

Gálvez González, J.; Caracuel Tubío, J.C. y Jaenes Sánchez, J.C. (2011). Práctica de Actividad física y velocidad de procesamiento cognitivo en mayores. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 11 (44) pp. 803-816. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista44/artefectos248.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista44/artefectos248.htm)

ORIGINAL

PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA Y VELOCIDAD DE PROCESAMIENTO COGNITIVO EN MAYORES

PRACTICE OF PHYSICAL ACTIVITY AND SPEED OF COGNITIVE PROCESSING IN THE ELDERLY

Gálvez González, J.¹; Caracuel Tubío, J.C.² y Jaenes Sánchez, J.C.³

1 Doctor y Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Facultad del Deporte. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España). Email: jgalgon@upo.es

2 Doctor y Licenciado en Psicología. Facultad de Psicología. Universidad de Sevilla (España). Email: jccaracuel@us.es

3 Doctor y Licenciado en Psicología. Facultad del Deporte. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España). Email: jcjaesan@upo.es

Código Unesco: 6104.01 Procesos cognitivos

Clasificación del Consejo de Europa: 12. Aprendizaje Motor

Recibido 15 marzo 2010

Aceptado 28 de diciembre de 2010

RESUMEN

Uno de los efectos del envejecimiento es la disminución de la velocidad de procesamiento. La medida del Tiempo de Reacción se ha establecido como un medio eficaz para cuantificar la velocidad con la que se realizan los procesos mentales. Diferentes estudios relacionan la práctica de la Actividad Física con un menor deterioro cognitivo asociado a la edad. El objetivo de este estudio fue desarrollar un programa de Ejercicio Físico de 8 semanas para mejorar la capacidad de respuesta y atenuar los efectos del envejecimiento cognitivo. La muestra se compuso de 50 mujeres de 58-82 años, divididas en dos grupos. Los resultados muestran una mejora en el grupo experimental en el Tiempo de Reacción de Elección ($p < 0,01^{**}$), no siendo así en Tiempo de Reacción Simple. Podemos concluir que la realización de ejercicios específicos reduce el Tiempo de Reacción en situaciones complejas.

PALABRAS CLAVE: Tiempo de Reacción, Actividad Física, Envejecimiento.

ABSTRACT

One of the effects of aging is the decrease in processing speed. The measurement of reaction time has been established as an effective means to quantify the rate at which mental processes are performed. Several studies link the practice of physical activity with reduced cognitive decline associated with age. The aim of this study was to develop an exercise program for 8 weeks to improve responsiveness and mitigate the effects of cognitive aging. The sample consisted of 50 women of 58-82 years, divided into two groups. The results show an improvement in the experimental group in the Choice Reaction Time ($p < 0.01$ **), but were not observed in simple reaction time. We conclude that specific exercises reduces the reaction time in complex situations.

KEY WORDS: Reaction Time, Physical Activity, Aging.

INTRODUCCIÓN

La velocidad de procesamiento cognitivo es una de las variables a destacar como índices en el proceso de envejecimiento. Uno de los medios empleados para reflejar esta capacidad cognitiva es el Tiempo de Reacción (TR) o tiempo empleado en responder ante un estímulo que se presenta. Posner (1978) y Maiche, Fauquet, Estaún & Bonnet (2004) indican que la medida del TR en laboratorio se muestra como un índice de la velocidad de procesamiento de la información y que su estudio puede contribuir a comprender los diferentes estadios de dicho proceso. Schmidt (1988) y Salthouse (2000) afirman que el incremento en el TR de un sujeto a otro puede ser representativo de una menor capacidad de procesamiento cognitivo.

Desde los trabajos de Weiss (1965) y Botwinick & Thompson (1966) podemos distinguir una parte Premotora y una parte Motora en el TR. La primera se inicia con la aparición del estímulo y se extiende hasta el inicio de la señal electromiográfica en el músculo; la parte motora se extiende desde dicha señal electromiográfica hasta que se inicia el movimiento. Esto ha llevado a hablar de un Tiempo de Reacción Premotor (TRp) y de un Tiempo de Reacción Motor (TRm), representando el primero los procesos centrales y el segundo los procesos asociados a la propia musculatura. Fischman (1984) afirma que el TRp es el tiempo que necesitamos para organizar centralmente, traducir y canalizar los comandos apropiados para la musculatura responsable de iniciar la respuesta deseada. Una vez iniciado el movimiento, comienza el llamado Tiempo de Movimiento (TM), que se extiende hasta la finalización del mismo. La unión de ambos tiempos, TR y TM constituyen el llamado Tiempo de Respuesta. Tradicionalmente se ha empleado el término Tiempo de Reacción para estas tareas, cuando si somos estrictos sólo podríamos medir tiempos de reacción empleando señales electromiográficas. Es por ello que a veces se hable indistintamente de Tiempos de Reacción y de Tiempos de Respuesta.

Jensen & Munro (1979) y Pedersen, Surburg & Brechue (2005), con tareas de TR de Elección donde miden el TR y el TM, encuentran que conforme aumenta el número de posibilidades solo empeora el primero, lo cual refuerza la idea de que la medida del TR es un procedimiento adecuado para evaluar el funcionamiento cognitivo.

Hay evidencias que relacionan una disminución del rendimiento en tareas cognitivas y la edad (Perea, Ladera y Rodríguez, 2005), sobre todo al aumentar la complejidad de la tarea (Botwinick, 1972; Era, Jokela & Heikkinen, 1986; Etnier, Sibley, Pomeroy & Kao, 2003; Marottoli & Drickamer, 1993; Suutama & Ruoppila, 1998), encontrándose diferencias en función del tipo de situación, ya se trate de TR Simple o TRS (cuando hay un estímulo y una respuesta asociada) o se trate de TR de Elección o TRE (cuando hay varios estímulos cada uno de ellos con una respuesta asociada), situando las diferencias a nivel de del TRp y del TM, manteniéndose el TRm constante. Al aumentar la complejidad de la tarea a realizar, observamos que las diferencias en los resultados en el TRE son mayores conforme se incrementa la edad (Corpolongo & Salmon 1981; Kauranen & Vanharanta, 1996; Madden, Blumenthal, Allen & Emery, 1989; Simon & Pouraghabagher, 1978; Spirduso, 1980) encontrándose peores resultados con la edad en TRS y TRE.

Falkenstein, Yordanova & Kolev (2006) localizan el retraso producido en el TRE en adultos mayores en la fase de programación de la respuesta, no viéndose afectadas las fases de Identificación del Estímulo y de Selección de la respuesta por los efectos del envejecimiento. Estos resultados son acordes con los encontrados en TRS por Light & Spirduso (1990), los cuales solo modificaron la complejidad de la respuesta a nivel de la programación de la respuesta. Las diferencias con la edad eran más evidentes sobre todo en el caso de emplear de forma simultánea dedos de las dos manos.

Houx & Jolles (1993) miden el TRS, TRE y TRE con incompatibilidad de respuesta, obteniendo las personas mayores peores resultados. Sin embargo, al relacionar los resultados con otras variables, afirman que más que la edad en si misma, son sobre todo los eventos pasados los que mayor representatividad tienen en los resultados. Esto los hace ser muy críticos con los resultados encontrados en otros estudios que no han tenido en cuenta esas variables.

Los estudios que muestran los efectos de la Actividad Física sobre el rendimiento cognitivo arrojan resultados muy variados y contradictorios. De forma generalizada, las personas mayores practicantes de Actividad Física organizada tienen mejores TR que sus homónimos sedentarios, lo cual sugiere que mantienen la velocidad de procesamiento a niveles similares de sujetos más jóvenes. Así, Van Boxtel et al. (1997), encuentran que tanto el TRS como el TRE empeoran con la edad, independientemente de la capacidad aeróbica de los sujetos. Por contra, Hillman, Montl et al. (2006) opinan que aunque los mayores muestran peores TRE, cuando practican más veces actividad física en la semana (1-4 veces) los resultados son mejores. Sin embargo, para Hillman,

Kramer, Belopolsky & Smith (2006) aquellos que permanecían físicamente activos tenían mejores resultados que los sedentarios, y Hunter, Thomson & Adams (2001) muestran estos mismos resultados en TRS. En oposición a éstos, Abourezk & Toole (1995) no encuentran diferencias en TRS, mientras que en TRE solo hay diferencias en función del nivel de Actividad Física conforme aumenta la complejidad de la tarea. Sin embargo, Newson y Kemp (2008), establecen que el nivel de condición física condiciona los resultados del TRS, pues aquellos adultos mayores con un alto nivel de condición física tienen resultados similares a los jóvenes con un nivel bajo de condición física. Tampoco Surwillo & Quilter (1964) encuentran diferencias entre sujetos jóvenes y mayores en TR Simple, así como Lupinacci, Rikli, Jones & Ross (1993) y Kirby & Nettelbeck (1991) obtienen resultados similares, con diferencias significativas en TRE pero no en TRS.

Tomando como referencia la práctica deportiva, Rotella y Bunker (1978) sostienen que aquellos jugadores de Tenis veteranos muestran mejores TR que sus homónimos no activos, resultados coincidentes con los de Spirduso y Clifford (1978), los cuales observan que jugadores de tenis mayores tienen mejores tiempos de reacción que sus homónimos no activos, e incluso sus resultados son similares al de jóvenes no activos

Los resultados de diferentes programas de ejercicio físico de carácter general sobre el TR muestran resultados dispares, sin cambios observados (Paas, Adam, Janssen, Vrenken & Bovens, 1994; Powel, 1983) o con mejoras (Kalapotharakos, Michalopoulos, Strimpakos, Diamantopoulos & Tokmakidis, 2006). Podemos observar por tanto que los efectos del envejecimiento en la velocidad de procesamiento cognitivo son menores en aquellos sujetos que practican actividad física, aunque no está aceptado que los resultados sean iguales para los diferentes tipos de tareas de procesamiento a que enfrentan. De igual modo, las intervenciones realizadas tampoco arrojan resultados definitivos respecto al efecto del entrenamiento sobre la velocidad de procesamiento cognitivo, pero hemos de tener en cuenta que dichas intervenciones estaban referidas a aspectos cuantitativos del movimiento como la resistencia aeróbica. Sin embargo, no se han encontrado estudios en los cuales se desarrollen específicamente tareas motrices para mejorar los TR en el adulto mayor, por lo que entendemos que hay un vacío de conocimiento al respecto.

OBJETIVOS

Una vez revisada la bibliografía científica referida al objeto de estudio, el objetivo que nos planteamos con este trabajo es:

Evaluar los efectos de la realización de tareas motrices encaminadas específicamente a iniciar una respuesta ante la aparición de uno o diferentes estímulos sobre la velocidad de procesamiento cognitivo, medido en función del tiempo de respuesta en personas mayores.

MÉTODO

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 50 mujeres consideradas mayores, con edades entre 57 y 82 años, residentes en Santiago de Chile, las cuales practicaban Actividad Física de carácter aeróbico y de forma regular tres días a la semana con una duración de 60 minutos. Fueron divididas en un grupo control (n=26, con una edad media de $67 \pm 6,2$ años) y un grupo experimental (n=24, con una edad media de $67,52$ años $\pm 6,27$). De la muestra inicial fueron descartados varios sujetos por padecer anomalías visuales como Cataratas, que pudiesen determinar una dificultad a la hora de reconocer los estímulos visuales. Los sujetos fueron evaluados visualmente para determinar su Agudeza Visual Estática, de forma que los estímulos visuales presentados siempre fuesen supraumbrales.

Aparatos y Estímulos

Los test empleados se llevaron a cabo en el laboratorio de informática del Departamento de Educación Física, Deporte y Recreación de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación de Santiago, Chile, con una iluminación de 67 Cd/m^2 y fueron generados por un ordenador ACER Aspire 5630. La Agudeza Visual Estática fue medida mediante el Freiburg Visual Acuity Test (Bach, 2007), en pantalla TFT de 15" desde una distancia de 6 metros, empleando la notación decimal.

Los test de TR fueron generados con el Software E-prime 1.2 (www.pstnet.com). Se diseñaron un test de TR Simple y un test de TR de Elección con dos opciones en el que había compatibilidad en las respuestas y en cual, el preperíodo fue de duración aleatoria, oscilando entre 2.000 y 4.000 ms. Los sujetos eran instruidos para responder lo más rápido posible.

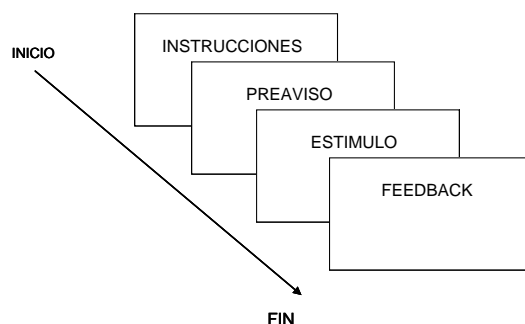


Figura 1.- Estructura de los Tests de TRS y TRE.

Los estímulos empleados fueron el Anillo o C de Landolt de color negro sobre fondo blanco, con un contraste del 100%. El tamaño del estímulo era de 10 x 10 cm y se mantenía en el centro de la pantalla, con el sujeto situado a

100 cm., con la barbilla apoyada sobre una mentonera, para conseguir una proyección central y del mismo tamaño, evitando los efectos de la excentricidad (Ponte, Sampedro y Pardavila, 2004). En el test de TRS, el anillo tenía la abertura hacia abajo y el sujeto sólo debía pulsar una tecla, mientras que para el TRE, el anillo podía tener la abertura hacia la derecha o hacia la izquierda, debiendo pulsar la tecla adecuada a su posición. Se emplearon estos estímulos porque los sujetos ya se habían familiarizado con ellos, así como para mantener constantes el tamaño y el contraste de los estímulos visuales, variables que pueden afectar TR ante estímulos visuales.

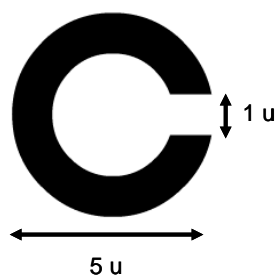


Figura 2.- Estímulos empleados en los Test de TRS y TRE.

Procedimiento

Se realizó un diseño de dos grupos pre-post. Tras la evaluación inicial, en el programa de Actividad Física del grupo experimental, se introdujeron diferentes ejercicios cuya ejecución demandaba del tiempo de respuesta simple y de elección, empleándose para ello como estímulos visuales diferentes segmentos corporales y también móviles de diferentes colores. La aplicación del programa se extendió durante 8 semanas y la duración de los ejercicios específicos fue de 30 minutos, continuando el resto de la sesión con las actividades aeróbicas que realizaban normalmente los sujetos para evitar una posible pérdida de condición física. Las tareas motrices empleadas consistían en responder a la mayor velocidad posible ante diferentes estímulos visuales presentados por el profesor o por las compañeras. En algunas ocasiones, sólo había que realizar una respuesta ante un estímulo (por ejemplo, al levantar la mano el profesor, adelantar un brazo). En otras ocasiones, las respuestas eran varias ante estímulos diferentes: si el profesor levanta el brazo derecho, levantar el brazo derecho, si es el izquierdo, el izquierdo; la compañera lanza dos pelotas de colores diferentes y dice un color, debes coger sólo la pelota del color nombrado).

La selección de este tipo de tareas está basada en la línea del entrenamiento deportivo de la velocidad de reacción.

El procedimiento de recogida de datos era el siguiente: en primera instancia se realizó la medida del Agudeza Visual Estática, empleada para incluir o descartar sujetos; en segundo lugar se realizaron los test de Tiempo de Respuesta. Para ello, los sujetos estaban sentados cómodamente en una

silla, la barbilla apoyada en la mentonera y los ojos frente al monitor. Con la mano dominante efectuaban las respuestas presionando una tecla. Una vez iniciado el test y tras las instrucciones mostradas también en pantalla (ver Fig. 1), se iniciaba la presentación de los estímulos ante los que debían responder los sujetos de la forma más rápida posible.

Primero se realizaba el Test de TR Simple seguido a continuación del Test de TR de Elección. Tras una fase de entrenamiento a la situación experimental de 10 ensayos, los sujetos realizaron otros 10 que fueron registrados. De cada ensayo, el sujeto recibía la información del tiempo obtenido a través del programa informático.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados con el software SPSS 15.0. Las comparaciones entre los grupos control y experimental se realizaron aplicando la prueba *t* para muestras relacionadas, con un grado de confianza del 95%, así como el análisis de las correlaciones entre los test de TR y la AVE mediante la *R* de Pearson.

RESULTADOS

Para analizar los resultados se realizó la prueba *t* para muestras relacionadas. La Agudeza Visual Estática se empleó como variable disposicional, para descartar aquellos sujetos a los que su agudeza no les permitiera distinguir las diferencias en los estímulos en el Test de TRE. Como puede verse en la tabla 1, no se encontraron diferencias en los valores iniciales de ambos grupos para cada variable (Edad *p*-valor = 0,916; AVE *p*-valor = 0,662; TRS *p*-valor = 0,390; TRE *p*-valor = 0,101).

Tabla 1.- Homogeneidad Inicial de los grupos.

Tabla 1

Media y Desviación estándar para la Edad, AVE, TRS y TRE.

	M	SD
Edad (años)		
<i>Experimental (n = 24)</i>	67,25	6,27
<i>Control (n= 26)</i>	67,00	6,20
	<i>p-valor = ,916</i>	
Agudeza Visual Estática (dec)		
<i>Experimental (n = 24)</i>	1,23	,54
<i>Control (n= 26)</i>	1,18	,50
	<i>p-valor = ,662</i>	
TRS (ms)		
<i>Experimental (n = 24)</i>	337	49,62
<i>Control (n= 26)</i>	325	61,54
	<i>p-valor = ,390</i>	
TRE (ms)		
<i>Experimental (n = 24)</i>	565	93,45
<i>Control (n= 26)</i>	527	76,57
	<i>p-valor = ,101</i>	

Tampoco se encontraron diferencias significativas entre los valores iniciales y finales en el grupo control, por lo que los cambios del grupo experimental podemos atribuirlos al programa de ejercicios empleado. En el grupo experimental, en el TRS no se aprecian diferencias significativas ($p = ,267$), aunque si en TRE ($p = ,005$) mejorando los tiempos de 565 ms a 514 ms. lo cual refleja un aumento en la velocidad en su respuesta. También se analizó el criterio de respuesta empleado por los sujetos en el TRE, para descartar que modificasen sus intenciones entre la medida inicial y final. Para ello se contabilizó el número de errores cometidos al pulsar la tecla correcta. No hubo diferencias en ninguno de los grupos, lo que refleja que los sujetos mantuvieron el mismo criterio.

En el análisis de las correlaciones entre la Agudeza Visual Estática y las otras variables, vemos una ausencia de significatividad, lo cual indica que el tamaño de los estímulos utilizados siempre ha sido supraumbral, y que una menor AVE no impide diferenciar entre dos estímulos distintos ni siquiera en situaciones muy rápidas.

Tabla 2.- Resultados en los Test antes y después del programa de ejercicios.

Tabla 2

Media y Desviación estándar antes y después del tratamiento.

	Grupo control (n= 26)				Grupo Exp. (n= 24)			
	Pretest		Posttest		Pretest		Posttest	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
TR Simple (ms)	325	61,54	331	55,12	337	49,62	328	53,16
TR Elección (ms)	527	76,57	528	80,92	565	93,45	514**	84,97
Criterio de respuesta (Nº Errores TRE)	,69	,84	,72	,67	,71	,95	,75	,74

Nota: significación de las diferencias **p < ,01

Tabla 3.- Correlación entre las variables.

Tabla 3
Análisis de las correlaciones AVE-TRS-TRE

	Grupo control (n= 26)		Grupo Experimental (n= 24)	
	TRS	TRE	TRS	TRE
AVE	,230 (ns)	,191 (ns)	,518 (ns)	,412 (ns)

Nota: R Pearson (ns : no significativo)

DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo era determinar si la realización de tareas motrices encaminadas a desencadenar respuestas motrices rápidas podrían mejorar los tiempos de respuesta en personas mayores, indicando una mejora de la velocidad de procesamiento cognitivo.

En nuestro estudio, no se han producido cambios en el grupo control en las distintas variables medidas, lo cual indica que el tipo de Actividad Física que realizaban ambos grupos antes del inicio del estudio y que fué continuado por el grupo control, no tiene efectos sobre el TR, por lo menos en un corto periodo de tiempo de 8 semanas. Estos resultados son congruentes con otros (Madden et al. 1989; Powel, 1983; Paas et al. 1994; Whitehurst, 1991), en los cuales se destaca que la práctica del ejercicio físico no siempre se relaciona con una mejora en la velocidad del TR.

En el grupo experimental, los efectos del tipo de entrenamiento planteado en nuestro programa de ejercicios han sido diferentes para cada tipo de Tiempo de Respuesta. Mientras que en el TR Simple no se han producido diferencias significativas (TRS Pre = 337 ± 49 ms frente a TRS Post = 328 ± 53 ms; que al analizarlos estadísticamente nos arroja un $p = 0,267$); en el TRE si se ha producido un cambio importante y significativo (TRE Pre = 565 ± 93 ms frente a TRE Post = 514 ± 84 ms; que al analizarlos estadísticamente nos arroja un $p < 0,01$ **).

Diferentes trabajos (Ando, Kida & Oda, 2002; Light, Reilly, Behrman & Spirduso, 1996; Zubiaur, Oña & Delgado, 1998) señalan una mejora los TR con la práctica. En su caso, la tarea realizada es la misma en la que consiste el test, por lo tanto, el concepto de práctica es distinto al usado en nuestro estudio. Por ello, debemos pensar que los ejercicios planteados provocan una mejora en el tiempo de respuesta y que por tanto, habilidades motrices que se pueden llevar a cabo en los programas de Actividad Física para personas de edad avanzada mejoran la respuesta en un test informatizado. Este tipo de tests, son considerados como un reflejo de la velocidad de procesamiento.

El efecto positivo de la Actividad Física sobre el Tiempo de Reacción en personas mayores está ampliamente documentado, mostrando como aquellas que se mantienen activas presentan niveles parecidos a los de jóvenes inactivos (Lupinacci et al., 1993; Tsang & Hui-Chan, 2003) y como a mayor cantidad de práctica le corresponden mejores resultados (Hillman, Kramer et al., 2006; Hillman, Montl et al., 2006).

Los sujetos de este estudio eran mujeres activas que participaban en diferentes programas de actividad física, lo cual puede explicar que la media de TR obtenidos sea similar a la de otros estudios ($325/337$ ms. en TRS y $527/565$ ms. en TRE respectivamente para el grupo control y el grupo experimental).

Diferentes investigaciones muestran que el TR no mejora con el ejercicio físico, ya sea con programas de corta duración (Madden et al., 1989; Powel, 1983; Whitehurst, 1991) o de larga duración (Paas et al., 1994), sin embargo, otros (Rikli & Edwards, 1991) obtienen mejoras en TRE pero no en TRS aunque estos hallazgos no concuerdan con otros en los que si mejoran las dos capacidades (Kramer et al., 1999).

La corta duración del programa tal vez explique la falta de cambios en TRS. Además, la mayoría de los ejercicios incluidos en el programa se orientaron a la mejora del TRE, por ser el empleado en la mayoría de las acciones cotidianas de una persona. Por otro lado, hemos visto que los cambios que se producen en los TR hay que atribuirlos a la parte premotora; sin embargo, el TRS se relaciona con procesos de detección del estímulo, y en sujetos activos, las funciones sensoriales pueden tener valores similares a los de adultos jóvenes. Laroche, Knight, Dickie, Lussier & Roy, (2007) sugieren que la capacidad del sistema nervioso en personas mayores de reconocer la aparición de un estímulo y generar una respuesta motora no se ve influido por la Actividad Física realizada.

Sólo encontramos otro trabajo (Shimada, Obuchi, Furuna & Suzuki, 2004) en el cual provocaban que los sujetos debieran reaccionar a la perturbación sufrida en el tapiz rodante para evitar una caída; En esta situación los sujetos si mejoran sus resultados como en nuestro trabajo.

Una mejora de la velocidad de procesamiento tiene una gran influencia en la velocidad de respuesta, aplicándose a las acciones deportivas y cotidianas. Una mejora de esta capacidad podría incrementar la capacidad de adaptación de los mayores a su entorno, pudiendo responder rápidamente cuando las circunstancias así lo requieran, bien para evitar una caída, una colisión o para agarrar un objeto en movimiento. En este sentido, Bogert, Pavol y Grabiner (2002) establecen un modelo matemático por el que consideran que para evitar las caídas en personas mayores es más importante reducir el Tiempo de Respuesta que reducir la velocidad del desplazamiento. De ello se deduce la aplicación práctica de los resultados obtenidos en este trabajo.

CONCLUSIONES

Como conclusión, la mejora producida en el TRE sugiere que los ejercicios empleados en la intervención mediante la actividad física han ayudado a mejorar esta capacidad, la cual es considerada como un índice de la velocidad de procesamiento cognitivo. Por tanto, sería recomendable su inclusión en los diferentes programas de actividad física gerontológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abourezk, T., & Toole, T. (1995). Effect of task complexity on the relationship between physical fitness and Reaction Time in older women. *Journal of Aging and Physical Activity*, 3, 251-260.
- Ando, S., Kida, N., & Oda, S. (2002). Practice effects on reaction time for peripheral and central visual fields. *Perceptual and Motor Skills*, 95, 747-751
- Bach, M. (2007). The Freiburg Visual Acuity Test-Variability unchanged by post-hoc re-analysis. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 245 (7), 965-971.

- Bogert, van den A.J., Pavol, M.J., y Grabiner, M.D. (2002). Response time is more important than walking speed for the ability of older adults to avoid a fall after a trip. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 32 (10), 199-205
- Botwinick, J. (1972). Sensory-perceptual factors in reaction time in relation to age. *The Journal of Genetic Psychology*, 121, 173-177
- Botwinick, J., & Thompson, L.W. (1966). Premotor and motor components of Reaction Time. *Journal of Experimental Psychology*, 71, 9-15.
- Corpolongo, M., & Salmon, P. (1981). Comparison of information-processing capacities in young and aged subjects using reaction times. *Perceptual and Motor Skills*, 52, 987-994
- Era, P., Jokela, J., & Heikkinen, E. (1986). Reaction and Movement Times in men of different ages: a population study. *Perceptual and Motor Skills*, 63, 111-130
- Etnier, J.L., Sibley, B.A., Pomeroy, J., & Kao, J.C. (2003). Components of Response Time as a function of Age, Physical Activity and Aerobic Fitness. *Journal of Aging and Physical Activity*, 11, 319-332.
- Falkenstein, M., Yordanova, J., & Kolev, V. (2006). Effects of aging on slowing of motor-response generation. *International Journal of Psychophysiology*, 59, 22-29.
- Fischman, M.G. (1984). Programming time as a function of number of movements parts and changes in movement direction. *Journal of Motor Behavior*, 16, 405-423.
- Hillman, C.H., Kramer, A.F., Belopolsky, A.V., & Smith, D.P. (2006). A cross-sectional examination of age and physical activity on performance and event-related brain potentials in a task switching paradigm. *International Journal of Psychophysiology*, 59 (1), 30-39.
- Hillman, C.H., Montl, R.W., Pontifex, M.B., Posthuma, D., Stubbe, J.H., Boomsma, D.I., & De Geus, E.J.C. (2006). Physical activity and cognitive function in a Cross-section of younger and older Community-dwelling individuals. *Health Psychology*. 25 (6), 678-687.
- Houx, P.J., & Jolles, J. (1993). Age-related decline of psychomotor speed: effects of age, brain health, sex and education. *Perceptual and Motor Skills*, 76, 195-211.
- Hunter, S.K., Thomson, M.W., & Adams, R.D. (2001). Reaction time, strength, and physical activity in women aged 20-89 years. *Journal of Aging and Physical Activity*, 9, 32-42.
- Jensen, A.R., & Munro, E. (1979). Reaction Time, Movement Time and Intelligence. *Intelligence*, 3, 121-126.
- Kauranen, K., & Vanharanta, H. (1996). Influences of age, gender and handedness on motor performance of upper and lower extremities. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 515-525.
- Kalapotharakos, V.I., Michalopoulos, M., Strimpakos, N., Diamantopoulos, K., & Tokmakidis, S.P. (2006). Functional and Neuromotor Performance in Older Adults: Effect of 12 Weeks of Aerobic Exercise. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 85 (1), 61-67.

- Kirby, N.H., & Nettelbeck, T. (1991). Speed of information processing and Age. *Personality and Individual Differences*, 12 (2), 183-188.
- Kramer, A.F., Hahn, S., Cohen, N.J., Banich, M. T., McAuley, E., Harrison, C.R., Chason, J., Vakil, E., Bardell, L. Boileau, R.A., & Colcombe, A. (1999) Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature*, 400, 418-419.
- Laroche, D.P., Knight, C.A., Dickie, J.L., Lussier, M., & Roy, S.J. (2007). Explosive Force and Fractionated Reaction Time in Elderly Low- and High-Active Women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (9), 1659-1665.
- Light, K.E., Reilly, M.A., Behrman, A.L., & Spirduso, W.W. (1996). Reaction Time and Movement Time: Benefits of practice to younger and older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 4, 27-41
- Light, K.E., & Spirduso, W.W. (1990). Effect of adult aging on the movement complexity factor on response programming. *Journal of Gerontology*, 45 (3), 107-109.
- Lupinacci, N.S., Rikli, R.E., Jones, C.J., & Ross, D. (1993). Age and physical activity effects on reaction time and digit symbol substitution performance in cognitively active adults. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 64, 144-150
- Maiche, A., Fauquet, J., Estaún, S., & Bonnet, C. (2004). Tiempo de Reacción: del cronoscopio a la teoría de ondas. *Psicothema*, 16 (1), 149-155.
- Madden, D.J., Blumenthal, J.A., Allen, P.A., & Emery, C.F. (1989). Improving aerobic capacity in healthy older adults does not necessarily lead to improved cognitive performance. *Psychology and Aging*, 4 (3), 307-320.
- Marottoli, R.A., & Drickamer, M.A. (1993). Psychomotor mobility and the elderly drivers. *Clinics in Geriatric Medicine*, 9, 403-411.
- Newson, R.S & Kemp, E.B. (2008). Relationships between fitness and cognitive performance in younger and older adults. *Psychology and Health*, 23 (3), 369-386
- Paas, F.G., Adam, J.J., Janssen, G.M., Vrenken, J. G., & Bovens A.M. (1994). Effect of a 10-month endurance-training program on performance of speeded perceptual-motor tasks. *Perceptual and Motor Skills*, 78, 1267-1273.
- Pedersen, S.J., Surburg, P.R., & Brechue, W.F. (2005). Ageing and midline crossing inhibition. *Laterality*, 10 (3), 279-294.
- Perea, M.V., Ladera, V., & Rodríguez, M.A. (2005). Fluencia de acciones en personas mayores. *Psicothema*, 17 (2), 263-266.
- Ponte, D., Sampedro, M.J., & Pardavila, M. (2004). Efecto de la excentricidad en tareas de búsqueda visual que difieren en las demandas atencionales. *Psicothema*, 16 (4), 563-569.
- Posner, M.I. (1978). *Chronometric explorations of mind*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Powell, R.R. (1983). Reaction time changes following aerobic conditioning. *Journal of Human Movement Studies*, 9, 145-150.
- Rikli, R.E., & Edwards, D.J. (1991). Effects of a three-year exercise program on motor function and cognitive processing speed in older women. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 62, 61-67.

- Rotella, R.J., y Bunker, K.L. (1978). Field dependence and reaction time in senior tennis players (65 and over). *Perceptual and Motor Skills*, 46, 585–586.
- Salthouse, T.A. (2000). Aging and measures of processing speed. *Biological Psychology*, 54, 35–54.
- Schmidt, R.A. (1988). *Motor Control and Learning (2º Ed.)*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Shimada, H., Obuchi, S., Furuna, T., & 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 (7), 493-499.
- Simon, J.R., & Pouraghabagher, A.R. (1978). The effect of aging on the stages of processing in a choice reaction time task. *Journal of Gerontology*, 33, 553-561.
- Spiriduso, W.W. (1980). Physical fitness, aging, and psychomotor speed: a review. *Journal of Gerontology*, 35 (6), 850-65.
- Spiriduso, W.W., y Clifford, P. (1978). Replication of age and physical activity effects on reaction and movement time. *Journal of Gerontology*, 33, 26–30.
- Surwillo, W.W., & Quilter, R.E. (1964). Vigilance, age and response-time. *The American Journal of Psychology*, 77 (4), 614-620.
- Suutama, T., & Ruoppila, I. (1998). Association between cognitive functioning and Physical Activity in Two 5-year follow-up studies of older finish persons. *Journal of Aging and Physical Activity*, 6, 169-183.
- Tsang, W.W.N., & Hui-Chan, C.W.Y. (2003). Effects of Tai Chi on joint proprioception and stability limits in elderly subjects. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35 (12), 1962-1971
- Van Boxtel, M.P.J., Paas, F.G.W.C., Houx, P.J.; Adam, J.J., Teeken, J.C., & Jolles, J. (1997). Aerobic capacity and cognitive performance in a cross-sectional aging study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29 (10), 1357-1365
- Weiss, A.D. (1965). The locus of Reaction Time with set, motivation and age. *Journal of Gerontology*, 20, 60-64.
- Whitehurst, M. (1991). Reaction time unchanged in older women following aerobic training. *Perceptual and Motor skills*, 72, 251-256.
- Zubiaur, M., Oña, A., & Delgado, J. (1998). La utilización del feedback en disminución progresiva en el aprendizaje de la respuesta de reacción. *Revista de Psicología del Deporte*, 13, 57-67

Referencias totales: 49

Referencias propias de la revista: 0

[Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte](#)- vol. 11 -número 44 - diciembre 2011 - ISSN: 1577-0354