

FINGER TAPING TEST. PRECISIÓN DEL DISEÑO DE MEDIDAS ENTRE MUESTRAS DE DEPORTISTAS DE ELITE Y NO DEPORTISTAS

Antonio Hernández Mendo, Verónica Morales Sánchez y Verónica García Morales
Universidad de Málaga

RESUMEN

En este trabajo se hace una revisión del *Finger Tapping Test* (FTT). Se presenta un algoritmo de libre distribución para realizarlo. El FTT se administra a una muestra de 204 participantes, de los cuales 103 (50,5%) eran deportistas de élite y 101 (49,5%) eran no deportistas. Se realiza un análisis de fiabilidad a través del Alpha de Cronbach. También se realiza un análisis de generalizabilidad obteniendo resultados satisfactorios en validez, precisión y fiabilidad tanto para la estructura de datos como para el algoritmo. Se han obtenido resultados que avalan la prueba como una medida simple de velocidad y de control motor. Se han encontrado resultados significativos sobre la relación entre la edad y la ejecución del test, y en relación a la distinta ejecución en función del género.

PALABRAS CLAVE

Finger Tapping Test, Psicología del Deporte, generalizabilidad

FINGER TAPPING TEST. PRECISION OF THE MEASUREMENT DESIGN BETWEEN SAMPLES OF ELITE ATHLETES AND NOT ATHLETES

ABSTRACT

This paper reviews the Finger Tapping Test (FTT). We present an algorithm of free distribution to do. The FTT is administered to a sample of 204 participants, of which 103 (50.5%) were elite athletes and 101 (49.5%) were non-athletes. An analysis of reliability through Cronbach Alpha. Also performed an analysis of generalizability satisfactory results validity, precision and reliability to both the data structure to the algorithm. We have obtained results that support the test as a simple measure of speed and motor control. We found significant results on the relationship between age and test performance, and in relation to the different performance of gender.

KEY WORDS

Finger Tapping Test, Sport Psychology, generalizability.

FINGER TAPPING TEST. PRECISÃO DO DESENHO DE MEDIDAS ENTRE AMOSTRAS DE ESPORTISTAS DE ELITE E NÃO ESPORTISTAS.

RESUMO

Este trabalho faz uma revisão do *Finger Tapping Test* (FTT). Apresenta um algoritmo de livre distribuição para realizá-lo. O FTT foi administrado em uma amostra de 204 participantes, os quais 103 (50,5%) eram esportistas de elite e 101 (49,5%) não eram esportistas. Foi realizada uma análise de fiabilidade através do Alpha de Cronbach. Também foi realizada uma análise generalização, obtendo resultados satisfatórios em validade, precisão e fiabilidade tanto na estrutura dos dados como para o algoritmo. Obtivemos resultados que garantem a prova como uma medida simples de velocidade e de controle motor. Foram encontrados resultados significativos sobre a relação entre a idade e a execução do teste e a relação distinta execução em função do gênero.

PALAVRAS CHAVE

Finger Tapping Test, Psicologia do esporte, generalização.

INTRODUCCIÓN

El *Finger Tapping Test* (FTT) fue desarrollado originalmente como parte de la Bateria *Halstead Reitan* (HRB) (Halstead, 1947), como una prueba neurofisiológica que evalúa una medida simple de la velocidad y del control motor (Mitrushina, Boone y D'Elia, 1999) y se utiliza en neuropsicología como prueba sensible para el daño cerebral (Christianson y Leathem, 2004). Otros autores (Scherer, Bauer y Baum, 1997) la consideran como una tarea de ejecución motora y un método de prueba unimanual con numerosas variaciones (1 a 5 zonas de *tapping*) que posee una alta sensibilidad acerca del control que tienen pacientes con distintos daño cerebral.

Aunque el funcionamiento motor en humanos sea controlado por muchas áreas del cerebro, la más importante es el área rostral cercana al surco central y el funcionamiento de ésta se refleja directamente en el FTT (Russell, Neuringer y Goldstein, 1970). Los efectos directos de la ejecución motora, de velocidad, coordinación, y los requisitos de la prueba pueden estar afectados por los niveles de vigilancia, por una capacidad afectada de enfoque de la atención, o por la reducción o enlentecimiento de las respuestas. Evaluando el funcionamiento y comparando las dos lateralidades, la FTT puede ser utilizada como un indicador fiable de la integridad del cerebro (Christianson y Leathem, 2004; Dodrill, 1978).

Existen numerosas pruebas acerca de la pertinencia de uso de esta prueba, p.e. en la enfermedad de Alzheimer (Duchet, Balota y Ferraro, 1994), en hipoxemia (Berry et al. 1989), en daño cerebral crónico (Murelius y Haglund, 1991), y en las lesiones corticales, especialmente en el hemisferio izquierdo o el lóbulo frontal (Arcia y Gualtieri, 1994; Haaland, Harrington y Yeo, 1987; Haaland, Temkin, Randahl y Dikmen, 1994; Kraft, Fitts y Hammond, 1992; Leonard, Milner y Jones, 1988; Shimoyama, Ninchoji y Uemura, 1990). También en estudios farmacológicos y toxicológicos se muestra una ejecución en FTT enlentecida después de la administración de litio (Shaw, Stokes, Mann y Manevitz, 1987), de la ingestión de manganeso (Lucchini, Selis, Folli et al., 1995), de mercurio (Bluhm, Bobbitt, Welch, et al., 1992) y de plomo (Needleman, Schell, Bellinger, et al., 1990). Sin embargo se ha descrito una mejora en los resultados con el consumo de la nicotina (Heishma, Taylor y Henningfield, 1994; Roth y Baitig, 1991) y de la cafeína (Swift y Tiplady, 1988).

Algunos estudios han informado de un funcionamiento desigual de FTT en poblaciones con Alzheimer (Wefel, Hoyt y Massama, 1999); con lesión cerebral traumática (Geldmacher y Hills, 1997); y en esquizofrenia (Flashman, Flaum y Andreason, 1996). El FTT fue utilizado en estudios anteriores para investigar los efectos del carbonato de litio en pacientes bipolares (Shaw, Stokes, Mann y Manevitz, 1987); en pacientes de esclerosis múltiple con recidivas/remisión y crónicos/progresivos (Heaton, Nelson y Thompson, 1985), en desórdenes psiquiátricos en adultos (Heaton, Baade y Johnson, 1978), y en los efectos neurológicos de esnifadores de pintura (Tsushima y Towne, 1977). Estos estudios han mostrado que la patología

neurológica y psicológica puede afectar perceptiblemente la velocidad motora, y puede tener ejecuciones limitadas en otras áreas funcionales.

La relación entre la edad y la ejecución del test a nivel neuropsicológico ha sido perfectamente reconocido en otros trabajos (Bornstein, Paniak y O'Brien, 1987) y en un estudio de medidas neuropsicológicas administradas a una muestra no-clínica, la FTT correlacionó con la edad de forma significativa (Bornstein, 1985). Los hombres tienden a una mejor ejecución que las mujeres en pruebas de fuerza y de velocidad motora fina (Leckliter y Matarazzo, 1989). Estos resultados son confirmados en el trabajo de Ichiro, Toshiaki y Kenichi (1990). Nicholson y Kimura (1996) observaron que los hombres eran perceptiblemente más rápidos que las mujeres en FTT, y concluyo que esta ventaja en velocidad de los hombres estaba relacionada con una mayor cantidad de músculos de contracción rápida durante la pubertad. Los hombres no experimentan ninguna disminución significativa en velocidad en el FTT con el aumento de edad, mientras en las mujeres disminuye con el incremento de la misma (Ruff y Parker, 1993). Todos estos resultados son coherentes con los informados en el trabajo de Scherer, Bauer y Baum (1997).

Existen otros trabajos que utilizan este protocolo como indicador de medida. En el trabajo de Soprano (2003) al citar la evaluación de las funciones ejecutivas en el niño considera el *Test de golpeteo* como una variante del test de *tapping* de Luria y lo reseña como parte de la batería neuropsicológica denominada NEPSY (Korkman, Kirk y Kemp, 1998). Con esta misma denominación aparece en el trabajo de Castellón, Abadía, Castellón y Tejedor (2003) donde se estudian los cambios cognitivos en la esquizofrenia con tratamientos de olanzapina, risperidona o haloperidol. Pero no solo aparece como indicador en casos de trastornos psiquiátricos o psicológicos, también como indicador de funcionamiento cognitivo de enfermedades crónicas, así en el trabajo de Sánchez-Román, Ostrosky-Solís y colaboradores (2008) sobre la insuficiencia renal crónica y sus efectos en el funcionamiento cognoscitivo el FTT aparece como uno de los indicadores.

Así el trabajo de Scherer, Bauer y Baum (1997) utiliza el FTT para la evaluación de pacientes con migraña. En el trabajo de Yokoe, Okuno, Hamasaki, Kurachi, Akazawa, y Sakoda, (2009) utilizando un acelerómetro y un sensor de tacto para evaluar una muestra de pacientes con parkinson y un grupo equiparado en edad. Se evalúa tanto TT para el dedo como para el pie. En el trabajo de Baeta y colaboradores (2002) utilizan el TT junto a otras medidas para estimar los efectos cognitivos del tratamiento con topiramato en pacientes con epilepsia parcial refractaria. También es utilizado, de la misma manera, en el trabajo de Orozco y colaboradores (2002) en el que se utiliza cirugía para la epilepsia del lóbulo temporal y se evalúa la eficacia del tratamiento. En el trabajo de Benejam y colaboradores (2007), es uno de los test incluidos en la propuesta que realizan de un protocolo de valoración neuropsicológica y de calidad de vida en pacientes que han sufrido un infarto maligno de la arteria cerebral media.

Un trabajo relativamente reciente y que determina la importancia de este test es el realizado por Prigatano, Johnson y Gale (2004). Estos autores evalúan ocho pacientes sanos y siete post-agudos con una historia de lesión traumática severa (*Traumatic Brain Injury* - TBI). Mientras ejecutan el FTT se les realiza una imagen de resonancia magnética funcional (*Functional Magnetic Resonance Imaging* - fMRI). El análisis fMRI reveló que la mayor activación frontal bilateral pertenecía al grupo control de personas sanas. Este grupo mostró además una ligera diferencia en FTT con la mano derecha en relación con el grupo TBI. Además las máximas diferencias de activación implicaban las áreas motoras suplementarias. La VBM (*Voxel-based morphometry*) no pudo revelar signos de atrofia para explicar estos resultados. El principio de control contralateral opera tanto para el funcionamiento motor como para el sensorial (Russell y otros, 1970). Generalmente, el funcionamiento con la mano dominante es superior al de la mano no-dominante. La lesión cerebral tiende empeorar la ejecución en la mano contralateral a la lesión (Spreen y Strauss, 1998).

La utilización de este test, en el ámbito del deporte, se encuentra en el trabajo de López y Vernetta (1997) que utilizan un formato de TT para la detección de talentos en gimnasia artística. También en el trabajo de González (2001) sobre los resultados del control psicológico del entrenamiento en saltadores cubanos de alto rendimiento se cita el TT como indicador de estado. Igualmente en el trabajo de Rodríguez y Rivero (2006), donde pretende brindar una panorámica sobre las pruebas de terreno más utilizadas en Psicología del Deporte, citan el TT. No se han informado de evidencias acerca de si el FTT es una prueba discriminativa con respecto a una población no deportista.



Figura 1. Dos modelos de FTT. A la izquierda el suministrado por *Reitan Neuropsychological Laboratory*. A la derecha, el suministrado por *Western Psychological Services*

En referencia al aparataje utilizado, se han construido diversos FTT para registrar la velocidad de ejecución. El dispositivo más generalizado es una palanca montada sobre una superficie con un contador mecánico (Mitrushina, Boone y D'Elia, 1999). El instrumento está disponible en *Reitan Neuropsychological Laboratory* (<http://www.reitanlabs.com>¹). Hay también versiones electrónicas del programa tales como la *Digital Tapping Test (WPS Electronic Tapping Test)*, disponible en *Western Psychological Services (WPS)*, que consiste en un dispositivo con un interruptor electrónico y un contador digital (<http://portal.wpspublish.com>²). También ha sido descrito un nuevo dispositivo en el trabajo de Coleman, Moberg, Ragland y Gur (1997), *Light Beam Finger and Foot Tapper Test* (Neuro Cognitive Engineering de 1995) que emplea los diodos fotosensibles a la luz infrarroja en un tablero.

Christianson y Leathem (2004) presentan una versión informática del *Finger Tapping Test*. El propósito de este estudio fue obtener los datos normativos de una versión del *Finger Tapping Test* automatizado y compararlos con otros dispositivos tradicionales. Administraron la prueba automatizada a ochenta y seis voluntarios no-clínicos en la prueba *Computerizer Finger Tapping Test (CFTT)*, *Finger Tapping Test* digital (WPS) y otra prueba *Finger Tapping Test* desarrollada por la universidad de Massey (MUFTT). Evaluaron a ochenta de estos participantes también en *Finger Tapping Test* de Halstead-Reitan (HRFTT). Esta muestra de voluntarios estaba estratificada según género y edad, con cuatro grupos de la misma edad con un rango de 16 a 70 años. Las correlaciones entre las cuatro pruebas eran altas. El CFTT mostró propiedades psicométricas similares a las de las otras tres pruebas. Las frecuencias más altas fueron obtenidas usando la mano dominante, los varones obtuvieron frecuencias más altas que las mujeres, y había una disminución de la velocidad asociada con el aumento de edad.

En este trabajo se presentan tres cuestiones metodológicas referidas al FTT, la primera es la referida al propio algoritmo, la segunda está circunscrita a las muestras utilizadas y la tercera está vinculada a la utilización de la Teoría de la Generalizabilidad (TG). Con respecto al algoritmo, señalar su fácil construcción e implementación, realizado sobre un entorno Excel de

¹ <http://www.reitanlabs.com/catalog/default.php?cPath=48>

² http://portal.wpspublish.com/portal/page?_pageid=53,70151&_dad=portal&_schema=bPORTAL

Microsoft® en Visual Basic. La ventaja que presenta este algoritmo, además de la simplicidad en su implementación y de sus ventajas económicas³, son las referidas a la ejecución del propio test, pues se puede realizar a través de un *mouse* clásico (inalámbrico o de cable) o bien a través del *mouse* digital que se encuentra integrado en la mayoría de los ordenadores portátiles. Esta última posibilidad recoge fielmente la filosofía con la que fue creado el test.

En referencia al segundo punto, este algoritmo fue utilizado para muestrear dos grupos, uno de deportistas de alto nivel, y otro, de no deportistas. No existen trabajos informando acerca de este muestreo, y, por tanto, de sus resultados.

Finalmente, señalar, que la Teoría de la Generalizabilidad (TG) es un marco apropiado en la búsqueda de las estimaciones de la fiabilidad y de los márgenes del error. La base de la TG (Cronbach, Gleser, Nanda y Rajaratnam, 1972; Cronbach, Rajaratnam y Gleser, 1963) radica en considerar que cualquier situación de medida tiene múltiples fuentes (*facetas*) de variación. Es una teoría de los errores multifaceta de una medición conductual y el objetivo es desglosar, en cualquier tipo de medición, la variabilidad real de la variabilidad del error (Blanco, 2001). El objetivo es analizar las diferentes fuentes de variación que pueden estar afectando a los datos. La aplicación de esta teoría permite estimar el grado de generalización de un diseño de medida con condiciones particulares a un valor teórico buscado. El coeficiente de generalizabilidad permite estimar el ajuste de la media observada a la media de todas las observaciones posibles (Cardinet, Johnson y Pini, 2010; Johnson, 2008). En este caso el problema de la *fiabilidad* se refiere a la precisión de esta generalización (Blanco, 1993). El eje central de la TG se encuentra en los componentes de varianza, dado que su magnitud nos aporta información sobre las fuentes de error que están afectando una medición conductual (Blanco 2001; Blanco, Castellano y Hernández Mendo, 2000; Morales, 2009).

Iniciar pulsación Ritmo Cómodo		Iniciar pulsación Ritmo Rápido	
Iniciar pulsación Ritmo Cómodo		Iniciar pulsación Ritmo Lento	
Reiniciar			
Tempo	10		
Temporizador	10		

Pulsacion	1	2	3	4	Dif.1	Dif.2	Dif.3	Dif.4
1	0,203125	0,125	0,109375	0,234375				
2	0,59375	0,40625	0,453125	0,703125	0,390625	0,28125	0,34375	0,46875
3	0,71875	0,515625	0,578125	0,90625	0,125	0,109375	0,125	0,203125
4	1,109375	0,8125	0,921875	1,375	0,390625	0,296875	0,34375	0,46875
5	1,25	0,90625	1,015625	1,625	0,140625	0,09375	0,09375	0,25
6	1,640625	1,203125	1,34375	2,1875	0,390625	0,296875	0,328125	0,5625
7	1,734375	1,296875	1,421875	2,515625	0,09375	0,09375	0,078125	0,328125
8	2,109375	1,59375	1,75	3,125	0,375	0,296875	0,328125	0,609375
9	2,234375	1,6875	1,84375	3,46875	0,125	0,09375	0,09375	0,34375
10	2,609375	2	2,171875	4,046875	0,375	0,3125	0,328125	0,578125
11	2,71875	2,078125	2,265625	4,40625	0,109375	0,078125	0,09375	0,359375
12	3,109375	2,390625	2,65625	4,953125	0,390625	0,3125	0,390625	0,546875
13	3,203125	2,5	2,8125		0,09375	0,109375	0,15625	
14	3,625	2,8125	3,140625		0,421875	0,3125	0,328125	
15	3,71875	2,921875	3,28125		0,09375	0,109375	0,140625	
16	4,09375	3,21875	3,71875		0,375	0,296875	0,4375	
17	4,203125	3,3125	3,859375		0,109375	0,09375	0,140625	
18	4,609375	3,625			0,40625	0,3125		
19	4,71875	3,734375			0,109375	0,109375		
20		4,03125				0,296875		
21		4,15625				0,125		
22		4,46875				0,3125		
23		4,5625				0,09375		

Figura 2. Pantalla en Excel de Microsoft © para realización del FTT con zonas de pulsación de cada ritmo y registro de frecuencias, tiempos y lapsos.

MÉTODO

Participantes

La prueba fue administrada a un total de 204 participantes, de los cuales 103 (50.5%) eran deportistas de élite (78 hombres que supone un 75.7%, y, 25 mujeres, el 24.3%); y 101 (49.5%) eran no deportistas (52 hombres que supone un 51.5%, y, 49 mujeres, 48.5%). El grupo de deportistas estaba compuesto por 50 jugadores de fútbol (48.5%), 15 nadadores (14.6%), 23 atletas (22.3%), 10 jugadores de baloncesto (9.7%) y 5 ciclistas (4.9%). En cuanto a la distribución total por género, 130 hombres (63.7%) y 74 mujeres (36.3%). El rango de edad es

³ Es un programa de libre distribución que se puede descargar desde <http://psicologia.del.deporte.uma.es/descargas.php> junto al código fuente

de 33.00, con un mínimo de 17 y un máximo de 50 años, media de 22.87; moda de 20.00 y la desviación típica de 6.51.

Material

El material utilizado en esta investigación además del algoritmo en Visual Basic para la hoja Excel de Microsoft®, ha sido el paquete estadístico SPSS v.17 y los programas informáticos *Generalizability Study* versión 2.0.E. (Ysewijn, 1996) y *EduG* (Cardinet, Johnson, y Pini, 2010).

Procedimiento

La muestra fue recogida entre los años 2006 al 2010. Tuvo especial dificultad la toma de datos con deportistas de élite. El FTT se presentaba a los participantes, se les explicaba en que consistía, diciéndoles textualmente: "En el área situada en la parte superior izquierda, rotulado como *Iniciar pulsación ritmo cómodo*, deberá picar con el ratón a un ritmo considerado por Vd, cómodo durante 10 segundos, transcurrido este tiempo el botón se desactivará. A continuación deberá picar en el área adjunta rotulada como *Iniciar pulsación ritmo rápido* durante otros 10 segundos hasta su desactivación. Después se continuará realizando la misma tarea durante el mismo período de tiempo en las áreas, situadas debajo de estas dos primeras, y rotuladas como *Iniciar pulsación ritmo cómodo* e *Iniciar pulsación ritmo lento*" (Ver figura 2). Después, se les aclaraban las dudas y se le permitía realizar una prueba. A continuación se realizaba el test y se almacenaban los datos registrados en una matriz de SPSS

RESULTADOS

En primer lugar se realiza un análisis de varianza para determinar si existen diferencias significativas entre las frecuencias de los distintos ritmos. Como aparece reflejado en la tabla 1, existen diferencias en el ritmo 2 (ritmo rápido).

Tabla 1. *Análisis de la varianza*

Modelo	DF	Suma cuadrados	Media cuadrados	F-Valor	Pr>F
Frecuencia Pulso área 1	193	8045.48	41.69	1.58	0.21
Frecuencia Pulso área 2	193	33007.48	171.02	4.10	0.01
Frecuencia Pulso área 3	193	8701.66	45.09	1.11	0.47
Frecuencia Pulso área 4	193	4917.63	25.48	1.00	0.56

A continuación se realiza un análisis de componentes de varianza donde se estima el modelo [$y =$ grupo (g), participantes (s), genero (sx) edad (e)], donde la variable dependiente es la frecuencia de ritmo rápido, este modelo resulta significativo y explica el 98% de la varianza, resultando significativo las facetas grupo, participantes, edad; así como las interacciones [participantes*género] y [participantes*edad].

Tabla 2. *Análisis de varianza con frecuencia de pulso de área 2 como variable dependiente y como variables de asignación grupo (g), participantes (s), genero (sx) y edad (e).*

Variable dependiente: p2					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	193	33007.48039	171.02321	4.10	0.0088
Error	10	417.50000	41.75000		
Total correcto	203	33424.98039			
R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	p2 Media		
0.987509	12.07964	6.461424			53.49020

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
g	1	257.04	257.04	6.16	0.0325
s	100	22456.05	224.56	5.38	0.0030
g*s	51	2665.88	52.27	1.25	0.3696
sx	1	92.48	92.48	2.22	0.1675
g*sx	0	0.00	.		
s*sx	24	4323.52	180.15	4.31	0.0101
g*s*sx	0	0.00	.		
e	6	1771.31	295.22	7.07	0.0038
g*e	0	0.00	.		
s*e	10	1441.19	144.12	3.45	0.0317
g*s*e	0	0.00	.		
sx*e	0	0.00	.		
g*sx*e	0	0.00	.		
s*sx*e	0	0.00	.		
g*s*sx*e	0	0.00	.		

Se realiza un análisis de generalizabilidad en función de las frecuencias de pulso de cada área. Todos los modelos estimados (como se muestran en la tabla número 3) resultan altamente fiables y generalizables. El único modelo que presente una fiabilidad y generalizabilidad más baja es el modelo pge/s.

Tabla 3. Análisis de generalizabilidad en función de la frecuencia de pulso de cada área: modelos, porcentaje de varianza explicada, fiabilidad y generalizabilidad.

Variable de Medida	% Explicada	Modelo	Fiabilidad	Generalizabilidad
Frecuencia de Pulso área 1	G - 3%	gse/p	0.969	0.952
	S - 31%	pse/g	0.901	0.888
	g*s - 18%	psg/e	0.999	0.988
	Sx - 10%	pge/s	0.791	0.741
	g*sx - 31%			
	E - 4%			
Frecuencia de Pulso área 2	s*e - 4%			
	G - 1%	gse/p	0.943	0.894
	S - 45%	pse/g	0.912	0.905
	g*s - 16%	psg/e	0.992	0.982
	s*sx - 26%	pge/s	0.851	0.850
	E - 6%			
Frecuencia de Pulso área 3	g*e - 5%			
	G - 4%	gse/p	0.961	0.942
	S - 29%	pse/g	0.898	0.876
	g*s - 18%	psg/e	0.995	0.991
	Sx - 7%	pge/s	0.759	0.727
	s*sx - 36%			
Frecuencia de Pulso área 4	E - 3%			
	s*e - 3%			
	G - 15%	gse/p	0.977	0.977
	g*s - 22%	pse/g	0.855	0.778
	sx - 11%	psg/e	0.992	0.987
	s*sx - 44%	pge/s	0.671	0.620
E - 3%				
s*e - 5%				

Se realizó un análisis de fiabilidad utilizando el Alpha de Cronbach (ver tabla 4). En primer lugar se realizó utilizando la frecuencia de pulso en cada área. Los resultados obtenidos para la muestra total es 0.514, para la muestra de deportistas es 0.643 y para la muestra de no deportistas es de 0.324. A continuación se realizó el mismo análisis sobre el lapso entre

pulsaciones, la fiabilidad mejoro considerablemente, pasando la muestra total 0.885, la muestra de deportistas a 0.931 y la de no deportistas permaneció en 0.348.

Tabla 4. Análisis de fiabilidad

Grupo	Alfa de Cronbach Frecuencia N de		Alfa de Cronbach si se elimina el elemento	Alfa de Cronbach Lapsos	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento	
Todos	0.514	4	Pulsa_1	0.213	0.885	0.927
			Pulsa_2	0.882		0.837
			Pulsa_3	0.279		0.829
			Pulsa_4	0.414		0.848
Deportistas	0.643	4	Pulsa_1	0.403	0.931	0.962
			Pulsa_2	0.919		0.897
			Pulsa_3	0.415		0.898
			Pulsa_4	0.524		0.906
No deportistas	0.324	4	Pulsa_1	-0.021	0.348	-0.329
			Pulsa_2	0.787		0.431
			Pulsa_3	0.140		-0.121
			Pulsa_4	0.305		0.437

Se realizó un análisis de varianza entre grupo de deportista y no deportistas, en función del género y de rangos de edad. En el primero de ellos, existen diferencias significativas entre los pulsos 3 y 4 (ver tabla 5).

Tabla 5. ANOVA considerando el grupo deportistas y no deportistas

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Pulsa 1	Inter-grupos	123,969	1	123.969	3.059	.082
	Intra-grupos	8185,011	202	40.520		
	Total	8308,980	203			
Pulsa 2	Inter-grupos	257,044	1	257.044	1.565	.212
	Intra-grupos	33167,936	202	164.198		
	Total	33424,980	203			
Pulsa 3	Inter-grupos	213,481	1	213.481	4.847	.029
	Intra-grupos	8896,181	202	44.041		
	Total	9109,662	203			
Pulsa 4	Inter-grupos	436,961	1	436.961	18.639	.000
	Intra-grupos	4735,666	202	23.444		
	Total	5172,627	203			

El ANOVA realizado en función del género arroja diferencias significativas en el pulso 1 y en el 4 (Tabla 6). Sin embargo, el realizado por rangos de edad, estima diferencias significativas en el pulso 1, 2 y 3 (ver tabla 7).

Tabla 6. ANOVA en función del género

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Pulsa 1	Inter-grupos	253,217	1	253.217	6.349	0.013
	Intra-grupos	8055,763	202	39.880		
	Total	8308,980	203			
Pulsa 2	Inter-grupos	244,033	1	244.033	1.486	0.224

	Intra-grupos	33180,948	202	164.262		
	Total	33424,980	203			
Pulsa 3	Inter-grupos	23,052	1	23.052	0.512	0.475
	Intra-grupos	9086,610	202	44.983		
	Total	9109,662	203			
Pulsa 4	Inter-grupos	152,083	1	152.083	6.119	0.014
	Intra-grupos	5020,544	202	24.854		
	Total	5172,627	203			

Cuando se realiza una comparación de medias (utilizando una tabla ANOVA) en función del género utilizando el lapso, se estiman diferencias significativas en todos los pulsos (tabla 6a). Esta diferencia por género se mantiene entre los deportistas de élite (tabla 6b) y sin embargo desaparece en el grupo de no deportistas (tabla 6c).

Tabla 6a. Comparación de medias en función del género utilizando el lapso como VD

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Lap.1 * Genero	Inter-grupos	531,209	1	531.209	34.034	0.000
	Intra-grupos	3152,842	202	15.608		
	Total	3684,051	203			
Lap.2 * Genero	Inter-grupos	167,900	1	167.900	46.085	0.000
	Intra-grupos	735,947	202	3.643		
	Total	903,847	203			
Lap.3 * Genero	Inter-grupos	153,175	1	153.175	35.589	0.000
	Intra-grupos	856,497	199	4.304		
	Total	1009,673	200			
Lap.4 * Genero	Inter-grupos	107,139	1	107.139	37.418	0.000
	Intra-grupos	558,336	195	2.863		
	Total	665,475	196			

Tabla 6b. Comparación de medias en función del género en deportistas utilizando el lapso como VD

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Lap.1 * Genero	Inter-grupos	564,896	1	564.896	41.481	0.000
	Intra-grupos	1375,448	101	13.618		
	Total	1940,344	102			
Lap.2 * Genero	Inter-grupos	187,694	1	187.694	46.631	0.000
	Intra-grupos	406,533	101	4.025		
	Total	594,227	102			
Lap.3 * Genero	Inter-grupos	175,407	1	175.407	39.652	0.000
	Intra-grupos	433,516	98	4.424		
	Total	608,923	99			
Lap.4 * Genero	Inter-grupos	125,112	1	125.112	37.263	0.000
	Intra-grupos	315,606	94	3.358		
	Total	440,718	95			

Tabla 6c. Comparación de medias en función del género en no deportistas utilizando el lapso como VD.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Lap.1 * Genero	Inter-grupos	2,236	1	2.236	0.223	0.638
	Intra-grupos	993,482	99	10.035		
	Total	995,718	100			
Lap.2 * Genero	Inter-grupos	,011	1	.011	0.101	0.751
	Intra-grupos	11,169	99	.113		
	Total	11,180	100			
Lap.3 * Genero	Inter-grupos	1,470	1	1.470	0.612	0.436

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Lap.4 * Genero	Intra-grupos	237,674	99	2.401	0.061	0.806
	Total	239,144	100			
	Inter-grupos	,010	1	0.010		
	Intra-grupos	16,299	99	0.165		
	Total	16,309	100			

El análisis de la varianza de la frecuencia de pulso en función de los rangos de edad en la muestra total, resulta significativo para el pulso 1 (ritmo cómodo), para el pulso 2 (ritmo rápido) y pulso 3 (ritmo cómodo) (Tabla nº7). Cuando se realiza este análisis con la muestra de deportistas, resulta significativo únicamente el pulso 2 (ritmo rápido) (Tabla nº7a). Sin embargo cuando el análisis se realiza sobre la muestra de no deportistas resultan significativos el pulso 2 (ritmo rápido) y pulso 3 (ritmo cómodo).

Tabla 7. ANOVA por rangos de edad.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Pulsa 1	Inter-grupos	698,970	6	116.495	3.016	0.008
	Intra-grupos	7610,010	197	38.629		
	Total	8308,980	203			
Pulsa 2	Inter-grupos	5797,906	6	966.318	6.891	0.000
	Intra-grupos	27627,074	197	140.239		
	Total	33424,980	203			
Pulsa 3	Inter-grupos	1006,102	6	167.684	4.076	0.001
	Intra-grupos	8103,560	197	41.135		
	Total	9109,662	203			
Pulsa 4	Inter-grupos	143,981	6	23.997	0.940	0.467
	Intra-grupos	5028,647	197	25.526		
	Total	5172,627	203			

Tabla 7a. ANOVA por rangos de edad en el grupo de deportistas de élite.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Pulsa 1 * Interval_edad	Inter-grupos	395,528	6	65.921	1.349	0.243
	Intra-grupos	4690,394	96	48.858		
	Total	5085,922	102			
Pulsa 2 * Interval_edad	Inter-grupos	2791,965	6	465.327	3.793	0.002
	Intra-grupos	11778,268	96	122.690		
	Total	14570,233	102			
Pulsa 3 * Interval_edad	Inter-grupos	627,766	6	104.628	2.079	0.063
	Intra-grupos	4831,088	96	50.324		
	Total	5458,854	102			
Pulsa 4 * Interval_edad	Inter-grupos	121,905	6	20.317	0.548	0.771
	Intra-grupos	3560,950	96	37.093		
	Total	3682,854	102			

Tabla 7b. ANOVA por rangos de edad en el grupo de no deportistas.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Pulsa 1 * Interval_edad	Inter-grupos	345,561	6	57.594	1.966	0.078
	Intra-grupos	2753,528	94	29.293		
	Total	3099,089	100			
Pulsa 2 * Interval_edad	Inter-grupos	3080,014	6	513.336	3.110	0.008
	Intra-grupos	15517,689	94	165.082		

	Total	18597,703	100			
Pulsa 3 * Interval_edad	Inter-grupos	486,766	6	81.128	2.585	0.023
	Intra-grupos	2950,560	94	31.389		
	Total	3437,327	100			
Pulsa 4 * Interval_edad	Inter-grupos	111,553	6	18.592	1.857	0.096
	Intra-grupos	941,259	94	10.013		
	Total	1052,812	100			

DISCUSIÓN

Las novedades que presenta este trabajo (implementación informática, muestra de deportistas/no-deportistas y utilización del análisis de Generalizabilidad), consideramos que (1) aporta un algoritmo libre (y otro en distribución) que facilitan enormemente el uso y utilización de los resultados; (2) la utilización de esta muestra y sus resultados avalan los trabajos realizados hasta la fecha en el ámbito de la Psicología del Deporte; y, (3) la realización de un análisis de Generalizabilidad en este tipo de trabajo, además de ser novedosa, implica la utilización de conceptos metodológicos de profundo calado epistemológico con un amplio apoyo y cobertura científica (Bain, Weiss y Agudelo, 2008; Bertrand, 2003; Brennan, 2001; Briggs y Wilson, 2007; Burch, Norman, Schmidt y van der Vleuten, 2008; Cardinet, Johnson y Pini, 2010; Christophersen, Helseth y Lund, 2008; Denner, Salzman y Bangert, 2001; Johnson, 2008; Kreiter, Gordon, Elliott y Ferguson, 1999; Marcoulides, 1999; te Marvelde, Glas, Van Landeghem y Van Damme, 2006).

La validez, precisión y fiabilidad de este trabajo quedan avaladas por los resultados encontrados tanto en los análisis de generalizabilidad como en los análisis de fiabilidad a través del Alpha de Cronbach. Estos resultados avalan asimismo la precisión del algoritmo creado. Los diseños de medida estimados en el análisis de Generalizabilidad, además de resultar altamente fiables y generalizables, presentan niveles de precisión totalmente óptimos y adecuados.

Podemos considerar que los resultados obtenidos en el FTT, y para el que fue desarrollado originalmente, esto es, como una medida simple de la velocidad y del control motor (Mitrushina, Boone y D'Elia, 1999), se confirma al obtener diferencias significativas entre el pulso rápido y el resto de los pulsos, al igual que entre el grupo de deportistas y no deportistas. Estos resultados son especialmente importantes porque permiten avalar los trabajos realizados por González Carballido (2001) sobre el control psicológico del entrenamiento en saltadores de alto rendimiento.

Asimismo, hemos encontrado resultados significativos en la línea de los informados por Bornstein (1985) y Bornstein, Paniak y O'Brien, (1987) sobre la relación entre la edad y la ejecución del test. Como se ha visto, existen diferencias significativas, en función de la edad, en la ejecución del test con la totalidad de la muestra en el pulso 1 (ritmo cómodo), para el pulso 2 (ritmo rápido) y pulso 3 (ritmo cómodo) (Tabla nº7). Cuando se utiliza la muestra de deportistas sólo existen diferencias significativas para el pulso 2 (ritmo rápido) (Tabla nº7a). Y con la muestra de no deportistas, resulta significativo el pulso 2 (ritmo rápido) y pulso 3 (ritmo cómodo) (Tabla nº7b).

También se han encontrado resultados significativos que confirman los informados por Leckliter y Matarazzo (1989), Ichiro, Toshiaki y Kenichi (1990), Ruff y Parker (1993), Nicholson y Kimura (1996), y, Scherer, Bauer y Baum (1997). Los hombres tienden a una mejor ejecución que las mujeres. Estos resultados aparecen considerando la frecuencia de golpeteo (pulsos 1 y 4) y, especialmente, utilizando el lapso de golpeteo (en todos los pulsos aparecen diferencias significativas).

Una de cuestiones importantes ha reseñar en este trabajo son las aplicaciones de este test, además de las señaladas en la introducción, y las ya reseñadas originalmente en su diseño, esto es, evaluar el funcionamiento motor en el área rostral cercana al surco central, permite (1) evaluar de forma predictiva la ejecución motora de un deportista comparada con otras

ejecuciones realizadas con anterioridad; (2) evaluar la influencia de determinados programas (físicos y/o psicológicos) sobre el funcionamiento motor; (3) evaluar el decremento en el funcionamiento motor producido por la edad (ya sea en deportistas o no deportistas); (4) junto con otras medidas, establecer el grado de autorregulación del deportista al pasar de un ritmo de golpeteo rápido a otro cómodo comparado con el primer ritmo cómodo realizado. Sobre este último punto, y a modo de futuras líneas de investigación, se hace necesario llevar a cabo una nueva investigación que la someta a contraste.

Para finalizar, los resultados de validez y precisión ya comentados, avalan el uso de este algoritmo de libre distribución. Actualmente estamos distribuyendo de forma libre y gratuita este algoritmo, gestionado desde la plataforma MENPAS (www.menpas.com) (González, Hernández Mendo y Pastrana, 2010) para que se puedan realizar investigaciones controladas on-line con acceso a datos como frecuencia, tiempo medio de frecuencia, lapso, lapso medio y todos los datos generados por el algoritmo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcia, E. y Gualtieri, C. T. (1994). Neurobehavioural performance of adults with closed-head injury, adults with attention deficit, and controls. *Brain Injury*, 8(5), 395-404.
- Baeta, E., Santana, I., Castro, G., Gonçalves, S., Gonçalves, T., Carmo, I., y Caritas, A.I. (2002). Efectos cognitivos del tratamiento con topiramato en pacientes con epilepsia parcial refractaria. *Revista de Neurología*, 34 (8): 737-741.
- Bain, D., Weiss, L., y Agudelo, W. (2008, January). *Radiographie d'une épreuve commune de mathématiques au moyen du modèle de la généralisabilité*. Paper presented at the 2008 meeting of the Association pour le Développement des Méthodologies d'Évaluation en Éducation—Europe (ADMEE-Europe), Geneva, 8pp.
- Benejam, B, Poca, M. A., Junqué, C., Álvarez Sabin, J., Delgado, P., Fracheri, L., Martínez Garre, M.C. y Sahuquilli, J. (2007). Propuesta de un protocolo de valoración neuropsicológica y de calidad de vida en pacientes que han sufrido un infarto maligno de la arteria cerebral media. *Revista de Neurología*, 22, 3-14.
- Berry, D. T., McConnell, J.W. , Phillips, B. A., Carswell, C, Lamb, DG. y Prine, BC. (1989). Isocapnic hypoxemia and neuropsychological functioning. *J. Clin. Exp. Neuropsychol*, 11(2), 241-51.
- Bertrand, R. (2003). Une comparaison empirique de modèles de la théorie classique, de la théorie de la généralisabilité et de la théorie des réponses aux items. *Mesure et évaluation en éducation*, 26, 75–89.
- Blanco , A. (1993). Fiabilidad, precisión, validez y generalización de los diseños observacionales. En M.T. Anguera (Ed.), *Metodología observacional en la investigación psicológica* (Vol 2 Fundamentación, pp 151-261). Barcelona: PPU.
- Blanco, A. (2001). Generalizabilidad de observaciones uni y multifaceta: Estimadores LS y ML. *Metodología de las Ciencias del Comportamiento*, 3 (2), 161-193.
- Blanco, A., Castellano, J. y Hernández Mendo, A. (2000). Generalización de las observaciones de la acción del juego en el fútbol. *Psicothema*, 12 (2 supl), 81-86.
- Bluhm, R.E., Bobbitt, R.G., Welch, L.W., Wood, A.J., Bonfiglio, J.F., Sarzen, C., Heath, A. J. y Branch, R. A. (1992). Elemental mercury vapour toxicity, treatment, and prognosis after acute, intensive exposure in chloralkali plant workers. Part I: History, neuropsychological findings and chelator effects. *Human Exp Toxicol.*, 11(3), 201-210.
- Bornstein, R. A. (1985). Normative data on selected neuropsychological measures from a non-clinical sample. *Journal of Clinical Psychology*, 41, 651-659.
- Bornstein, R. A., Paniak, C. y O'brien, W. (1987). Preliminary data on classification of normal and brain-damaged elderly subjects. *The Clinical Neuropsychologist*, 1(4), 315 – 323.
- Brennan, R. L. (2001). *Generalizability theory*. New York: Springer.

- Briggs, D. C., y Wilson, M. (2007). Generalizability in item response modeling. *Journal of Educational Measurement*, 44, 131–155.
- Burch, V. C., Norman, G. R., Schmidt, H. G., y Van der Vleuten, C. P. M. (2008). Are specialist certification examinations a reliable measure of physician competence? *Advances in Health Sciences Education*, 13, 521–533.
- Cardinet, J., Johnson, S. y Pini, G. (2010) Applying Generalizability Theory using EduG. New York: Routledge. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Castillón, M. T., Abadía, M. J., Castillón, J. J., y Tejedor, M. C. (2003). Cambios cognitivos en la esquizofrenia bajo tratamiento con olanzapina, risperidona o haloperidol. *Revista de Psiquiatría Facultad Medicina Barna*, 30(6), 324-331.
- Christianson, M. K. y Leathem, J. M. (2004). Development and Standardization of the Computerized Finger Tapping Test: Comparison with other finger tapping instruments. *New Zealand Journal of Psychology*, 33(2), 44-49.
- Christophersen, K-A., Helseth, S., & Lund, T. (2008). A generalizability study of the Norwegian version of KINDL in a sample of healthy adolescents. *Quality of Life Research*, 17(1), 87–93.
- Coleman, A.R., Moberg, R.J., Ragland, J.D., y Gur, R.C. (1997). Comparison of the Halstead-Reitan and infrared light beam finger tappers. *Assessment*, 4 (3), 277-286.
- Cronbach, L. J., Rajaratnam, N., y Gleser, G. C. (1963). Theory of generalizability: A liberalization of reliability theory. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 16(2), 137–163.
- Cronbach, L.J; Gleser, G.C.; Nanda, H y Rajaratnam, N. (1972). *The dependability of behavioural measurements: theory of generalizability for scores and profiles*. New York: John Wiley and Sons.
- Denner, P. R., Salzman, S. A., y Bangert, A. W. (2001). Linking teacher assessment to student performance: A benchmarking, generalizability and validity study of the use of teacher work samples. *Journal of Personnel Evaluation in Education*, 15(4), 287–307.
- Dodrill, C. B. (1978). A Neuropsychological Battery for Epilepsy. *Epilepsia*, 19, 611-623.
- Duchet, J. M., Balota, D A y Ferraro, F.R. (1994). Component analysis of a rhythmic finger tapping task in individuals with senile dementia of the Alzheimer type and in individuals with Parkinson's disease. *Neuropsychology*, 8(2): 218-26.
- Flashman, L. A., Flaum, M. y Andreasen, (1996). Soft and neuropsychological performance in schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, 153 (4), 526-532.
- Geldmacher, D. S., y Hills, E. C. (1997). Effect of stimulus number, target-to-distractor ratio, and motor speed on visual spatial search quality following traumatic brain injury. *Brain Injury*, 11(1), 59-66.
- González Carballido, L. G. (2001). Resultados del control psicológico del entrenamiento en saltadores cubanos de alto rendimiento. *Efdeportes. Revista Digital*, 6(33) <http://www.efdeportes.com/> [Consulta 6 de febrero de 2010].
- González S. L., Hernández Mendo, A. y Pastrana, J.L. (2010). Herramienta software para la evaluación psicosocial de deportistas y entornos deportivos. *Lecturas: EF y Deportes. Revista Digital*, 15(144), mayo. <http://www.efdeportes.com/efd144/evaluacion-psicosocial-de-deportistas.htm> [Consulta: 29 de mayo de 2010].
- Haaland, K. Y., Harrington, D. L. y Yeo, R. (1987). The effects of task complexity on motor performance in left and right CVA patients. *Neuropsychologia*, 25(5), 783-794.
- Haaland, K. Y., Temkin, N., Randahl, G. y Dikmen, S. (1994). Recovery of simple motor skills after head injury. *J. Clin. Exp Neuropsychol*, 16(3), 448-456.
- Halstead WC. (1947). *Brain and Intelligence: A Quantitative Study of the Frontal Lobes*. Chicago: University of Chicago Press.

- Heaton, R. K., Baade, L. E. & Johnson, K. L. (1978). Neuropsychological test results associated with psychiatric disorders in adults. *Psychological Bulletin*, 85, 141-162.
- Heaton, R. K., Nelson, L. M. & Thompson et al. (1985). Neuropsychological findings in relapsing-remitting and chronic-progressive multiple sclerosis. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 53, 103-110.
- Heishma, S. J., Taylor, R. C. y Henningfield, J. E. (1994). Nicotine and smoking: a review of effects on human performance. *Experimental Clinical Psychopharmacology*, 2(4): 345-95.
- Ichiro, S., Toshiaki, N. y Kenichi, U. (1990). The finger-tapping test: A quantitative analysis. *Archives of Neurology*. 47(6), 681-684.
- Johnson, S. (2008). The versatility of Generalizability Theory as a tool for exploring and controlling measurement error. In M. Behrens (ed.), Special Issue: Méthodologies de la mesure. Hommage à Jean Cardinet. *Mesure et Evaluation en Education*, 31(2), 55-73.
- Korkman, M., Kirk, U. y Kemp, S.L. (1998). *NEPSY. A developmental neuropsychological assessment*. San Antonio TX: The Psychological Corporation.
- Kraft, G. H., Fitts, S. S. y Hammond, M. C. (1992). Techniques to improve function of the arm and hand in chronic hemiplegia. *Archives Physics Med. Rehabil.*, 73(3): 220-227.
- Kreiter, C. D., Gordon, J. A., Elliott, S. T., & Ferguson, K. J. (1999). A prelude to modeling the expert: A generalizability study of expert ratings of performance on computerized clinical simulations. *Advances in Health Sciences Education*, 4, 261-270.
- Leckliter, I. N. y Matarazzo, J. D. (1989). The influence of age, Education, IQ, gender, and alcohol abuse on Halstead-Reitan neuropsychological test battery performance. *Journal of Clinical Psychology*, 45, 484-512.
- Leonard, G., Milner, B. & Jones, L. (1988). Performance on unimanual and bimanual tapping tasks by patients with lesions of the frontal or temporal lobe. *Neuropsychologia*, 26(1), 79-91.
- López, J. y Vernetta, M (1997). Aplicación de una prueba gimnástica básica para la detección de talentos en gimnasia artística en la fase genérica de adaptación e iniciación a la actividad físico-deportiva. *Revista Motricidad*, 3, 67-87.
- Lucchini, R., Selis, L., Folli, D., Apostoli, P., Mutti, A., Vanoni, O., Iregren, A. y Alessio, L., (1995) et al. Neurobehavioral effects of manganese in workers from a ferroalloy plant after temporary cessation of exposure. *Scand J Work Environ Health*, 21(2), 143-149.
- Marcoulides, G. A. (1999). Generalizability theory: Picking up where the Rasch IRT model leaves off? In S. E. Embretson, & S. L. Hershberger (Eds), *The new rules of measurement* (pp. 129-151). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mitrushina, M. N., Boone, K. B., y D'Elia, L. F. (1999). *Handbook of normative data for neuropsychological assessment*. New York, NY, USA: Oxford University Press.
- Morales, V. (2009). Evaluación de la calidad en organizaciones deportivas: análisis de generalizabilidad. *Revista de psicología general y aplicada*, 62(1-2), 99-110.
- Murelius, O. y Haglund, Y. (1991). Does Swedish amateur boxing lead to chronic brain damage? IV. A retrospective neuropsychological study. *Acta Neurol Scand*, 83(1): 9-13.
- Needleman, H. L., Schell, A., Bellinger, D., Leviton, A. y Allred, E. N. (1990). The long-term effects of exposure to low dose of lead in childhood. An 11-year follow-up report. *New Engand. Journal Med.* 322(2), 83-8.
- Nicholson, K. G. y Kimura, D. (1996). Sex differences for speech and manual Skill. *Perceptual and Motor Skills*, 82 (1), 3-13.
- Nicolini-Sánchez, J. H. y García-Ramos, G. (2008). Insuficiencia Renal Crónica y sus Efectos en el Funcionamiento Cognoscitivo. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(2), 97-113.

- Orozco, C., Verdejo-García, A., Sánchez, J.C., Altuzarra, A. y Pérez, M. (2002). Neuropsicología clínica en la cirugía de la epilepsia del lóbulo temporal. *Revista de Neurología*, 35 (12), 1116-1135
- Prigatano, G. P., Johnson, S. C. y Gale, S. D. (2004). Neuroimaging correlates of the Halstead Finger Tapping Test several years post-traumatic brain injury. *Brain Injury*, 18(7), 661-669.
- Rodríguez Calvo, I. y Rivero Cortés, S. (2006). Pruebas de terreno en psicología del deporte. Efdporte. Revista Digital <http://www.efdeportes.com/> - Buenos Aires - Año 11 - N° 103 [Consultado 6 de febrero de 2009].
- Roth, N y Baitig, K. (1991). Effects of cigarette smoking upon frequencies of EEG alpha rhythm and finger tapping. *Psychopharmacology*, 205(2): 186-90.
- Ruff, R. M. y Parker, S. B. (1993). Gender and age specific changes in motor speed and eye hand coordination in adults: Normatives values for the Finger Tapping and Grooved Pegboard test. *Perceptuals and Motor Skills*, 76 (3), 1219-1230.
- Russell, E. W., Neuringer, C. y Goldstein, G. (1970). *Assessment of brain damage: A neuropsychological key approach*. New York: Wiley-Intersciencie.
- Sánchez-Román, S., Ostrosky-Solís, F., Morales-Buenrostro, L. E., Alberú-Gómez, J., Scherer, P; Bauer, H y Baum, K. (1997). Alternate finger tapping test in patients with migraine. *Acta Neurologica Scandinavica*, 96(6), 392-396.
- Scherer, P., Bauer, H y Baum, K. (1997). Alternate finger tapping test in patients with migraine. *Acta Neurologica Scandinavica*, 96(6), 392-396.
- Shaw, E. D., Stokes, P. E., Mann, J. J. y Manevitz, A. (1987). Effets of lithium carbonate on the memory and motor speed of bipolar patients. *Journal of Abnormal Psychology*, 96(1), 64-69.
- Shimoyama, I., Ninchoji, T. y Uemura, K. (1990). The finger-tapping test: a quantitative analysis. *Arch. Neurol.*, 47(6), 681 -684.
- Soprano, A.M. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista de Neurología*, 37 (1): 44-50
- Spreen, O. y Strauss, E. (1998). *A compendium of neuropsychological test (2nd ed)*. New York: Oxford University Press.
- Swift, C. G. y Tiplady, B. (1988). The effects of age on the response to caffeine. *Psychopharmacology*, 94(1), 29-31.
- te Marvelde, J., Glas, C., Van Landeghem, G., y Van Damme, J. (2006). Application of multidimensional item response theory models to longitudinal data. *Educational and Psychological Measurement*, 66, 5-34.
- Tsushima, W. T. y Towne, W. S. (1977). Effects of paint sniffing on europsychological test performance. *Journal of Abnormal Psychology*, 86, 402-407.
- Wefel, J.S., Hoyt, B.D., y Massama, P.J. (1999). Neuropsychological functioning in depressed versus non-depressed participants with Alzheimer's disease. *Clinical Neuropsychologist*, 13 (3), 249-257.
- Yokoe, M; Okuno, R; Hamasaki, T; Kurachi, Y; Akazawa, K y Sakoda, S. (2009). Opening velocity, a novel parameter, for finger tapping test in patients with Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, 15(6), 440-444.
- Ysewijn, P. (1996). *GT software for generalizability studies*. Mimeografía.