

## Las funciones ejecutivas como predictoras del nivel de pericia en jugadores de baloncesto

Francisco Alarcón\*, Nuria Ureña\*\*, Alberto Castillo\*, Daniel Martín y David Cárdenas\*\*\*

### EXECUTIVE FUNCTIONS PREDICT EXPERTISE IN BASKETBALL PLAYERS

KEYWORDS: cognition, skill, sport performance, inhibitory control, cognitive flexibility.

ABSTRACT: Interaction Sports are developed in extremely variable, unpredictable contexts, which means that the level of entropy is very high. In these environments, where decision making is decisive for sporting success, the participation of the central executive plays a key role. The aim of this study was to explore the potential importance of executive functions such as predictive value of the level of expertise of basketball players. A total of 34 men basketball players, of whom 12 belonged to a professional team of the ACB league ( $M = 25.2$  years), 12 a semi-pro team of the EBA league ( $M = 20.7$  years) and 10 of a regional amateur league team ( $M = 22.7$  years) were evaluated. *Design Fluency Test* was used for cognitive flexibility and *Stroop* interference test for the inhibitory capacity. Differences between the means of the ACB players and those of the other two groups, but not between semi-professional and amateurs were found. The results show a greater cognitive flexibility of professional basketball players over non professional players but instead does not distinguish between groups when referring to the inhibitory capacity. Considering that the first test also measures working memory and inhibitory capacity, the overall results point to the importance of executive functions in basketball and are consistent with those of previous studies indicating that elite athletes compared to sub-elite or novice have superior cognitive performance, although in this case highly specialized.

En la actualidad en deportes profesionales como fútbol y baloncesto la identificación temprana del talento es una medida considerada primordial para el éxito de los clubes y federaciones. Desde las ciencias del deporte, los investigadores han llegado a la conclusión de que la aparición del talento depende de múltiples factores, entre los cuales se incluyen las características psicológicas del deportista (Burgess y Naughton, 2010). En su mayoría estos estudios han utilizado el paradigma experto-novato para analizar aquellas variables que pueden ser predictoras del rendimiento futuro. Algunos de ellos han permitido descubrir que ciertas capacidades cognitivas pueden desempeñar esta función. Aunque los resultados muestran que los expertos poseen mayor pericia que los novatos en tareas propias de su deporte, como el reconocimiento de patrones de comportamiento (Abernethy, Baker y Côté, 2005) o las estrategias de búsqueda visual (Williams, 2000), y ninguna evidencia de que los expertos posean capacidades cognitivas transferibles, en la actualidad, en condiciones de laboratorio, los expertos parecen tener cierta ventaja en funciones cognitivas de nivel superior (Huijgen, et al., 2015). Así, estudios como los de Chaddock, Neider, Voss, Gaspar, y Kramer (2011) han encontrado diferencias significativas entre deportistas y no deportistas en la capacidad de analizar escenas que requieren la multitarea. En esta línea, Faubert (2013) encontró que los jugadores profesionales de deportes de equipo tenían mayor capacidad de aprendizaje en una tarea que consistía en el

seguimiento de objetos en movimiento en un entorno en el que existían distractores que debían evitar. Además, estudios recientes, como los de Mangine et al. (2014), o Romeas, Guldner y Faubert (2015), avalan la transferencia de estas habilidades al campo. Estos autores sugieren que la capacidad de adaptación a los entornos cognitivamente complejos, en los que existe un elevado nivel de entropía, una disminución del tiempo para procesar la información relevante (Cárdenas, Conde, y Perales, 2015), y la presencia tanto de estímulos simultáneos a los que atender como de información presente que inhibir (Romeas et al., 2015), es imprescindible para alcanzar la élite en estos deportes.

Las funciones cognitivas de nivel superior necesarias para llevar a cabo este comportamiento adaptativo reciben el nombre de funciones ejecutivas (EFs). Son las encargadas del control de los procesos cognitivos básicos con el fin de llevar a cabo una conducta eficaz en entornos complejos y novedosos, a través de la manipulación y actualización de la información en la memoria de trabajo, siendo flexible en las estrategias para alcanzar una meta o siendo capaz de inhibir estímulos irrelevantes (Miyake et al., 2000).

La importancia de estas funciones en el rendimiento deportivo se ve apoyada por estudios como los de Finkenzeller et al., (2014) y Vestberg, Gustafson, Maurex, Ingvar, y Petrovic, (2012) en los que se observó que jugadores de fútbol expertos poseían unos mayores niveles de flexibilidad cognitiva e

inhibición que la población media. Estos resultados también se han encontrado en voleibol (Alves et al., 2013) y en deportes individuales como el ciclismo (Martin et al., 2016) y tenis (Wang et al., 2013). Además Vestberg, et al., (2012) encontraron que estas funciones también eran predictoras del rendimiento futuro, al comprobar que los futbolistas con mayor flexibilidad cognitiva e inhibición tenían mejor rendimiento dos años más tarde en el número de goles y asistencias durante la competición. En ninguno de estos estudios los deportistas expertos tenían mejores resultados que los de menor nivel. Estos datos son contradictorios con los hallados por Verburgh et al. (2014) y Huijgen, et al. (2015), que tras comparar las FEs de futbolistas jóvenes que pertenecían a clubes de más alto nivel, y que por tanto seleccionan a sus jugadores jóvenes por su “gran talento”, con jugadores de la misma edad pero que competían en niveles inferiores, encontraron que los primeros obtenían mejores resultados en las pruebas que evaluaban estas mismas funciones. Es por eso que esta investigación tiene como objetivo analizar si existen diferencias en las funciones ejecutivas entre jugadores de élite, sub-élite y amateurs en baloncesto, otro deporte en el que por su complejidad creemos que dichas funciones pueden ser determinantes.

## Método

### Participantes

Los participantes del estudio estaban formados por 34 jugadores de baloncesto masculino, de los cuales 12 pertenecían a un equipo profesional de ACB ( $M \pm DT$ : edad =  $25.2 \pm 4.21$ ), 12 jugadores a un equipo semiprofesional de liga EBA ( $M \pm DT$ : edad =  $20.7 \pm 0.8$ ), y 10 jugadores a un equipo amateur de liga regional ( $M \pm DT$ : edad =  $22.7 \pm 2.3$ ).

### Instrumentos

*Design Fluency Test (DF*; Delis, Kaplan y Kramer, 2001). Es una prueba no verbal de lápiz y papel perteneciente a la batería D-KEFS destinada a la evaluación de las funciones ejecutivas. El test consta de tres ensayos de 60 segundos por separado, siendo el objetivo de la prueba realizar todos los diseños diferentes con cuatro líneas conectando círculos rellenos (primer ensayo), círculos vacíos (segundo ensayo) y alternando entre círculos rellenos y vacíos (tercer ensayo). Para ello, un aspecto importante de la tarea es que no repita el mismo diseño y cumpla las reglas que se establecen. Es una tarea de multi-procesamiento que pone en juego aspectos como creatividad, inhibición de respuesta, memoria de trabajo, exploración y flexibilidad cognitiva (Vestberg et al., 2012).

*Test de Letras y Colores o Stroop (S)*. La versión normalizada consta de tres láminas, y cada una contiene 100 ítems distribuidos en cinco columnas de 20 elementos. Los participantes disponen de 45 segundos para leer cada ítem lo más rápido posible y en voz alta, de arriba a abajo y por columnas, intentando no cometer errores. La primera lámina la forman las palabras ‘ROJO’, ‘VERDE’ y ‘AZUL’, ordenadas al azar e impresas en tinta negra, en una hoja de tamaño A4. La segunda lámina consiste en 100 ítems iguales (‘XXXX’) impresos en tinta azul, verde o roja. En la tercera lámina aparecen las palabras de la primera lámina impresas en los colores de la segunda, mezclado ítem por ítem; el primer ítem es el color del ítem 1 de la primera lámina impreso en la tinta del color del ítem 1 de la segunda lámina. No coincide en ningún caso el color de la tinta con el significado de la palabra.

Puede ser, por ejemplo, la palabra ROJO impresa en color azul. El participante debe nombrar el color de la tinta.

El valor de esta prueba viene dado por esta última lámina ya que el sujeto debe atender selectivamente a la dimensión que menos sobresale de cada estímulo, inhibiendo al mismo tiempo la respuesta más automática. La interferencia generada se suele manifestar en una mayor comisión de errores y un mayor tiempo de reacción en la respuesta, que es a lo que se conoce como “Efecto Stroop”. Se expresa cuantitativamente en un “índice de interferencia” e indaga la capacidad del sujeto para clasificar información de su entorno y para reaccionar selectivamente a esa información (Golden, 1994).

### Procedimiento

Las pruebas fueron administradas por un investigador experto en pruebas de funcionamiento ejecutivo en contextos deportivos. Los participantes realizaron las dos tareas cognitivas en un orden contrabalanceado. Las respuestas fueron recogidas y analizadas de forma anónima por otro investigador. Las tareas se llevaron a cabo durante la temporada de competición. Los participantes en el estudio fueron evaluados de uno en uno en una sala aislada de ruido en las instalaciones deportivas en las que entrenaban, justo antes de iniciar el entrenamiento y sin que hubieran entrenado en las seis horas anteriores. Para cumplir con las normas éticas de la Universidad de Católica San Antonio de Murcia se informó a los clubes y los entrenadores sobre las condiciones en que se llevaría a cabo el estudio, y se les requirió la firma de un consentimiento informado.

### Análisis de datos

Tras comprobar la normalidad de las variables, se calcularon por nivel de pericia las medias y desviaciones estándar de las medidas correspondientes a los test de las funciones ejecutivas. Se llevó a cabo un ANOVA para analizar las posibles diferencias entre las medias de los jugadores de baloncesto. La significación estadística fue aceptada en  $p < .05$ .

### Resultados

Se encontró un efecto estadísticamente significativo en el test *DFT* según los grupos considerados,  $F(2.32) = 5.905$ ,  $p < .05$   $\eta^2 = .27$ , pero no en relación con el test *Stroop* (Tabla 1). Las pruebas post hoc mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los jugadores ACB y los jugadores semiprofesionales  $t(32) = 2.786$ ,  $p < .05$ , así como entre profesionales y amateur  $t(32) = 3.261$ ,  $p < .05$ , pero no entre semiprofesionales y amateurs  $t(32) = 3.336$ ,  $p > .05$ .

Por otro lado, para controlar la variable edad se realizó una correlación entre las variables pericia, *DFT* y *S*, no encontrándose relación con ninguna de las variables, lo que nos permite descartar la edad a la hora de explicar los resultados anteriores.

### Discussion

El objetivo de este estudio fue analizar la posible influencia de las funciones ejecutivas en el rendimiento deportivo de jugadores de baloncesto. Para ello se compararon las funciones ejecutivas de jugadores de élite (liga ACB), con jugadores sub-élite (liga E.B.A.) y amateur (liga regional). Los resultados mostraron que los profesionales superaron al resto de jugadores en la prueba *DFT*, prueba que requiere de las tres funciones ejecutivas más importantes: memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y capacidad de inhibición. Estas diferencias no se encontraron con la prueba de

Escala	Profesionales	Semiprofesionales	Amateurs	F (2,32)	p- valor
DF, $M \pm DT$	16.00 $\pm$ 2.92	11.52 $\pm$ 3.71	9.8 $\pm$ 3.6	5.57	.007
S, $M \pm DT$	1.40 $\pm$ 4.12	1.25 $\pm$ 7.43	3.26 $\pm$ 4.7	0.36	.650

Nota: DF = *Desig Fluency Test*; S = *Test de letras y colores o Stroop*

Tabla 1. Valores de las funciones cognitivas superiores en los distintos grupos de jugadores de baloncesto.

Stroop, que mide la capacidad inhibitoria. Estos resultados están en línea con los de aquellos estudios que señalan que, en situaciones específicas, el rendimiento cognitivo de los atletas de élite es superior a los sub-élite o novatos (Mann, et al, 2011). En cambio, estas diferencias no fueron claras a favor de los deportistas de élite cuando se analizaban funciones ejecutivas en contextos genéricos. Los antecedentes discriminaban entre población normal y deportistas de élite, pero no entre diferentes niveles de pericia (Finkenzyler et al., 2014; Vestberg, 2012). Por esta razón se podría interpretar que el desarrollo de las funciones ejecutivas cursa en paralelo con el volumen de horas de entrenamiento necesario para alcanzar las máximas prestaciones deportivas. Huijgen, et al. (2015), encontraron que la relación entre la prueba DFT y el nivel de pericia desaparecía cuando se introducía como covariable las horas de entrenamiento de los dos grupos de deportistas. Este resultado refuerza la hipótesis de que las funciones ejecutivas se pueden mejorar gracias al ejercicio físico (Verburgh, Königs, M., Scherder y Oosterlaan, 2013). En cambio, estos mismos autores, al analizar la flexibilidad cognitiva y la inhibición de manera aislada, encontraron que el número de horas de entrenamiento no hacía desaparecer la superioridad de los jugadores con mayor talento.

Un metaanálisis reciente destaca que la práctica deliberada solo representó el 18% de la varianza en el rendimiento deportivo (Macnamara, Moreu, y Hambrick, 2016), lo que descarta la hipótesis del volumen de práctica como causa de las diferencias de rendimiento entre niveles de pericia. Desde nuestro punto de vista, estos resultados, a priori contradictorios, podrían estar justificados por la falta de control de los aspectos cualitativos del entrenamiento. La naturaleza y orientación de los entornos de práctica, de las tareas de enseñanza, constituyen una variable

determinante en el desarrollo de las funciones ejecutivas (Huijgen et al., 2015). Autores como Martín et al. (2014), Martins y Gotuzo (2015) y Pesce et al. (2013) han conseguido mejoras significativas de las FE a través de la práctica de ejercicio físico que conlleva una implicación cognitiva, gracias a la manipulación del nivel de incertidumbre.

Para Best (2012), cuando en el entorno existe una interferencia contextual, es decir, los componentes de la tarea se presentan de una manera compleja y cuasi-aleatoria, las habilidades que se aprenden, se retienen y se transfieren mejor. Esta interferencia contextual, típica de los deportes de interacción, demanda procesos ejecutivos como crear un plan de acción motriz, supervisado y modificado en presencia continua de demandas cambiantes de la tarea (Brady, 2008). Por lo tanto, es probable que el tratamiento de la información sea más elaborado, dando lugar a un mejor aprendizaje (Carey, Bhatt, y Nagpal, 2005). En un estudio reciente, se comprobó que el aprendizaje en condiciones de interferencia contextual exigía una mayor actividad de los circuitos y estructuras relacionadas con las FEs, generando así una mayor activación frontal, en comparación con un aprendizaje en ausencia de interferencia, cuya activación más generalizada fue parietal, premotora, y del cerebelo (Cross, Schmitt, y Grafton, 2007).

Aunque es necesario seguir avanzando en la relación de estas funciones cognitivas y el rendimiento en deportes como el baloncesto, tanto con estudios longitudinales como experimentales, estos resultados deberían servir para concienciar al mundo profesional del baloncesto de la importancia de las funciones cognitivas de nivel superior, implementando medidas tanto en la selección del talento como en los entrenamientos en las fases de la formación del jugador.

#### LAS FUNCIONES EJECUTIVAS COMO PREDICTORAS DEL NIVEL DE PERICIA EN JUGADORES DE BALONCESTO

PALABRAS CLAVE: cognición, habilidad, redimiendo deportivo, control inhibitorio, flexibilidad cognitiva.

RESUMEN: Los deportes de interacción se desarrollan en contextos extraordinariamente variables, impredecibles, lo que supone que el nivel de entropía es muy elevado. En estos entornos, donde la toma de decisiones resulta determinante para el éxito deportivo, la participación del ejecutivo central juega un papel fundamental. El objetivo de este estudio fue explorar la importancia que pueden tener las funciones ejecutivas como valor predictivo del nivel de pericia de jugadores de baloncesto. Se evaluaron un total de 34 jugadores de baloncesto masculino, de los cuales 12 pertenecían a un equipo profesional de la liga ACB ( $M = 25.2$  años), 12 a un equipo semiprofesional de liga EBA ( $M = 20.7$  años), y 10 a un equipo amateur de liga regional ( $M = 22.7$  años). Se utilizaron la prueba *Design Fluency Test*, para la flexibilidad cognitiva y la prueba de interferencia de *Stroop*, para la capacidad de inhibición. Se encontraron diferencias entre las medias de los jugadores ACB y las de los otros dos grupos, pero no entre semiprofesionales y amateurs. Los resultados muestran una mayor flexibilidad cognitiva de los jugadores de baloncesto profesionales respecto a los jugadores no profesionales pero en cambio no distinguen entre grupos cuando se refiere a la capacidad de inhibición. Teniendo en consideración que la primera de las pruebas mide además memoria de trabajo y capacidad inhibitoria, los resultados en general señalan la importancia de las funciones ejecutivas en el baloncesto y coinciden con los de estudios anteriores que indican que los atletas de élite en comparación con los sub-élite o novatos tienen un rendimiento cognitivo superior, aunque en este caso altamente especializado.

## Referencias

- Abernethy, B., Baker, J., y Côté, J. (2005). Transfer of pattern recall skills may contribute to the development of sport expertise. *Applied Cognitive Psychology, 19*, 705-718.
- Alves, H., Voss, M. W., Boot, W. R., Deslandes, A., Cossich, V., Salles, J. I., y Kramer, A. F. (2013). Perceptual-cognitive expertise in elite volleyball players. *Frontiers in Psychology, 4*. doi:10.3389/fpsyg.2013.00036.
- Banich M.T. (2009). Executive function: The search for an integrated account. *Curr Dir Psychol Sci. 18*(2), 89–94.
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review, 30*, 331-351.
- Brady F. (2008). The contextual interference effect and sport skills. *Perceptual and Motor Skills, 106*, 461–472.
- Burgess D.J., y Naughton G.A. (2010). Talent development in adolescent team sports: a review. *International Journal of Sports Physiology and Performance. 5*, 103–116.
- Cárdenas, D., Conde-González, J., y Perales, J. C. (2015). El papel de la carga mental en la planificación del entrenamiento deportivo. *Revista de Psicología del Deporte, 24*, 91-100.
- Carey, J. R., Bhatt, E., y Nagpal, A. (2005). Neuroplasticity promoted by task complexity. *Exercise and Sport Sciences Reviews, 33*, 24–31.
- Chaddock, L., Neider, M. B., Voss, M. W., Gaspar, J. G., y Kramer, A. F. (2011). Do athletes excel at everyday tasks? *Medicine and Science in Sports and Exercise, 43*, 1920-1926.
- Cross, E. S., Schmitt, P. J., y Grafton, S. T. (2007). Neural substrates of contextual interference during motor learning support a model of active preparation. *Journal of Cognitive Neuroscience, 19*, 1854–1871.
- Delis D.C., Kaplan E, y Kramer J.H. (2001). *The Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS) Manual*. San Antonio, TX: PsychCorp, a division of Pearson.
- Faubert, J. (2013). Professional athletes have extraordinary skills for rapidly learning complex and neutral dynamic visual scenes. *Scientific Reports, 3*, 11-54.
- Finkenzeller, T., Würth, S., y Amesberger, G. (2014). Mental competencies and executive functioning in Austrian junior elite Alpine skiers and soccer players. In E. Müller, J. Kröll, S. Lindinger, J. Pfusterschmied, y T. Stöggl (Eds.), *Science and Skiing VI*. Meyer & Meyer: United Kingdom.
- Huijgen, B. C., Leemhuis, S., Kok, N. M., Verburgh, L., Oosterlaan, J., Elferink-Gemser, M. T., y Visscher, C. (2015). Cognitive Functions in Elite and Sub-Elite Youth Soccer Players Aged 13 to 17 Years. *PLoS one, 10*, e0144580. doi:10.1371/journal.pone.0144580
- Macnamara, B. N., Moreau, D., y Hambrick, D. Z. (2016). The Relationship Between Deliberate Practice and Performance in Sports A Meta-Analysis. *Perspectives on Psychological Science, 11*, 333-350.
- Mann D.T., Williams A.M., Ward P., y Janelle C.M. (2007) Perceptual-cognitive expertise in sport: a meta-analysis. *J Sport Exerc Psychol 29*, 457–478.
- Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Wells, A. J., Gonzalez, A. M., Rogowski, J. P., Townsend, J. R., Jajtner, A. R., Beyer, K. S., Bohner, J. D., Pruna, G. J., Fragala, M. S., y Stout, J. R. (2014). Visual Tracking Speed Is Related to Basketball-Specific Measures of Performance in NBA Players. *Journal of strength and conditioning research, 28*, 2406-2414.
- Martín, I., Chiroso, L. J., Reigal, R. E., Hernández, A., Juárez, R., y Guisado, R. (2014). Efectos de la actividad física sobre las funciones ejecutivas en una muestra de adolescentes. *Anales de Psicología, 31*, 962-971.
- Martins, N. y Gotuzo, A. (2015). Is it possible to promote executive functions in preschoolers? A case study in Brazil. *International Journal of Child Care and Education Policy, 9*(6). doi:10.1186/s40723-015-0010-2
- Martin, K., Staiano, W., Menaspá, P., Hennessey, T., Marcora, S., Keegan, R. y Rattray, B. (2016). Superior Inhibitory Control and Resistance to Mental Fatigue in Professional Road Cyclists. *PLoS one, 11*(7), e0159907.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. y Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex frontal lobe tasks: a latent variable analysis. *Cognition Psychology, 41*, 49-100.
- Pesce, C., Crova, C., Marchetti, R., Struzzolino, I., Masci, I., Vannozzi, G. y Forte, R. (2013). Searching for cognitively optimal challenge point in physical activity for children with typical and atypical motor development. *Mental Health and Physical Activity, 6*, 172–180.
- Romeas, T., Guldner, A., y Faubert, J. (2015). 3D-Multiple Object Tracking task performance improves passing decision-making accuracy in soccer players. *Psychology of Sport y Exercise, 22*, 1-9. doi: 10.1016/j.psychsport.2015.06.002.
- Verburgh, L., Scherder, E., van Lange, P. y Oosterlaan, J. (2015). Executive Functioning in highly talented Soccer Players. *PLoS One 9*(3), e91254. doi:10.1371/journal.pone.0091254
- Verburgh, L., Königs, M., Scherder, E. J., y Oosterlaan, J. (2013). Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. *British journal of sports medicine, 48*, 973-979. doi: 10.1136/bjsports-2012-091441
- Vestberg T., Gustafson R., Maurex L., Ingvar M., y Petrovic, P. (2012) Executive Functions Predict the Success of Top-Soccer Players. *plos one 7*(4), e34731. doi:10.1371/journal.pone.0034731
- Williams, M. A. (2000). Perceptual skill in soccer: implications for talent identification and development. *Journal Sports Sciences, 18*, 737-750.