básicos.

SEGUNDO BLOQUE → Se sigue con el trabajo de tonificación global, incluyéndose trabajo de coordinación global y fina.

TERCER BLOQUE → Incluyendo algunas actividades del bloque anterior, desarrollar tareas de equilibrio estático y dinámico empleando actividades de implicación perceptiva y sensorial (vista, oído).

El desarrollo de las sesiones sigue un esquema estipulado basado en (Heredia Guerra 2006) y (Vanacea et al. 2009):

Se comienza con un calentamiento de unos 8-10' de actividad aeróbica y movimiento articular, para optimizar las condiciones y predisposiciones hacia las actividades de la parte principal.

Posteriormente, en la parte principal de las sesiones se emplean ejercicios de tonificación muscular a través de autocargas o la utilización de algunos implementos como cintas elásticas, balones, colchonetas, mancuernas, aparatos bioparques...

Durante el desarrollo de esta parte principal, en la que se trabaja la tonificación de los grandes grupos musculares tanto del tren superior como inferior, las actividades se alternan con períodos de marcha ligera o circuitos de actividades aeróbicas, en función de la capacidad individual del participante, (Shkuratova et al., 2004).

La duración de las mismas se fue incrementando desde los 30 minutos útiles, hasta los 45 minutos útiles.

Y en la última parte de la sesión se realizan ejercicios de recuperación como estiramientos tanto individuales, como en parejas, desarrollando la flexibilidad estática y activa, además de la realización de actividades de actitud postural y concluyen con actividades recreativas que incitan al desarrollo de las capacidades perceptivas y sensoriales, utilizando materiales claramente sensitivos o acciones que inciten a la capacidad de reacción, al desarrollo de la vista, a la realización eficaz de movimientos...

La valoración de la capacidad funcional, como se ha comentado anteriormente, se llevó a cabo a través de la batería SFT propuesta por Rikli y Jones 2001, utilizando cinco pruebas de las seis previstas. Se eliminó la prueba de flexibilidad de brazos por las características de los participantes, en tanto que ofrecían exceso de acumulación de grasa que dificultaba dicho movimiento, además de presentar los mismos patologías osteoarticulares que podían derivar en posibles lesiones.

Para la realización de esta batería se han empleado los siguientes materiales:

- ✓ Cinta métrica.
- ✓ Sillas de 40 cm. de alto hasta la base de apoyo para los participantes con respaldo y sin brazos.
- ✓ Mancuernas de 2 y 4 kg.
- ✓ Cronómetro Casio.
- ✓ Hoja de registro individual (anexo II).
- ✓ Cinta adhesiva de color azul.
- ✓ Cono de referencia.

Los participantes ejecutarán algunas de las actividades de forma individual y otras en parejas. Así, de forma individual se realizan la prueba de agilidad, ya que requiere del control cronometrado del observador al igual que la de capacidad aeróbica o resistencia. Asimismo, también se realiza de forma individual la prueba de flexibilidad que requiere la medición concreta en un momento dado.

Por su parte, las pruebas de fuerza de brazos y fuerza de piernas se realizan en parejas, en tanto que un participante ejecuta la prueba y el otro miembro contabiliza el resultado del mismo bajo las directrices del observador, el cual está controlando el tiempo y la performance de ejecución de los mismos.

Otro aspecto a destacar es la aplicación del SFT en mitad del proceso con el fin de observar las evoluciones globales de los participantes a efectos de poder adaptar de manera más eficaz el programa a sus niveles de intensidad y dificultad.

En cuanto a la valoración de los parámetros de la marcha, se ha empleado el sistema Optogait de MicroGait. Este sistema detecta el apoyo del pie durante la marcha a 3mm por encima del nivel del suelo a través de los sensores optoelectrónicos situados a lo largo de las barras Tx (transmitente) y Rx (recibiente). Midiendo el paso desde el talón del pie trasero, con el talón del pie delantero.

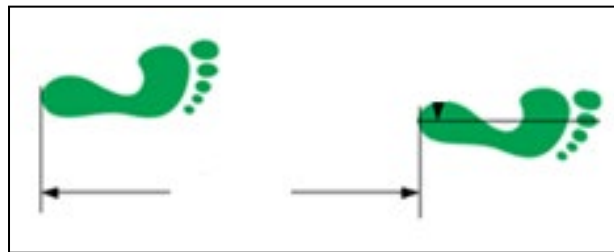


Imagen 1. Medida Long. paso Optogait.

El sistema está estructurado en cuatro barras horizontales en la parte izquierda (Tx) y otras cuatro barras horizontales en la parte derecha (Rx), siendo dos barras verticales a estas las que conforman el mismo.

Estas barras verticales se conectan con las horizontales a través de los cables conectores y el cable conector del USB, quedando así el sistema conectado.

Entre el final de cada sección horizontal y la barra vertical queda establecido un espacio de un metro aproximadamente (espacio fuera del circuito) con el fin de que los participantes puedan realizar un desarrollo de la marcha de forma correcta, sin variación de su longitud de paso o zancada y además poder realizar un viraje correcto para la ejecución.



Imagen 2 (Sistema OptoGaitMicroGait, Italia, Bolzano).

Así, los participantes realizan la prueba de manera individual en dos ocasiones seguidas. Cada participante realizará la salida a la señal del observador ejecutando **dos idas y dos vueltas**. (Obsérvese la imagen 2)

En ambos casos se recogen los datos pertinentes, realizando posteriormente su análisis para comprobar la variabilidad de los mismos, considerando una primera para practicar ellos y observar el correcto funcionamiento del software y las cámaras; y una segunda para desarrollar la prueba completa.

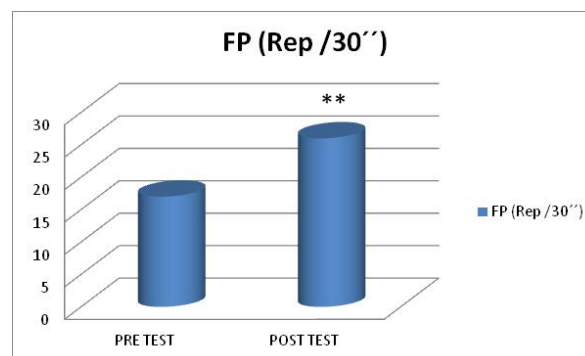
Para la puesta en práctica de este sistema se dispuso de los siguientes materiales:

- OptoGait Software.
- OptoGaitTx interfaz integrada.
- OptoGaitRx interfaz integrada.
- 2 Webcam Logitech.
- 2 Tripodes.
- Tapones conectores barras Tx y Rx.
- Cables USB conectores a PC.
- Cables conectores barras horizontales.
- Ordenador portátil Hp Pavillion.
- Cámara digital fotográfica FujifilmFinePix S3300.

RESULTADOS

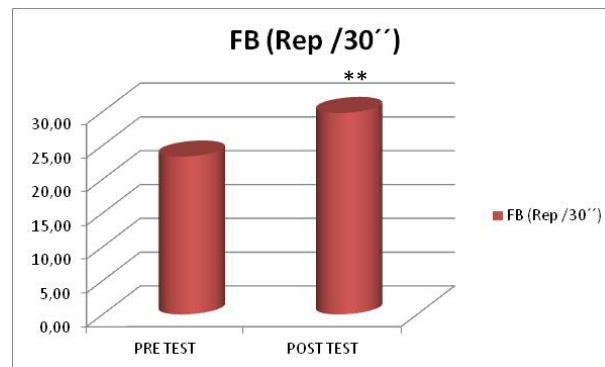
En la realización de las pruebas de valoración de la SFT los resultados obtenidos en todas y cada una de las pruebas que la componen, han cambiado de manera significativa. Éstos serán expuestos de forma grupal en el caso de la SFT y de forma individual en los parámetros espacio-temporales de la marcha por medio de *OptoGait de MicroGate*.

Como se puede observar en la gráfica 1, en la prueba de fuerza de piernas (FP), los participantes (los que completaron los momentos antes y post de la prueba) han mostrado cambios muy significativos



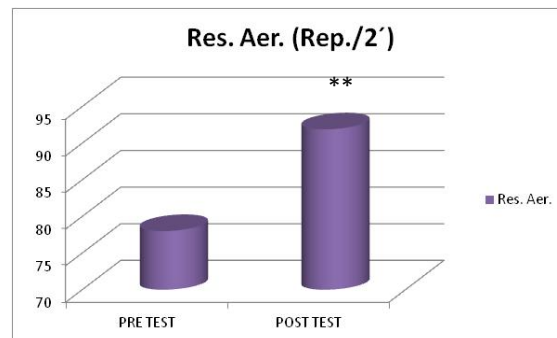
Gráfica 1 Prueba Fuerza de Piernas

En la gráfica 2 se pueden observar los resultados obtenidos en la prueba de fuerza de brazos, en la que también, la totalidad de los participantes han progresado desde el pre test hasta el post test, obteniendo registros muy significativos.



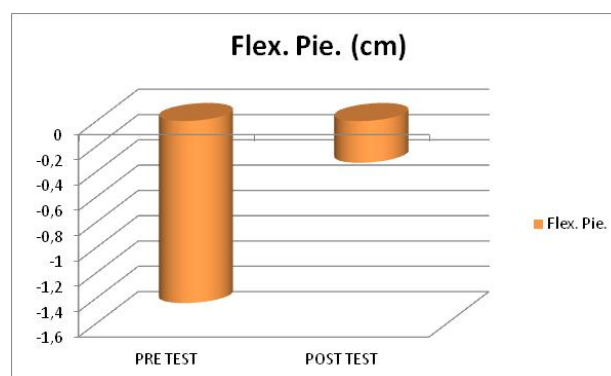
Gráfica 2 Prueba Fuerza Brazos

Por su parte, en la gráfica 3 se visualizan los resultados de la prueba de resistencia aeróbica, donde la totalidad de los participantes, al igual que en las pruebas anteriores, obtienen diferencias muy significativas entre el pre test y el post test.



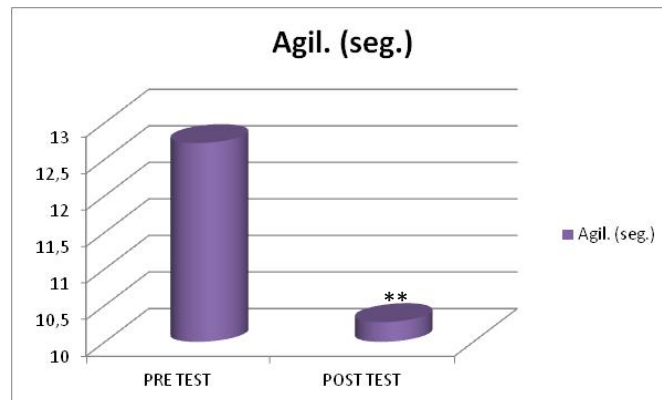
Gráfica 3 Prueba Res. Aeróbica

Los resultados en la prueba de flexibilidad son muy dispares, como se observa los registros de media del grupo mejoran de manera significativa. A nivel individual la mitad de los participantes obtuvieron resultados negativos en el pre test, es decir, su flexibilidad de tronco y piernas no les permitía llegar hasta la referencia del pie. Por su parte, la otra mitad de los participantes, ofrecieron resultados positivos o neutros (0 cero) permitiendo sobrepasar el límite de la puntera del pie sin flexión de la rodilla.



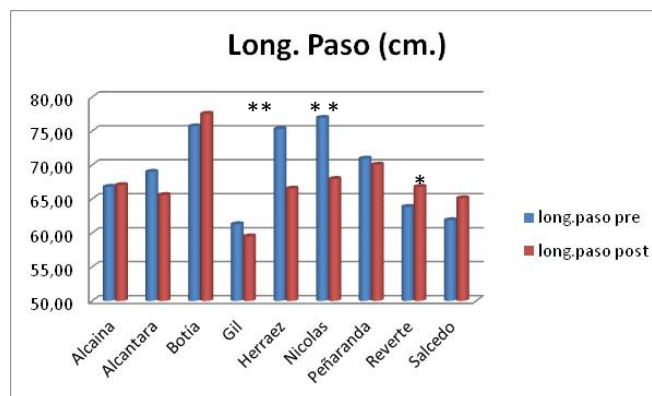
Gráfica 4. Test pre-post Flex. Pierna grupo

En la gráfica 5 se aprecia como en la prueba de agilidad los participantes han obtenido mejores resultados al finalizar el proceso, con respecto al comienzo del mismo. Así, los cambios y evoluciones del pre test al post test son muy significativos.

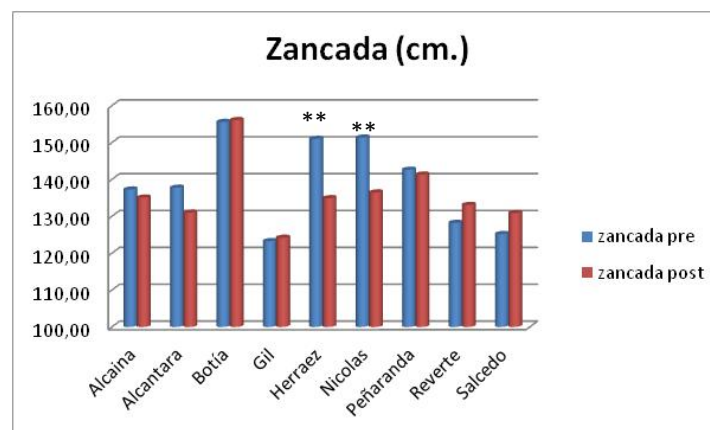


Gráfica 5. Test pre-post Agilidad

Por su parte, en la valoración de los parámetros de la marcha, se puede observar, en la gráfica 7 que la longitud de paso (long. paso) y en la gráfica 8 (zancada), que en la mitad de los participantes aumentan ambos parámetros, alguno de ellos de forma significativa, mientras que en otros 5 de los participante esos mismos parámetros disminuyen siendo en algunos casos diferencias muy significativa

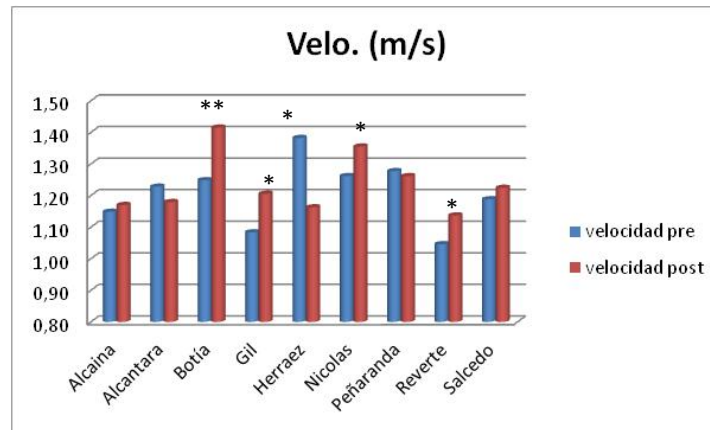


Gráfica 7. Test pre-post Long. paso

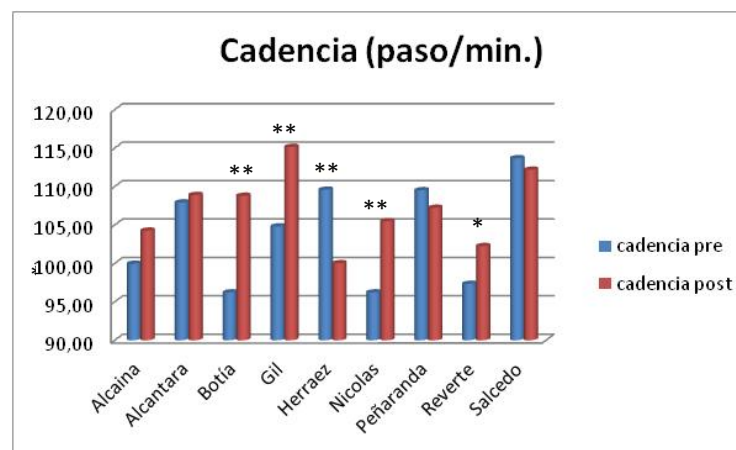


Gráfica 8. Test pre-post zancada

En cuanto al parámetro velocidad, se puede observar en la gráfica 9 como tras la aplicación del programa de actividad física, seis de los nueve participantes vieron aumentada la velocidad de la marcha tras la aplicación de la prueba, alguno de ellos de forma muy significativa. Sin embargo, una minoría, tres participantes, mostraron una disminución de la velocidad, destacándose uno caso de forma muy significativa. De igual manera, a nivel individual, ocurre con la cadencia, gráfica 10, ya que ambos parámetros se encuentran relacionados entre sí; es decir, si una persona aumenta la velocidad de la marcha, esta, por dinámica aumentará su cadencia (ritmo), y viceversa.



Gráfica 9. Test pre-post velocidad



Gráfica 10. Test pre-post cadencia

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio muestran cómo, tras la aplicación del programa, todos los pacientes en general mejoran de forma significativa tras sólo un período de 8 semanas, tanto en los elementos fundamentales de la capacidad funcional (fuerza, agilidad, resistencia aeróbica y flexibilidad), como en los parámetros de la marcha (longitud de paso, zancada, velocidad y cadencia).

La metodología y los instrumentos utilizados se han demostrado útiles y eficaces para el objetivo de este estudio que podemos proponer en una población más amplia, comprobando los efectos del programa, propuesto para un periodo de mayor duración, a través de un grupo de control.

Estas mejoras nos hacen pensar, como se encuentra reflejado ampliamente en la literatura, que la práctica de actividad física regular controlada y planificada permite una mejora de la salud y de la calidad de vida en personas adultas-mayores.

Así, tras estos resultados, faltaría comprobar la efectividad de los diferentes programas de actividad física que se pueden plantear.

Bibliografía

1. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND, *Exercise and physical activity for older adults*, Med. Sci. Sports Exerc. 1998 Jun; 30(6):992-1008.
2. Andreyeva, T., Michaud, P.C. y Soest, A. (2007). Obesity and health in Europeans aged 50 years and older. *Public Health*, 121, 497-509.
3. Aparicio García-Molina, V.A.; Carbonell Baeza, A. y Delgado Fernández, M. (2010). Beneficios de la actividad física en personas mayores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 10 (40) pp. 556-576.
4. Ara Royo I, Vicente Rodríguez G, Pérez Gómez J, Dorado García C, Calbet J. Leptin and bodycomposition. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte* 2003; 20: 42-51.
5. Araújo CGE. Exercício físico no tratamento do paciente diabético. In: Oliveira JEP (ed.) *Diabetes melito tipo 2: terapêutica clínica prática*. Rio da Janeiro: Diagraphic. 2003, p. 73-113.
6. Araújo, L. M. B., Britto, M. M., da Cruz, P., & Thomaz, R. (2000). Tratamento do diabetes mellitus do tipo 2: novas opções. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 44(6), 509-518.
7. Astrup A. Healthy lifestyles in Europe: prevention of obesity and type 2 diabetes by diet and physical activity. *Public Health Nutr* 2001;4:499-515.
8. Audelin, M.C., Savage, P.D. y Ades, P.A. (2008). Exercise-Based Cardiac Rehabilitation for Very Old Patients (>75 Years) Focus on physical function. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 28:163-173.
9. Baldini, M., Pino, A. B., Jiménez, R. J., & Vallejo, N. G. (2006). Valoración de la condición física funcional en ancianos. *Lecturas: Educación física y deportes*, (103), 53.
10. Blain, H., Vuillemin, A., Blain, A. y Jeandel, C. (2000). The preventive effects of physical activity in the elderly. *Presse Med.* 24,29(22):1240-1248.
11. Bruce, B., Fries, J.F. y Lubeck, D.P. (2007). Aerobic exercise and its impact on musculoskeletal pain in older adults: a 14 year prospective, longitudinal study. *Arthritis Research and Therapy*, 7(6):263-270.
12. Burton, C. L., Strauss, E., Hulstsch, D. F., y Hunter, M. A. (2009). The relationship between everyday problem solving and inconsistency in reaction time in older adults. *Aging, Neuropsychology and Cognition*, 16 (5), 607- 632. doi:10.1080/13825580903167283.
13. Cade R. Effect of aerobic exercise training on patient with systemic arterial hypertension. *Am J Med.* 1994;77:785-90.
14. Christensen, C. L., Layne, V. G., Wughalter, E. H., Yan, J. H., Heneban, M., y Jones, R. (2003). Physical activity, physiological and psychomotor performance: a study of variously active older adult men. *Research Quarterly for exercise and Sport*, 74 (2), 136- 142.
15. Cid-Ruzafa J y Damián Moreno J (1997). «Valoración de la capacidad física: El índice de Barthel». *Rev. Española de Sanidad Pública*, 2, (71), 127-137.
16. Danion F, Varraine E, Bonnard M, Pailhous J. Stride variability in human gait: the effect of stride frequency and stride length. *GaitPosture* 2003;18:69-77.
17. De Alba C, Gorroño Goitia A, Litago C, Martín I, Luque A.: Actividades preventivas en los ancianos. *Aten Primaria* 2001; 28 (supl. 2): 161-80 Medline.
18. DeVita, P., Hortobagyi, T., 2000. Age causes a redistribution of joint torques and powers during gait. *Journal of Applied Physiology* 88 (5), 1804-1811.
19. Dionigi, R. (2007). Resistance training and older adults' beliefs about psychological benefits: the importance of self-efficacy and social interaction. *J Sport Exerc Psychol*, 29(6):723-746.
20. Estabrooks, P.A. y Carron, A.V. (1999). Group cohesion in older adult exercisers: prediction and intervention effects. *J Behav Med*: 22(6):575-588.
21. Fiatarone MA et al. High intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA.* 1998, 263-

- 3029-3034.
22. Gabell, A., & Nayak, U. S. L. (1984). The effect of age on variability in gait. *Journal of Gerontology*, 39(6), 662-666.
 23. Gálvez, J. (2008). Efectos de un programa de actividad física perceptivo motor sobre habilidades visuales en mujeres mayores. Departamento de Deporte e Informática. Universidad Pablo Olavide, Sevilla.
 24. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 694-701.
 25. Garatachea, N., Molinero, O., Martínez- García, R., Jiménez- Jiménez, R., González- Gallego, J., y Márquez, S. (2009). Feelings of well being in elderly people: Relationship to physical activity and physical function. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 48 (3), 306- 312. doi:10.1016/j.archger.2008.02.010
 26. García Delgado, J. A., Pérez Coronel, P. L., ChíArcia, J., Martínez Torrez, J., & Pedroso Morales, I. (2008). Efectos terapéuticos del ejercicio físico en la hipertensión arterial. *Revista Cubana de Medicina*, 47(3), 0-0.
 27. Gavras FH, Gravass. Angiotensin II as a cardiovascular risk factor. *J Hum Hypertens*. 2000 May;16 Suppl. 2:52-6.
 28. González, J. M., y Vaquero, M. (2000). Indicaciones y sugerencias sobre el entrenamiento de fuerza y resistencia en ancianos. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 1 (1), 10- 26.
 29. Hagberg JM, Park JJ, Brown MD. The role of exercise training in the treatment of hypertension. An update. *Sports Med*. 2000;30:193-206.
 30. Hansen RD, Allen BJ. Fat-free mass components in active vs sedentary females aged 55-75 yr. *Appl Radiat Isot* 1998; 49: 735-6.
 31. Hamer M, Ingle L, Carroll S, Stamatakis E. Physical Activity and Cardiovascular Mortality Risk: Possible Protective Mechanisms? *Med Sci Sports Exerc* 2011.
 32. Hardy S, Perera S, Roumani Y, Chandler J, Studensky S. Improvement in usual gait speed predicts better survival in older adults. *J Am Geriatr Soc* 2007; 55: 1727- 34.
 33. Heber D, Ingles S, Ashley JM, Maxwell MH, Lyons RF, Elashoff RM. Clinical detection of sarcopenic obesity by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 472S-77S.
 34. Instituto de Mayores y Servicios Sociales [IMSERSO] (2009). *Informe 2008. Las personas mayores en España: Datos estadísticos estatales y por comunidades autónomas*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Política Social. Obtenido el 18 de octubre de 2010 en: <http://www.imsersomayores.csic.es/estadisticas/informemayores/informe2008/index.html>.
 35. <https://sites.google.com/site/umbresp/test-ade cuados-a-la-tercera-edad/senior-fitness-test-sft>.
 36. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 889-96.
 37. Kamijo, K., Hayashi, Y., Sakai, T., Yahiro, T., Tanaka, K., y Nishihira, Y. (2009). Acute effects of aerobic exercise on cognitive function in older adults. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 64 (3), 356- 363. doi:10.1093/geronb/gbp030.
 38. Kang, H. G., & Dingwell, J. B. (2008). Effects of walking speed, strength and range of motion on gait stability in healthy older adults. *Journal of biomechanics*, 41(14), 2899-2905.
 39. Kerrigan, D.C., Lee, L.W., Collins, J.J., Riley, P.O., Lipsitz, L.A., 2001. Reduced hip extension during walking: healthy elderly and fallers versus young adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 82 (1), 26-30.
 40. KoenAPLemink, Han Kemper, Mathieu HG de Greef, y PietRispens P, M Stevens, Fiabilidad de la prueba de condición física Groningen para la Tercera Edad, *Diario de Envejecimiento y Actividad Física*, 2001, 9, 194-212.
 41. Kohrt WM, Malley MT, Dalsky GP, Holloszy JO. Body composition of healthy sedentary and trained, young and older men and women. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 24: 832-7.
 42. Lafortune, G., & Balestat, G. (2007). Trends in severe disability among elderly people: assessing the evidence in 12 OECD countries and the future implications (No. 26). OECD Publishing.
 43. Leonard BE, Wilson RH, Gohdes D, et al. Community-based exercise intervention- The Zuni Diabetes Project. *MMWR* 1987; 36: 661 664.
 44. Lienhard, K., Schneider, D., & Maffiuletti, N. A. (2012). Validity of the Optogait photoelectric system for the assessment of spatiotemporal gait parameters. *Medical Engineering & Physics*.
 45. Lindemann, U., Najafi, B., Zijlstra, W., Hauer, K., Muche, R., Becker, C., & Aminian, K. (2008). Distance to achieve steady state walking speed in frail elderly persons. *Gait & posture*, 27(1), 91-96.
 46. Lloveras G, Castell C, Lloveras A, Salvador G, Goday A. Diabetis. *Monografies Mèdiques*. Barcelona: Doyma, 1992.

47. Maruyama H, Nagasaki H. Temporal variability in the phase durations during treadmill walking. *Human Movement Science* 1992;11:1_14.
48. Mazzeo, R.S., Cavanagh, P., William, J., Fiatarone, M., Hagberg, J., McAuley, E. y Startzell, J. (1998). ACSM Position Stand: Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 30(6):992-1008.
49. Menz, H. B., Lord, S. R., & Fitzpatrick, R. C. (2003). Age-related differences in walking stability. *Age and Ageing*, 32(2), 137-142.
50. Moreno, A. (2005). Incidencia de la actividad física en el adulto mayor. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 5 (19), 222- 237. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista20/artvejez16.htm>.
51. Organización Mundial de la Salud. (2008). Informe sobre la salud en el mundo 2008: La atención primaria de salud, más necesaria que nunca.
52. Patla AE, Winter DA, Frank JS, Prasad S, Walt SE. Identification of age-related changes in the balance control system. In: Duncan PW, editor. *Balance*. Alexandria: American Physical Therapy Association; 1989. p 43-55.
53. Rikli, R. y Jones, C. (2001). *Seniorfitness test manual*. Estados Unidos de América. HumanKinetics.
54. RL, Newton RA, Carlton LG. Horizontal plane head stabilization during locomotor tasks. *J Mot Behav*. 2001;33:49-58.
55. Sekiya N, Nagasaki H, Ito H, Furuna T. Optimal walking in terms of variability in step length. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1997;26:26/72.
56. Santin- Medeiros, F., Álvarez, M., García, A., Armentia, A. y Garatachea, N. (2010). Influencia del nivel de dependencia de las personas mayores sobre la condición física y la calidad de vida. *Scientia*, 15 (1), 1- 18. <http://www.revistascientia.es/documentos/20102010/julio%20/Articulo%201.pdf>.
57. Scarborough, D. M., McGibbon, C. A., & Krebs, D. E. (2007). Chair rise strategies in older adults with functional limitations. *Journal of rehabilitation research and development*, 44(1), 33.
58. Shimada, H.; Obuchi, S.; Furuna, T., y Suzuki, T. (2004). New intervention program for preventing falls among frail elderly people: The effects of perturbed walking exercise using a bilateral separated treadmill. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 83, 493- 499. doi: 10.1097/01.PHM.0000130025.54168.91.
59. Van Uden, C. J., &Besser, M. P. (2004). Test-retest reliability of temporal and spatial gait characteristics measured with an instrumented walkway system (GAITRite®). *BMC Musculoskeletal Disorders*, 5(1), 13.
60. Vancea, D. M. M., Vancea, J. N., Pires, M. I. F., Reis, M. A., Moura, R. B., &Dib, S. A. (2009). Effect of frequency of physical exercise on glycemic control and body composition in type 2 diabetic patients. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 92(1), 23-30.
61. Varela Pinedo, L. F., Ortiz Saavedra, P. J., & Chávez Jimeno, H. A. (2009). Velocidad de la marcha en adultos mayores de la comunidad en Lima, Perú. *Rev Med Hered*, 20(3), 133-138.
62. Wilmore JH, Costill DL. *Fisiología do exercício e do esporte*. São Paulo: Manole, 2001.
63. Winter DA, Frank JS, Patla AE, Walt SE. Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. *PhysTher* 1990;70: 340-6.
64. Yack HJ, Berger RC. Dynamic stability in the elderly: identifying a possible measure. *J Gerontol Med Sci*. 1993;48:M225-M230.