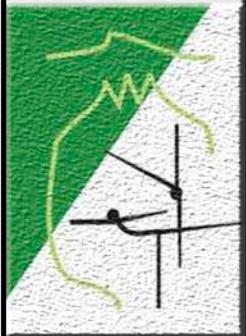


TESIS DOCTORAL

**EFFECTOS DE UN PROGRAMA
DE ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE
LAS FUNCIONES EJECUTIVAS
Y LA TOMA DE DECISIONES EN
UNA MUESTRA ADOLESCENTE**



Inmaculada Martín Martínez



Granada, Noviembre 2014

EFECTOS DE UN PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS Y LA TOMA DE DECISIONES EN UNA MUESTRA ADOLESCENTE

Inmaculada Martín Martínez

Programa oficial de doctorado en Actividad Física y Salud

DIRECTOR

Rafael Guisado Barrilao



Departamento de Enfermería

Universidad de Granada

D. Rafael Guisado Barrilao

Doctor en Medicina, Universidad de Granada

CERTIFICA:

Que la presente Tesis Doctoral titulada “EFECTOS DE UN PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LA FUNCIÓN EJECUTIVA Y LA TOMA DE DECISIONES EN UNA MUESTRA ADOLESCENTE” ha sido realizada bajo mi dirección, por D^a. Inmaculada Martín Martínez para optar al grado de Doctora en el Programa Oficial de Doctorado en Actividad Física y Salud. Concluida y reuniendo a mi juicio, las condiciones de originalidad y rigor científico necesarias, autorizo a su presentación a fin de que pueda ser defendida ante el tribunal correspondiente. Y para que así conste, expide y firma este informe en Granada, a 23 de octubre de 2014.



Fdo.: Rafael Guisado Barrilao

“La Ciencia será siempre una búsqueda, jamás un descubrimiento real.

Es un viaje, nunca una llegada”

(Popper, Karl R.)

Agradecimientos

En primer lugar me gustaría hacer una mención especial a mi familia, a la que amo muchísimo: a mis hermanos por sus muestras de apoyo y cariño y a mis padres, por su apoyo incondicional y por enseñarme a creer en mí, a no rendirme jamás y a luchar por mis sueños e ilusiones en la vida. Ellos me han transmitido el valor de la perseverancia, de la educación, del trabajo, del sacrificio, de la dignidad y del amor.

A mi director por saber orientarme desde el principio y ponerme siempre en contacto con las personas adecuadas y que han colaborado para hacer posible la elaboración de este trabajo. Ellos han despertado en mí el interés por la investigación, compartiendo inquietudes y sueños y ayudándome a progresar y a ser cada vez mejor.

Al equipo de dirección del Instituto Carmen Panti6n de la localidad de Priego de C6rdoba que autorizaron la realizaci6n de la fase de intervenci6n. A todos mis alumnos que han intervenido como sujetos en este estudio y que formaron parte de 6l, por su disposici6n, alegr6a y por cada momento compartido, que les aseguro me enriqueci6 de manera especial. A sus familias, que aceptaron la participaci6n de sus hijos y a los compa1eros de dicho instituto de Secundaria que me apoyaron y me animaron durante este trabajo.

A Antonio Aguayo y sus deportistas de Priego que me ayudaron en la fase de grabaci6n de video durante las sesiones de trabajo con los alumnos. A Antonio Aguilar S6nchez por su ense1anza del GPAI y su colaboraci6n en este cap6tulo. A Roc6o Ju6rez Ru6z de Mier por su colaboraci6n en la evaluaci6n neuropsicol6gica y su asesoramiento en el funcionamiento cognitivo de los adolescentes. A Antonio Hern6ndez Mendo por su ayuda en aspectos metodol6gicos y su conocimiento de la psicolog6a del deporte que ha contribuido a orientar algunos aspectos del trabajo.

Quiero hacer una menci6n especial a Rafael Garc6a, su incorporaci6n en este proyecto ha hecho posible que todo vaya tomando forma y me ha animado constantemente en los momentos m6s dif6ciles. He aprendido mucho de ti y espero seguir haci6ndolo.

Por 6ltimo quiero hacer una reflexi6n personal. A pesar de que cuando inici6 este proyecto el objetivo final era su finalizaci6n y el permitirme mejorar en el campo acad6mico y profesional, el camino me ha ayudado a valorar cada momento, lo m6s sencillo, lo cercano, simple o trivial. Afrontar las distintas dificultades me ha hecho crecer como persona, por lo que quiero destacar la gran satisfacci6n personal que me ha aportado la elaboraci6n de este trabajo en mi vida, social, acad6mica, profesional y personal. En 6l he puesto todo mi amor y respeto personal.

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen.....	9
CAPÍTULO I. Los juegos en espacios reducidos (<i>Small Sided Games - SSG</i>).....	13
Resumen (13)	
Introducción (13)	
Aplicaciones prácticas (15)	
Modificaciones de los elementos estructurales de los SSG (17)	
Terreno de juego (18)	
Número de jugadores (20)	
Terreno de juego y número de jugadores (22)	
Reglas de juego (28)	
Porteros (32)	
Tiempo de juego y descansos (34)	
Entrenador (36)	
Percepción Subjetiva del Esfuerzo durante los SSG (37)	
Conclusiones (41)	
Futuras investigaciones (41)	
Referencias (41)	
CAPÍTULO II. Actividad física y función ejecutiva.....	51
Resumen (53)	
Introducción (53)	
La función ejecutiva (54)	
Actividad física y funciones ejecutivas (55)	
Efectos agudos de la actividad física sobre la función ejecutiva en niños y adolescentes (56)	
Efectos crónicos de la actividad física sobre la función ejecutiva en niños y adolescentes (59)	
Condición física y función ejecutiva en niños y adolescentes (62)	

Conclusiones (65)

Referencias (65)

CAPÍTULO III. Toma de decisiones en el deporte.....73

Resumen (75)

Introducción (75)

Perspectivas de la toma de decisiones en el deporte (76)

Variables determinantes en la toma de decisiones en el deporte (77)

Variables cognitivas y toma de decisiones (79)

 Percepción (80)

 Atención (84)

 Memoria (87)

 Función ejecutiva (90)

 Planificación (90)

 Flexibilidad cognitiva (91)

 Inhibición (91)

La anticipación como determinante del éxito en la acción deportiva (93)

Enseñanza y mejora de la toma de decisiones en el deporte (94)

Game Performance Assessment Instrument (GPAI) (97)

Conclusiones (100)

Referencias (101)

CAPÍTULO IV. Metodología y objetivos.....111

CAPÍTULO V. Estudio 1. Efectos de un programa de actividad física sobre las funciones ejecutivas en una muestra de adolescentes.....115

Resumen (117)

Introducción (117)

Método (120)

Resultados (123)

Discusión (128)

Conclusiones (131)
Referencias (131)

CAPÍTULO VI. Estudio 2. Actividad física y función ejecutiva en una muestra de chicas adolescentes.....139

Resumen (141)
Introducción (141)
Método (143)
Resultados (146)
Discusión (150)
Conclusiones (152)
Referencias (153)

CAPÍTULO VII. Estudio 3. Toma de decisiones en juegos reducidos en una muestra de chicas adolescentes..... 159

Resumen (161)
Introducción (161)
Método (163)
Resultados (165)
Discusión (170)
Conclusiones (171)
Referencias (172)

CAPÍTULO VIII. Estudio 4. Percepción Subjetiva del Esfuerzo en un programa de actividad física basado en juegos reducidos.....177

Resumen (179)
Introducción (180)
Método (182)
Resultados (184)
Discusión (190)

Referencias (193)

CAPÍTULO IV. Futuras investigaciones..... 201

CAPÍTULO X. Anexos.....215

Publicaciones y Presentaciones de la Tesis Doctoral

De la presente Tesis Doctoral se desprenden los siguientes logros:

Publicaciones

El Estudio I: “*Efectos de la actividad física sobre las funciones ejecutivas en una muestra de adolescentes*”, está aceptado para su publicación en la revista Anales de Psicología.

Comunicaciones en congresos

Martín-Martínez, I., Chiroso, L.J., Reigal, R., Hernández-Mendo, A., Juárez, R., Chiroso, I.J. y Martín-Tamayo, I. Efectos de un programa de actividad física sobre las funciones ejecutivas en una muestra adolescente. VII Congreso Internacional de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. Granada, 15-17 Noviembre de 2012.

RESUMEN

Resumen general de la Tesis Doctoral

Resumen

El motivo principal que genera este trabajo es la convicción de la necesidad de incrementar el número de horas semanales de Educación Física programadas en los colegios, dadas las carencias existentes de actividad física en la sociedad actual, y en concreto en una edad tan delicada como es la adolescencia. Esta investigación busca defender una posición que entiende a la persona como una realidad psicosomática que necesita asentar sus procesos cognitivos sobre una base física sólida y sana, y al mismo tiempo nos interesa el tipo de actividad apropiada para generar en las personas un crecimiento más adecuado. Por eso, este trabajo parte de la implementación de un programa de actividad física que ha consistido en dos sesiones de trabajo basadas en *Small Sided Games* (una de sesenta minutos y otra de treinta minutos), que junto con las dos horas de educación física reglada en el ámbito escolar; tiene por objetivo, el incremento del tiempo de actividad física acumulado a lo largo de la semana.

Uno de los objetivos de esta investigación es estudiar los efectos producidos por dicho programa de actividad física sobre las capacidades cognitivas en un centro escolar de educación secundaria. Otro de los objetivos es relacionar aspectos vinculados a la función ejecutiva con la toma de decisiones en situaciones de juego real, para evaluar los nexos de unión entre ambos factores. En el estudio I y II se analizaron los efectos de dicho programa sobre diversas variables cognitivas vinculadas al constructo función ejecutiva. En el estudio III se analizó la toma de decisiones en los juegos reducidos, determinando su evolución tras el programa de intervención. En el estudio IV el objetivo es analizar los efectos del programa de actividad física sobre la percepción subjetiva del esfuerzo, la frecuencia cardíaca y conductas colectivas como la participación en el juego. En el estudio I los participantes fueron 54 adolescentes, físicamente inactivos y en el estudio II, se realizó una selección de la muestra, incluyendo sólo 39 chicas físicamente inactivas. Los resultados de ambos estudios nos mostraron efectos positivos sobre la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva. En el estudio III se incluyeron 44 adolescentes y los resultados mostraron una evolución positiva de la toma de decisiones en los deportes analizados. En el estudio IV se incluyeron 42 adolescentes y los resultados ponen de manifiesto efectos significativos sobre la percepción subjetiva del esfuerzo, que disminuyó tras el programa de intervención.

Palabras clave: Small Sided Games, Percepción Subjetiva del Esfuerzo, Frecuencia Cardíaca, Función Ejecutiva, Adolescencia, Toma de decisiones, Game Performance Assessment Instrument.

Nota para el lector: Las referencias bibliográficas presentadas en esta Tesis Doctoral están situadas justo después de cada apartado. El formato de las mismas varía en función de la revista a la que ha sido enviado cada artículo. En el resto de casos se ha seguido las normas APA 6ª edición.

CAPÍTULO I

Los juegos en espacios reducidos “*Small Sided Games*”

Small Sided Games

TRABAJO DE REVISIÓN

Resumen

En este capítulo se pretende hacer una aproximación sobre los *Small Sided Games* (SSG), ya que el programa de intervención de la presente tesis se basa en estos juegos. Se expondrá en qué consisten, cuáles son sus principales aplicaciones prácticas y las modificaciones de sus variables estructurales, las cuales permiten el trabajo específico de diferentes objetivos.

Los SSG, o juegos modificados, son ejercicios que recogen la esencia de los deportes colectivos y permiten el desarrollo de factores físicos, psicológicos, técnico-tácticos y sociales. Aportan una serie de beneficios que van desde el plano físico hasta el psíquico, y contribuyen a una mejor comprensión de los aspectos técnico-tácticos dentro del ámbito deportivo. El empleo de los SSG se ha generalizado en los deportes colectivos, dado que permiten, mediante la modificación de sus elementos funcionales y estructurales, obtener diferentes objetivos. De esta forma, los SSG se han convertido en una alternativa al entrenamiento tradicional y constituyen un método efectivo y específico para el aprendizaje, mejora y desarrollo de los deportes.

Palabras clave: *Small Sided Games*, Percepción Subjetiva Esfuerzo, Frecuencia Cardíaca.

Introducción

Los SGG, también conocidos como juegos en espacios reducidos o juegos modificados, son situaciones motrices que mantienen la lógica interna del juego deportivo real aunque alterando algunos de sus aspectos. Estas tareas son de tipo colectivo, es decir de colaboración-oposición, con espacio común y participación simultánea de los jugadores (Casamichana y Castellano, 2009; Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri y Coutts, 2011). En este tipo de situaciones, se utilizan estrategias globales e integrales de práctica en los que se integran factores técnicos, tácticos, físicos y psíquicos propios de los deportes colectivos (Clemente, Martins y Mendes, 2014; Halouani, Chtourou, Gabbet, Chaouachi y Chamari, 2014; Román-Quintana, Casamichana, Castellano y Calleja-González, 2014). Por eso, se han utilizado ampliamente como estrategia de enseñanza - aprendizaje (Jones y Drust, 2007; Sampaio, Abrantes y Leite, 2009).

La actividad deportiva es una tarea abierta de cooperación-oposición, incierta, con situaciones cambiantes en las que predomina la percepción y la toma de decisiones. Por lo tanto, este tipo de actividades nos ofrece la posibilidad de decidir y solucionar distintas situaciones-problema que van a aparecer a lo largo del ejercicio (Montoya, De Paz, Fernández,

Mercé y Yagié, 2010). Se utilizan como alternativa al entrenamiento tradicional ya que son situaciones de juego que, al modificar algunas de sus características, permiten conseguir diferentes objetivos (Casamichana, Castellano, González-Morán, García-Cueto y García-López, 2011; Halouani et al. 2014; Hill-Hass, Coutts, Rowsell y Dawson, 2008; Jeffreys, 2004). Por ejemplo, los juegos con menor número de jugadores se utilizan para la mejora de la resistencia y el acondicionamiento físico y los juegos con mayor número de jugadores para la mejora táctica (Katis y Kellis 2009).

Además, este tipo de actividades evita tareas repetitivas, favoreciendo la adherencia y motivación hacia la práctica física, dado que aumenta la participación e implicación en el juego, así como la percepción de competencia de los participantes (Bondarev, 2011). Asimismo, favorecen el proceso de aprendizaje, pues se mantiene la lógica interna del deporte, permitiendo, a su vez, adaptarse a las posibilidades y características de los jugadores (Casamichana y Castellano, 2009).

En los deportes colectivos, el entrenamiento integrado de todas las capacidades que se ponen en funcionamiento durante el juego, especialmente en situaciones de estrés y esfuerzo, es esencial para conseguir una buena preparación (Montoya et al., 2010). Además, las grandes diferencias entre los jugadores experimentados y noveles radican fundamentalmente en su capacidad de decisión, anticipación y reconocimiento de situaciones de juego. Por estos motivos

el empleo de los SSG en los procesos de preparación de los deportes colectivos, están cada vez más extendidos (Gabbett, Jenkins y Abernethy, 2009).

Por ejemplo, en fútbol, Impellizzeri et al. (2006) ponen de manifiesto que los SSG constituyen un método eficaz para el desarrollo de la capacidad y potencia aeróbica junto con la mejora de aspectos técnicos y tácticos. Del mismo modo, Jones y Drust (2007) consideran que el empleo de los SSG supone un estímulo específico que se adecua a las demandas del deporte y aumenta la eficacia de la formación técnica, física y fisiológica. Sánchez, Yagié, Fernández y Petisco (2014) señalan que el entrenamiento con SSG producen una mejora de la técnica (conducción y regate) y de la condición física, especialmente la agilidad y la resistencia.

En baloncesto, se considera un método eficaz para conseguir un mejor desarrollo de habilidades al provocar una mayor posesión de balón y número de lanzamientos (Arias, Argudo y Alonso, 2009). En esta misma línea, Piñar, Cárdenas, Alarcón, Escobar y Torre (2009) señalaron que el minibasket permite una mejora de las habilidades de juego al aumentar la participación individual con balón. Klusemann, Pyne, Foster y Drinkwater (2012) pusieron de manifiesto que los formatos de SSG con menor número de jugadores (2 vs 2 y 4 vs 4) requieren una mayor exigencia técnica, física y fisiológica. Por su parte, Gonzalo-Skok, Arjol-Serrano y Suárez-Arrones (2014) consideran que la utilización de distintos formatos de SSG (1 vs 1, 2 vs 2, 3 vs 3 y 4 vs 4) produce una mejora en el

rendimiento del salto vertical en jugadores de élite de baloncesto.

En balonmano, los SSG permiten trabajar las cualidades físicas al mismo tiempo que otras variables técnicas y tácticas. De este modo, Buchheit, Laursen et al. (2009) en un trabajo con 38 jugadores adolescentes, ponen de manifiesto la eficacia de estos SSG para el desarrollo de la condición física en jóvenes, mejorando la potencia aeróbica máxima y la especificidad técnica de juego. En otro trabajo de Buchheit, Lepetre et al. (2009) con nueve jugadores de balonmano de 21 años de edad media, se señala que el juego 4 vs 4 es apropiado para mejorar la potencia y capacidad aeróbica, siendo una alternativa específica para el entrenamiento en balonmano.

En rugby, Kennett, Kempton y Coutts (2012) determinaron que los SSG con menor número de jugadores y mayor terreno de juego suponían una mayor exigencia física, fisiológica, perceptiva y técnica. Otro trabajo realizado por Gabbett, Abernethy y Jenkins (2012) puso de manifiesto que la utilización de diferentes formatos de SSG afectaba al desarrollo físico, fisiológico, técnico y táctico. Foster, Twist, Lamb y Nicholas (2010) señalaron que la utilización de diferentes formatos de SSG producía diferencias en la intensidad y el número de acciones técnicas individuales de los jugadores de rugby. Por su parte, Seitz, Riviere, De Villarreal y Haff (2014), pusieron de manifiesto que tras ocho semanas de entrenamiento en rugby basado en SSG, se mejora el rendimiento físico (capacidad de sprint, velocidad y

rendimiento de carrera) de 10 jugadores de élite.

Según Little y Williams (2006), uno de los problemas atribuidos a los SSG ha sido la heterogeneidad de la carga de trabajo, con la consecuente variabilidad de intensidad entre jugadores y la baja reproducibilidad de las situaciones de juego. Sin embargo, el trabajo efectuado por estos autores con 23 jugadores de fútbol de 22 años de media, en el que utilizan formatos de SSG desde 2 vs 2 hasta 8 vs 8, demuestran que las diferencias de FC entre jugadores son muy bajas. Otras investigaciones, han puesto de manifiesto y confirmado, que aunque los juegos en espacios reducidos tienen un pequeño grado de variabilidad, es lo suficientemente constante para que se pueda considerar que se respeta el principio de reproducibilidad (Casamichana, Castellano y Hernández-Mendo, 2014; Hill-Hass, Rowsell, Coutts y Dawson, 2008; Hill-Hass, Coutts et al., 2008; Rampinini et al., 2007).

Aplicaciones prácticas

Los SSG o juegos modificados son una herramienta idónea y eficiente para el desarrollo del conocimiento y rendimiento de juego. De hecho, permiten practicar problemas similares al juego real y un entrenamiento específico de las demandas del deporte (Buchheit et al., 2009; San Román-Quintana, Casamichana, Castellano y Calleja-González, 2014). En ellos se reproducen las posibilidades técnico-tácticas específicas y las demandas fisiológicas del juego real por lo que se favorece el desarrollo y aprendizaje de dichos aspectos, la transferencia del

conocimiento táctico y el desarrollo de los procesos de toma de decisiones (Blomqvist, Vääntinen y Luhtanen, 2005; Gabbett et al. 2009).

Además, influyen activamente en el aprendizaje de los deportes y pueden ser utilizados como instrumento de evaluación del rendimiento de juego, toma de decisiones y ejecución técnico-táctica en todas las edades y niveles. Ofrecen un amplio abanico de oportunidades de movimiento, adaptándose al nivel de los jugadores y posibilitando el desarrollo de habilidades y competencias propias de cada edad (Jones y Drust, 2007; Sampaio et al., 2009).

Asimismo, permiten una mejora de la potencia aeróbica máxima junto a una mayor especificidad de juego y un mayor aprendizaje práctico a largo plazo, ya que la ejecución del juego real favorece la asimilación de las habilidades técnicas al requerir una mayor implicación cognitiva (Gabbett et al., 2009). Los SSG son tareas adaptables, de fácil configuración, ya que utilizan reglas simplificadas y flexibles, por lo que permiten adaptarse a las características, dificultades y necesidades de los jugadores potenciando su creatividad y su motivación (Casamichana y Castellano 2009, 2011).

Teniendo en cuenta que la práctica de actividad física y el fomento de un estilo de vida saludables son de gran importancia en nuestra sociedad, los SSG pueden ser una buena oportunidad para la coeducación, la aceptación y superación de dificultades de uno mismo y la mejora de la capacidad motriz, cognitiva, psicosocial y afectiva.

Todo ello va a aumentar la motivación y el desarrollo de actitudes que fomenten la adherencia y la práctica física a largo plazo. (Romero, Paredes, Sánchez y Morancos 2012; Serra, García y Sánchez-Mora, 2011).

En el ámbito educativo, la enseñanza deportiva debe fomentar las capacidades cognitivas, motrices, de integración y participación, buscando una mayor autonomía y un desarrollo integral del alumno a través de la actividad lúdica-deportiva. Es importante llevar a cabo este enfoque comprensivo y cooperativo y no centrarse únicamente en una visión competitiva que favorezca la adhesión a la práctica deportiva (González, Cecchini, Fernández-Rio y Méndez, 2007).

Por ello, se debe fomentar la cooperación, la superación personal, el desarrollo cognitivo, la creatividad, diversión, utilizando la competición como medio y no como fin, adaptando el deporte a los intereses y necesidades del deportista y buscando el máximo número de experiencias, lo que puede conseguirse a través de la utilización de los SSG (Serra, García et al., 2011).

Teniendo en cuenta que la adolescencia es una etapa donde se van modelando conductas y adquiriendo hábitos de vida, la práctica regular de actividad física, necesaria para el bienestar y la calidad de vida debe promoverse desde la educación física (Navarro, Ruíz, Brito y Navarro, 2010). La utilización de este tipo de ejercicios en la escuela, puede ofrecer la oportunidad de promover la práctica de actividad física moderada y vigorosa que

produzca beneficios en la salud de los adolescentes (Arnett y Lutz, 2003). Además, este tipo de prácticas permiten adecuarse a las posibilidades y características individuales, realizarse de forma progresiva, global y con carácter lúdico, lo que supone un aspecto motivador y puede contribuir a obtener una mayor adherencia a la práctica de actividad física (Diego, 2010; Navarro et al. 2010).

Un trabajo realizado por Arnett y Lutz (2003) con 60 alumnas de octavo grado, en el que se aplica un programa de actividad física basado en SSG (fútbol y hockey) de seis semanas de duración (24 sesiones), puso de manifiesto que dicha actividad proporcionaba más de la mitad de actividad física necesaria para la promoción de la salud. En esta misma línea, Castagna et al. (2007), encontraron que los SSG constituían un estímulo adecuado para la promoción de la salud cardiovascular.

En otro estudio de Radziminski, Rompa, Barnat, Dargiewicz y Jastrzebski (2013) con 20 jugadores de fútbol (15.1 ± 0.67), se comparó un trabajo interválico (carrera 5x4 minutos) con otro basado en SSG (3 vs 3, 5x4 minutos). Se observó una mejora de la fuerza máxima y la capacidad total de trabajo en ambos grupos aunque una mayor mejora del VO_2 máx. en el grupo SSG. Además se produjo un mayor nivel de conocimientos técnicos específicos en fútbol solo en el grupo SSG. Esto indica, según los autores, que los SSG son un entrenamiento adecuado para el desarrollo de la capacidad física y técnica en jóvenes jugadores de fútbol.

En esta línea, Iacono, Eliakim y Meckel (2014), compararon los efectos del

entrenamiento intermitente de alta intensidad y mediante SSG 3 vs 3 con 18 jugadores ($25,6 \pm 0,5$) de balonmano, y llegaron a la conclusión que tras el entrenamiento basado en SSG se produce una mayor mejora en la velocidad, la capacidad de salto, la fuerza del brazo y la agilidad específica. También Delextrat y Martínez (2014), compararon los efectos de un entrenamiento interválico y a través de SSG (2 vs 2 28x7,5 m.) con 27 jugadores de baloncesto sub-17 y llegaron a la conclusión que ambos tipos de entrenamiento producen mejoras similares en la capacidad aeróbica, aunque tras el entrenamiento basado en SSG se produjo una mejora de la agilidad defensiva, el tiro y la potencia del tren superior.

Por todo ello, se puede considerar a los SSG, como herramientas adecuadas y versátiles que pueden ser utilizadas tanto en el ámbito deportivo como educativo, para la consecución de diferentes objetivos.

Modificaciones de los elementos estructurales en los SSG

Los SSG son una herramienta idónea y eficiente para el desarrollo del conocimiento y rendimiento en el juego, siempre que se realice una adecuada modificación que se adapte a las competencias del jugador y a los objetivos del entrenamiento. Se deben realizar estrategias de modificación orientadas a la estructura del juego así como a los principios y objetivos técnicos-tácticos (Serra, García et al. 2011). Las variables que se pueden manipular para modificar la intensidad y eficacia de los SSG son las siguientes (Casamichana, Castellano,

González-Morán et al. 2011; Hill-Haas et al., 2011; Jeffreys, 2004; Jones y Drust, 2007; Montoya et al., 2010; Aceña, 2014): terreno de juego, número de jugadores, reglas de juego, porteros, entrenador, duración y descanso. La eficacia en la utilización de los SSG va a depender de cómo se combinen y modifiquen dichos factores que intervienen en el juego (Jones y Drust, 2007; San Román-Quintana et al., 2014).

Terreno de juego

El terreno de juego (*pitch size*) es uno de los elementos que permiten alterar las características del entrenamiento, lo que ha sido evaluado en diferentes estudios. Por ejemplo, Montoya et al. (2010) realizaron un estudio en el que participaron 6 jugadores de fútbol de 1ª División Provincial de León, jugando SSG 3 vs 3 en tres terrenos de juego: 15x15 m, 20x20 m y 30x30 m con una duración de diez minutos. Observaron que a medida que se aumentaba el espacio, se incrementaba la frecuencia cardíaca media y el porcentaje de la frecuencia cardíaca en umbral anaeróbico.

Otro trabajo en fútbol, realizado por Toh, Guelfi, Wong y Fournier (2011) con 12 niños de 10.7 ± 1.2 años de edad media, utiliza SSG 3 vs 3 en tres campos diferentes: campo de bádminton (6.1 x 13.4 m), campo de voleibol (9 x 18 m) y campo de baloncesto (14.2 x 26.5 m) y señala que el aumento del terreno de juego incrementa la intensidad (gasto de energía y frecuencia cardíaca) durante estos juegos.

Casamichana y Castellano (2009) analizaron las conductas motrices en un

grupo de 10 jugadores de 15.5 ± 0.52 años, durante la realización de SSG en fútbol 5 vs 5 en tres tamaños distintos: grande (62x44 m), mediano (50x35 m) y pequeño (32x23 m). Llegaron a la conclusión de que el espacio individual de interacción, además de influir en la intensidad física y fisiológica de los juegos reducidos, repercutía en la selección y ejecución de las conductas motrices que se daban en el juego.

Köklü, Albayrak, Keysan, Alemdaroglu y Dellal (2013) analizaron las respuestas fisiológicas (frecuencia cardíaca y percepción subjetiva del esfuerzo) en diferentes tamaños de terreno en SSG 3 vs 3 y 4 vs 4 en fútbol. En el estudio participaron 16 jugadores de 14.2 ± 0.6 años y utilizaron los siguientes formatos de juego: 3 vs 3 pequeño, mediano y largo (20x15, 25x18 y 30x20) y 4 vs 4 (20x20, 30x20 y 32x25), llegando a la conclusión de que la intensidad es mayor cuando se aumenta el terreno de juego en ambos formatos.

Por su parte, Frencken, Van Der Plaats, Visscher y Lemmink (2013) estudiaron los desplazamientos e interacción de 10 futbolistas (22 ± 3 años) en SSG 4 vs 4 con cuatro tamaños diferentes de terreno de juego (30x20, 24x20, 30x10 y 24x16). Los autores encontraron una modificación de los desplazamientos y un mayor acercamiento de los jugadores longitudinal y lateralmente cuando se disminuyó la longitud y anchura del terreno de juego respectivamente. Además, al disminuir el espacio de juego se facilitó la recuperación del balón por parte del equipo defensor. Otro trabajo realizado por Gabbett,

Abernethy et al (2012) con 16 jugadores de rugby de élite de 23.6 ± 0.5 años, señaló que el incremento del terreno de juego aumenta las demandas fisiológicas aunque no influye en el volumen y la calidad de las ejecuciones técnicas.

Hodgson, Akenhead y Thomas (2014) analizaron el tiempo de movimiento y las demandas técnicas (pases, regates, tiros, interceptaciones, etc.) con ocho jugadores de fútbol masculino, en tres tamaños de SSG 4 vs 4 (pequeño 30x20, mediano 40x30 y grande 50x40 m). Los autores llegaron a la conclusión de que en el formato mediano y grande hay una mayor demanda física frente al formato pequeño, el cual supuso una mayor demanda técnica.

En otros casos, la relación entre el terreno de juego y la intensidad durante los SSG difiere de lo anteriormente expuesto. Así por ejemplo, Kelly and Drust (2009) no encontraron diferencias significativas en la FC y requerimientos técnicos con 8 jugadores de fútbol profesional (18 ± 1 años) utilizando SSG 5 vs 5 con tres tamaños diferentes (30x20 m, 40x30 m y 50x40m). En otro estudio, Tessitore, Meeusen, Piacentini, Demarie y Capranica (2006) evaluaron la FC y las acciones técnicas con 9 jugadores de fútbol (21.7 ± 2.4 años) durante SSG 6 vs 6 en dos tamaños de juego diferentes: 30x40 y 50x40 m, y encuentran que la mayor intensidad se produce en el terreno de 30x40 m, es decir, la menor área individual

de juego tuvo un mayor impacto en las demandas metabólicas.

Corvino, Tessitore, Minganti y Sibila (2014), analizaron la distancia recorrida, el número de acciones técnicas ejecutadas, la frecuencia cardíaca y la percepción subjetiva del esfuerzo con seis jugadores de balonmano (28 ± 3 años) durante SSG 3vs 3 en tres tamaños diferentes: 24x12, 30x15 y 36x16 m y no encontraron diferencias significativas en relación a los parámetros técnicos y el tiempo empleado en las distintas zonas del ritmo cardíaco, aunque la distancia total recorrida aumentó al aumentar la dimensión del terreno de juego.

En otro estudio de Vilar et al. (2014) en el que analizaron la influencia del terreno de juego en SSG 5 vs 5 en fútbol sobre las acciones técnicas de 15 jugadores masculinos ($21,87 \pm 1,96$) en tres tamaños de juego diferentes (28x14, 40x20 y 52x26 m), no encontraron diferencias en relación a las oportunidades de pase y tiro a portería aunque observaron un menor número de oportunidades para mantener la posesión de balón en el campo más pequeño.

A pesar de estos resultados, y teniendo en cuenta las diferencias metodológicas, la mayoría de los estudios concluyen indicando que a medida que se aumenta el terreno de juego hay un incremento de la intensidad del ejercicio, con aumento de la FC, la concentración de lactato y la percepción del esfuerzo.

Tabla 1. Resumen de los trabajos sobre SSG y modificaciones de las dimensiones del terreno de juego

Autores	Año	Modificación	Conclusión principal
Corvino et al.	2014	24x12 30x15 36x16 3 vs 3	Mayor distancia total recorrida al aumentar terreno de juego
Vilar et al.	2014	28x14 40x20 52x26 5 vs 5	Menor posesión de balón en campo menor
Hodgson et al.	2014	30x20 40x30 50x40 4 vs 4	Mayor demanda física en campo mediano y grande. Mayor demanda técnica en campo pequeño.
Frencken et al.	2013	30x20 24x20 30x16 24x16 4 vs 4	Disminución de desplazamientos laterales y longitudinales. Mayor acercamiento entre jugadores. Mayor recuperación de balón al disminuir el terreno de juego.
Köklü et al.	2013	3 vs 3 (20x15, 25x18 y 30x20) 4 vs 4 (20x20, 30x20 y 32x25)	Mayor intensidad al incrementar el terreno de juego
Gabbett, Abernethy et al.	2012	10x40 40x70 m (4 vs 4)	Incremento distancia recorrida e intensidad al aumentar el terreno
Toh et al.	2011	6.1x13.4 9x18 14.2x26.5 m (3 vs 3)	Incremento de la intensidad de trabajo al aumentar el terreno (gasto energía y FC)
Montoya et al.	2010	15x15 20x20 30x30 m (3 vs 3)	Incremento FC media y porcentaje FC en umbral anaeróbico al incrementar terreno de juego
Casamichana y Castellano	2009	32x23 50x35 62x44 m (5 vs 5)	Incremento del número de intervenciones por jugador al disminuir el espacio
Kelly y Drust	2009	30x20 40x30 50x40 m (5 vs 5)	No diferencias significativas en la FC y acciones técnicas
Tessitore et al.	2006	30x40 50x40 m (6 vs 6)	Incremento de FC y VO _{2máx} en campo pequeño

Número de jugadores

El número de jugadores en cada equipo (*player number*) es otra de las variables que se puede modificar para regular la intensidad en los SSG. Los estudios que han investigado los efectos de la variación en el número de jugadores sobre la intensidad del entrenamiento han mantenido constantes otros factores en los SSG, incluyendo el área de juego.

Así, Romero et al. (2012) compararon dos tipos de SSG en el que se varía el número de jugadores (4 vs 4 y 7 vs 7) y se mantiene el espacio de juego (40 x 25 metros). Participaron 20 jugadores de fútbol profesionales (edad 28.1 años) y los autores observaron que a menor número de jugadores la zona de trabajo se sitúa principalmente por encima del 85% de la frecuencia cardíaca máxima y los jugadores recorren una mayor distancia.

En esta misma línea, Castagna, Impellizzeri, Chaovachi, Abdelkrim y Manzi (2011), en un trabajo con 14 jugadores de baloncesto (18.9 ± 2.3 años), en el que se juega 5 vs 5, 3 vs 3 y 2 vs 2 en una cancha de baloncesto, observaron un incremento de la intensidad y las demandas fisiológicas al disminuir el número de jugadores. Duarte, Batalha, Folgado y Sampaio (2009) en un trabajo con 8 jugadores de fútbol sala (25.9 ± 4.5 años) utilizaron formatos 2 vs 2, 3 vs 3 y 4 vs 4 (terreno 20x20 m.) y observaron un incremento de la intensidad y de algunas de las acciones técnicas individuales cuando el nº de jugadores disminuye.

Gabbet y Mulvey (2008) analizaron el tiempo de movimiento en dos formatos de SSG (3 vs 3 y 5 vs 5 en un terreno de juego de 50x50 metros), con 30 jugadoras de fútbol (21 ± 2 años) y lo compararon con una competición internacional. Dichos autores llegaron a la conclusión que los SSG no ofrecen un estímulo suficiente de sprint de alta intensidad similar al que se produce durante la competición.

Da Silva et al. (2011) en un estudio con 16 jugadores de fútbol de 13.5 ± 0.7 años, utilizaron tres formatos de SSG (3 vs 3, 4 vs 4 y 5 vs 5 en un terreno de 30x30 metros) y pusieron de manifiesto que el número de jugadores afecta a la intensidad y las acciones técnicas, siendo el formato 3 vs 3 el que produce un estímulo fisiológico y técnico más intenso.

Abrantes, Nunes, Macas, Leite y Sampaio (2012) utilizaron dos formatos de SSG (3 vs 3 y 4 vs 4) con 16 jugadores de

fútbol (15.75 ± 0.45 años) y los resultados demuestran que el juego 3 vs 3 produce una mayor intensidad del ejercicio y un mayor número de acciones técnicas. En otro estudio con ocho jugadores de fútbol (15 ± 0 años), Sampaio et al. (2007), utilizaron SSG 2 vs 2 y 3 vs 3 en un terreno de 30x20 m. y pusieron de manifiesto un incremento de la PSE al disminuir el número de jugadores.

La variable “*player number*” también se puede modificar creando una superioridad en algunos de los equipos o con jugadores de “carga neutral”. Esto se puede utilizar para desarrollar la competencia atacante o defensiva; y en el caso de los jugadores neutrales o “flotantes” para el desarrollo de la capacidad aeróbica.

Hill-Haas, Coutts, Dawson y Rowsell (2010) examinaron las respuestas fisiológicas y de tiempo-movimiento en cuatro formatos de fútbol: 3 vs 4, 3 vs 3+1; 5 vs 6 y 5 vs 5+1 en 16 jugadores de fútbol juvenil masculino con una edad media de 15.6 ± 0.8 años. En este estudio la presencia del jugador comodín proporciona mayor estímulo para trabajar y conseguir la posesión de balón frente a los equipos con igual número de jugadores.

Todos estos estudios ponen de manifiesto que la variación en el número de jugadores modifica las respuestas físicas, fisiológicas, técnicas y tácticas, indicando que a medida que disminuye el número de jugadores hay un incremento de la intensidad.

Tabla 2. Resumen de los trabajos sobre SSG y modificaciones del número de jugadores

Autores	Año	Modificación	Conclusión principal
Abrantes et al.	2012	3 vs 3 4 vs 4	Mayor tiempo en zona de FC máx. y PSE con menor número de jugadores
Romero et al.	2012	4 vs 4 7 vs 7 40x25 m	Mayor distancia recorrida y mayor tiempo en zona de alta intensidad (%FC máx.) al disminuir número jugadores
Castagna et al.	2011	5 vs 5 3 vs 3 2 vs 2 28x15 m	Incremento de la concentración de lactato y FC con menor número de jugadores
Da Silva et al.	2011	3 vs 3 4 vs 4 5vs 5 30 x 30 m	Incremento de FC máx. y mayor número de acciones técnicas en 3 vs 3
Hill-Hass et al.	2010	3 vs 4 3 vs 3+1 37x28 m 5 vs 6 5 vs 5+1 47x35 m	Mayor distancia recorrida con "flotante". Mayor PSE con menor número jugadores
Duarte et al.	2009	2 vs 2 3 vs 3 4vs 4 20x20 m	Mayor número de regates y contactos con balón. Mayor tiempo en zona de alta intensidad (% FC máx.) al disminuir número jugadores
Gabbet y Mulvey	2008	3 vs 3 5 vs 5 50x50m	Menor número de contactos con balón y menor distancia recorrida en SSG frente a la competición
Sampaio et al.	2007	2 vs 2 3 vs 3 30x20 m	Incremento de PSE al disminuir el número de jugadores

Terreno de juego más número de jugadores

En general, se considera que el aumento del tamaño del terreno de juego, junto con el incremento del número de jugadores, produce una disminución de la intensidad del ejercicio. Por ejemplo, Rampinini et al. (2006) utilizaron SSG 3 vs 3, 4 vs 4, 5 vs 5 y 6 vs 6 en tres formatos o tamaños diferentes (12x20 15x25 18x30, 16x24 20x30 24x36, 20x28 25x35 30x42, 24x32 30x40 36x48 m respectivamente), con 20 jugadores de fútbol profesionales de 24.5 ± 4.1 años, y observaron una mayor intensidad en los SSG de terreno de juego grande en relación a los más pequeños y en los formatos 3 vs 3 respecto a 6 vs 6, lo cual puede deberse a un incremento de la

posesión de balón y un mayor número de intervenciones por parte de los jugadores.

En otro trabajo, Jones y Drust (2007) analizaron las demandas fisiológicas y técnicas con un grupo de 8 jugadores de fútbol juvenil (7 ± 1 años de edad) en dos formatos de SSG (4 vs 4 en un campo de 30x25 m. y 8 vs 8 en un campo de 60x40 m.) llegando a la conclusión que la disminución del número de jugadores implica una mayor exigencia física y técnica.

Kati y Kellis (2009) consideran que los juegos con menor número de jugadores se utilizan para el acondicionamiento físico y la mejora de la resistencia y técnica y los

juegos con mayor número de jugadores se asemejan más al juego real y pueden ser más adecuados para el desarrollo y mejora de la táctica. Dichos autores evaluaron las acciones técnicas y la intensidad en dos formatos distintos de SSG (3 vs 3 con un campo de 15x25 metros y 6 vs 6 con un campo de 30x40) con un grupo de 34 jugadores de fútbol de 13 ± 0.9 años.

En rugby, Kennett et al (2012) en un estudio con 20 jugadores semi-profesionales, analizaron la intensidad de diferentes formatos de SSG (4 vs 4, 6 vs 6 y 8 vs 8 en campo pequeño 32x24 m. y grande 64x48 m.) y concluyeron que los SSG con menor número de jugadores y mayor terreno de juego suponían una mayor exigencia física, fisiológica, perceptiva y técnica.

Monolopoulos et al. (2012), en un estudio con 16 jugadores profesionales de fútbol (25 ± 5 años) utilizaron formatos SSG en un rango de 4 vs 4 hasta 8 vs 8 con las siguientes características: 4 vs 4 en un campo de 30x40 metros, 5 vs 5 en campo de 35x45 m, 6 vs 6 en campo de 40x50, y 7 vs 7 y 8 vs 8 m en campo de 50x60. Dichos autores concluyeron que la intensidad durante los juegos aumenta a medida que disminuye el número de jugadores debido al mayor número de posesiones de balón que se producen, siendo por tanto en el formato 4 vs 4 en el que se producen los mayores niveles de frecuencia cardíaca.

Del mismo modo, Little and Williams (2007) pusieron de manifiesto este incremento de intensidad (mayor frecuencia cardíaca y percepción subjetiva del esfuerzo) al disminuir el número de

jugadores en un trabajo con 28 jugadores de fútbol profesional (24 años) utilizando los siguientes formatos de SSG: 2 vs 2 en campo de 30x20 metros, 3 vs 3 en 43x25 m, 4 vs 4 en 40x30m, 5 vs 5 en 45x30 m, 6 vs 6 en 50x30 m y 8 vs 8 en 70x45 metros.

Klusemann, Pyne, Foster y Drinkwater (2012) en un estudio con 16 jugadores de élite de baloncesto masculino y femenino (15-19 años), indicaron que los formatos de SSG con menor número de jugadores (2 vs 2 en un campo de 14x15 m y 4 vs 4 en campo de 28x15 m) requieren una mayor exigencia técnica, física y fisiológica.

Owen, Wong, Paul y Dellal (2014), examinaron la respuesta en frecuencia cardíaca y acciones técnicas en 10 jugadores masculinos de fútbol (27.6 ± 4.11 años) utilizando SSG pequeño (4 vs 4), mediano (de 5 vs 5 a 8 vs 8) y grande (9 vs 9 a 11 vs 11). Los autores observaron una mayor intensidad con una mayor velocidad en general en los SSG pequeños, aunque en ellos hubo menor número de sprint de alta intensidad. También observaron diferencias técnicas, produciéndose menor número de interceptaciones y pases en los SSG pequeños y un mayor número de regates y tiros en los más grandes.

Por su parte, Casamichana, Castellano y Blanco-Villaseñor (2011) realizaron un estudio en el que participaron 14 jugadores de fútbol de élite de 21.3 ± 2.3 años de edad. Se utilizaron SSG con tres orientaciones distintas (sin porterías, con porterías reglamentarias y porteros, y con porterías pequeñas y sin porteros) y se modificó el número de jugadores manteniendo el área de juego relativa a

cada jugador (3 vs 3 en un espacio de 43x30 metros; 5 vs 5 en 55x38 metros y 7 vs 7 en 64x46 metros). Los autores llegaron a la conclusión que cuando el espacio no está orientado y el número de jugadores disminuye, la percepción subjetiva del esfuerzo aumenta.

Sampaio et al. (2009) concluyeron que existía un incremento de intensidad al disminuir el número de jugadores junto con el terreno de juego a pesar de que no encontraron diferencias significativas en la frecuencia cardíaca y la PSE. Utilizaron dos juegos reducidos (3 vs 3 y 4 vs 4 con un espacio relativo de 12 m² y 16.8 m² por jugador respectivamente) con 8 jugadores de baloncesto (edad 15.5 ± 0.6 años).

Por su parte, Foster et al (2010) utilizaron SSG 4 vs 4 y 6 vs 6 en tres terrenos de juego (15x25, 20x30 y 25x35 m.) con 22 jugadores de rugby de 14.5 ± 1.5 años y señalaron que no había diferencias en función del terreno de juego, aunque sí según el número de jugadores, siendo mayor la intensidad cuando disminuía el número de jugadores.

Hill-Haas, Dawson, Coutts y Rowsell (2009) utilizaron tres formatos de juego reducidos en fútbol (2 vs 2 en espacio de 28 x 21 m., 4 vs 4 en 40 x 30 m. y 6 vs 6 en 49 x 37 metros) con 16 jugadores de alto nivel (16.3 ± 0.6 años) y encontraron que el aumento de los formatos de trabajo producía una disminución de las respuestas fisiológicas y del volumen de trabajo, siendo el formato 2 vs 2 adecuado para la mejora de la condición física aeróbica-anaeróbica, el formato 4 vs 4 para el entrenamiento del juego real y el formato 6

vs 6 para el trabajo aeróbico en pretemporada.

Bondarev (2011) realizó un estudio con 25 estudiantes universitarios (edad 18 ± 1 años), utilizando cuatro formatos de juego reducido (3 vs 3, 4 vs 4, 5 vs 5 y 6 vs 6 con tres tamaños de campo de juego en cada uno). Observó que el juego 3x3 implicaba un mayor número de contactos con balón y una mayor demanda fisiológica en comparación con el juego 4 vs 4, 5 vs 5 y 6 vs 6.

Fradua et al. (2013), tras un análisis de cuatro partidos de fútbol de la liga española (temporada 2002/2003), establecieron que para que las demandas de los SSG se asemejen lo máximo posible a los partidos de competición, el área individual de juego debe ir desde 65 m² hasta 110 m²; concretamente recomiendan un espacio de 5-10 m en SSG 2 vs 2 y 3 vs 3; 10-20 m en SSG 4 vs 4 y 5 vs 5; 15-20 m en SSG 6 vs 6 y 7 vs 7; 20-30m para 8 vs 8 y 9 vs 9 y 25-35 m para 10 vs 10.

Davies, Young, Farrow y Bahnert (2013) utilizaron los siguientes formatos de juego: 30x20 m en SSG 5 vs 5, 45x30 m en SSG 5 vs 5 y 23.2x20 m en SSG 3 vs 3, con 14 jugadores de fútbol americano (21.7 ± 3.1). Encontraron que la reducción del número de jugadores producía un incremento moderado de las demandas de agilidad, es decir, acciones tales como pasos laterales, cambios de dirección, desaceleraciones, derrapes, paradas bruscas y acciones de ataques falso. Según los autores era debido a que los jugadores pueden participar más y mantener un contacto más regular con el balón.

Almeida, Ferreira y Volossovetch (2013) utilizaron dos formatos de juego SSG en fútbol (3 vs 3 en terreno 46 x 31 m y 6 vs 6 en terreno 62 x 40.4 m) para estudiar el rendimiento ofensivo y la experiencia en el juego con 28 jugadores de fútbol (sub-15). Establecieron dos grupos: uno sin experiencia en el juego y otro con 3.93 ± 1.00 años de experiencia en el juego. Los autores encontraron una mayor circulación de balón entre jugadores en el grupo con experiencia mientras que se observó una mayoría de acciones ofensivas individuales en el grupo de jugadores sin experiencia. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas en los distintos formatos de juego respecto al desarrollo y finalización de la secuencia ofensiva.

Brandes y Heitmann (2012) realizaron otro estudio con 17 jugadores de fútbol de élite de 14.9 ± 0.7 años, con los siguientes formatos de juego (2 vs 2 en 28x21 m, 3 vs 3 en 34x26 m y 4 vs 4 en 40x30 m) y demuestran que aunque todos los formatos son adecuados para el entrenamiento aeróbico y requieren un esfuerzo de alta intensidad similar al juego real, el formato 3 vs 3 es el más adecuado para el desarrollo de la capacidad aeróbica, mientras que en el formato 2 vs 2 se producen las mayores demandas fisiológicas, incluyendo un mayor suministro de energía anaeróbica.

Randers, Nielsen, Bangsbo y Krustup (2014) analizaron los efectos sobre el tiempo de movimiento y la respuesta fisiológica (frecuencia cardiaca y percepción subjetiva del esfuerzo) de tres formatos de SSG en fútbol (3 vs 3 en 15,5 m, 5 vs 5 en 20x40 m y 7 vs 7 en 23,5x47 m), con 12 hombres no entrenados

($33,0 \pm 6,4$). Los autores no encontraron diferencias significativas en los tres formatos, aunque hubo un incremento moderado del número de aceleraciones de alta intensidad en el formato 3 vs 3.

Vickery, Dascombe, Duffield, Kellet y Portus (2013), realizaron un estudio con 11 jugadores de cricket (22.2 ± 3.6) en el que disminuyeron el terreno de juego y aumentaron el número de jugadores (de tres a cuatro) y no encontraron modificaciones en relación a la frecuencia cardiaca, concentración de lactato y tiempo de movimiento, por lo que concluyen que dicha modificación no produjo una variación de las demandas fisiológicas respecto al juego real.

Estos mismos autores (Vickery, Dascombe, Duffield, Kellet y Portus 2013), realizaron otro estudio con 13 jugadores de cricket (22.8 ± 3.5) utilizando el mismo formato reducido (*batlezone*) y pusieron de manifiesto que en dicho formato de juego se reproducían las respuestas fisiológicas y las demandas de movimiento del cricket (frecuencia cardiaca, tiempo de movimiento, concentración de lactato y percepción subjetiva del esfuerzo). Además se observó una buena consistencia entre sesiones.

Randers, Andersen, Rasmussen, Larsen y Krustup (2014), realizaron un estudio con dos grupos de edad: sub-10 (45 jugadores de 8-9 años) y sub-13 (41 jugadores de 11-12 años). El grupo sub-10 participó en SSG fútbol 8 vs 8 y 5 vs 5, mientras que el grupo sub-13 participó en SSG fútbol 11 vs 11 y 8 vs 8. Las dimensiones del terreno de juego fueron las

siguientes: 5 vs 5 30x40 m, 8 vs 8 52,5x68m y 11 vs 11 105x68m. Se analizaron frecuencia cardiaca, acciones técnicas y tiempo de movimiento. En el grupo sub-10 hubo un incremento de la frecuencia cardiaca y del número de acciones técnicas en el formato 5 vs 5. En el grupo sub-13 hubo una menor distancia recorrida y un mayor número de acciones técnicas en el formato 8 vs 8. Se concluye que los juegos con menor número de jugadores y menor terreno de juego implican una menor demanda física pero eleva la participación técnica de los jugadores.

Clemente, Rocha, Martins y Mendes (2014) analizaron el impacto de los siguientes formatos de SSG en balonmano (2vs2, 3vs3y 4vs4 en 10x7,5m y 20x7,5m) sobre la respuesta cardiaca en 8 estudiantes femeninas ($15\pm 0,0$). Los resultados mostraron que los formatos más pequeños incrementan la frecuencia cardiaca por lo que pueden utilizarse para el entrenamiento anaeróbico, mientras que los juegos 3vs3 y 4vs4 son más adecuados para el trabajo del umbral de lactato y la resistencia aeróbica de alta intensidad.

Silva, Garganta, Santos y Teoldo (2014) compararon el comportamiento táctico en 18 jugadores de fútbol sub-11 con dos formatos de juego (3vs3 30x19,5 m y 6vs6 60x39 m), llegando a la conclusión que en el juego 3vs3 se lleva a cabo un comportamiento táctico más agresivo. Gaudino, Alberti e Iaia (2014) en un trabajo con 26 jugadores de fútbol (26 ± 5 años) y tres formatos de SSG (5vs5 30x30, 7vs7 45x35 y 10vs10 66x45m.) pusieron de manifiesto que la intensidad de los mismos (distancia total recorrida, número de aceleración, distancia a máxima velocidad y velocidad máxima absoluta) es mayor al aumentar el número de jugadores y terreno de juego.

Como se puede observar, la mayoría de los estudios ponen de manifiesto que mediante la combinación de estos dos factores se puede modificar el tipo de entrenamiento, variando la intensidad del ejercicio y la dinámica del juego. Por tanto, la modificación de las variables *pitch size* y *player number* pueden ser tenidas en cuenta de forma conjunta en el diseño de SSG, en función del objetivo de entrenamiento.

Tabla 3. I. Resumen de los trabajos sobre SSG y modificaciones de las dimensiones del terreno de juego y número de jugadores

Autores	Año	Modificación	Conclusión principal
Clemente et al.	2014	2 vs 2, 3 vs 3,4 vs 4 10x7,5 20x7,5	2 vs 2 Entrenamiento anaeróbico 3 vs 3 y 4 vs 4 Entrenamiento R.Aeróbica y umbral lactato.
Gaudino et al.	2014	5 vs 5 en 30x30 m 7 vs 7 en 45x35 m 10 vs 10 en 66x45 m	Mayor intensidad al incrementar terreno y nº jugadores
Randers, Andersen et al.	2014	5 vs 5 en 30x40 m 8 vs 8 en 52,5x68 m 11 vs 11 en 105x68 m	Menor nº de jugadores + menor terreno implica una menor demanda física pero una mayor participación técnica
Randers, Nielsen et al.	2014	3 vs 3 en 15,5x31 m 5 vs 5 en 20x40 m 7 vs 7 en 23,5x47 m	↑ nº aceleraciones alta I en 3 vs 3
Silva et al.	2014	3 vs 3 30 x19,5 m 6 vs 6 60 x 39 m	Menor tamaño = táctica más agresiva
Almeida et al.	2013	3 vs 3 46 x 31 m 6 vs 6 62 x 40.4 m	No diferencias significativas respecto al desarrollo y finalización de la secuencia ofensiva
Davies et al.	2013	30x20 5 vs 5 45x30 5 vs 5 23.2x20 3 vs 3	Mayor demanda de agilidad al disminuir el número de jugadores
Owen et al.	2014	30x25 4 vs 4 46 x40 5 vs 5 50x44 6 vs 6 54x45 7 vs 7 60x50 8 vs 8 70x56 9 vs 9 80x70 10 vs 10 100x74 11 vs 11	Mayor intensidad en 4 vs 4 Menor nº interceptaciones y pases Mayor nº regates y tiros en 4 vs 4
Vickery et al.	2013	Reducción de un 18% del área de juego y de 4 a 3 jugadores en cricket	No existe variación de las demandas fisiológicas (FC, concentración de lactato y tiempo de movimiento)
Brandes et al.	2012	2 vs 2 28x21 m 3 vs 3 34x26 m 4 vs 4 40x30 m	Mayor porcentaje de FC máx. con menor número de jugadoras
Monolopoulos et al.	2012	4 vs 4 30x40 m 5 vs 5 35x45 m 6 vs 6 40x50 m 7 vs 7 50x60 m 8 vs 8 50x60 m	Mayor % FC máx. con menor número de jugadores
Kennett et al.	2012	4 vs 4 6 vs 6 8 vs 8 32x24 m 64x48 m	Incremento de FC, distancia recorrida en sprint, lactato y PSE al disminuir terreno y número de jugadores
Klusemann et al.	2012	2 vs 2 14x15 m 4 vs 4 28x15 m	Mayor FC y PSE al disminuir número jugadores
Bondarev	2011	3 vs 3 4 vs 4 5 vs 5 6 vs 6	Incremento de FC al disminuir terreno y número de jugadores

Pequeño - Mediano - Grande

Tabla 3. II. Resumen de los trabajos sobre SSG y modificaciones de las dimensiones del terreno de juego y número de jugadores

Autores	Año	Modificación	Conclusión principal
Casamichana, Castellano y Blanco-Villaseñor	2011	3 vs 3 43x30 m 5 vs 5 55x38 m 7 vs 7 64x46 m	Incremento PSE con espacio orientado y menor número de jugadores
Foster et al.	2010	4 vs 4 6 vs 6 15x25m 20x30m y 25x35 m	Incremento de FC con menor número de jugadores
Hill-Hass et al.	2009	2 vs 2 28 x 21 m 4 vs 4 40 x 30 m 6 vs 6 49 x 37 m	Incremento de FC, PSE y concentración de lactato al disminuir terreno y número de jugadores
Kati y Kellis	2009	3 vs 3 15x25 m 6 vs 6 30x40	Mayor intensidad y ejecuciones técnicas en 3 vs 3
Sampaio et al.	2009	3 vs 3 (12 m ² /jugador) 4 vs 4 (16.8 m ² /jugador)	No diferencias significativas en FC y PSE
Jones y Drust.	2007	4 vs 4 30x25 m 8 vs 8 60x40 m	Mayor FC, distancia recorrida a más velocidad e incremento del número de contactos con balón en 4 vs 4
Little y Williams	2007	2 vs 2 30x20 m 3 vs 3 43x25 m 4 vs 4 40x30 m 5 vs 5 45x30 m 6 vs 6 50x30 m 8 vs 8 70x45 m	Incremento de FC y PSE al disminuir el número de jugadores
Rampinini et al.	2006	3 vs 3 12x20 15x25 18x30 m 4 vs 4 16x24 20x30 24x36 m 5 vs 5 20x28 25x35 30x42 m 6 vs 6 24x32 30x40 36x48 m	Disminución de FC, concentración de lactato y PSE al aumentar el terreno y el número de jugadores

Reglas de juego

La modificación de las reglas de juego (*rule modifications*) también permite una variación de la intensidad y de los objetivos técnicos y tácticos en los SSG. Así, Hill-Haas et al. (2010) realizaron un estudio en el que utilizaron 4 formatos de SSG en fútbol (3 vs 3, 3 vs 3+1, 5 vs 5 y 5 vs 5+1) con las siguientes modificaciones: regla de fuera de juego efectiva, todos los jugadores del equipo atacante deben estar en dos zonas delanteras, dos jugadores neutrales juegan por las bandas y un jugador de cada equipo tiene que realizar varias series de sprint. Los autores concluyeron lo siguiente: el cambio de regla consistente en

realizar varias series de sprint produjo un aumento de la distancia recorrida y la intensidad, el empleo de jugadores neutrales por las bandas produjo una disminución de la FC y la regla consistente en que todos los jugadores atacantes deben estar en dos zonas delanteras, aumentó la intensidad del ejercicio.

Casamichana, San Roman, Calleja y Castellano (2013) examinaron la influencia del número de contactos permitidos por posesión individual en las demandas físicas y fisiológicas en SSG 6 vs 6 más dos comodines en fútbol. Participaron 14 jugadores (23.1 ± 4.5 años) y el objetivo fue mantener la posesión de balón variando el

número de contactos permitidos (1 contacto, 2 contactos y contactos libres). Los resultados mostraron un incremento de la frecuencia cardíaca y el número de aceleraciones de baja intensidad en el formato con dos contactos, por lo que los autores concluyen que el número de contactos afecta a las demandas físicas y fisiológicas.

Dellal, Owen et al. (2012) analizaron las respuestas fisiológicas y técnicas en un partido real y tres formatos de SSG 4 vs 4 (uno en el que se permite un toque de balón, otro en el que están autorizados dos toques de balón y otro en el que se juega con las reglas estandarizadas), con 40 jugadores de fútbol internacional de 25.3 ± 2.4 años y concluyeron que todos los formatos de SSG producían una mayor implicación fisiológica: incremento de FC, concentración de lactato y PSE, menor tiempo de recuperación y mayor número de acciones técnicas. Mallo y Navarro (2008) en un estudio con 10 jugadores de fútbol de 18.8 ± 0.6 años, en el que se realizaron tres formatos de SSG (3 vs 3 con el objetivo de mantener la posesión de balón el mayor tiempo posible, 3 vs 3 con dos jugadores exteriores que pueden pasar el balón a los jugadores de campo y con el objetivo de mantener la posesión de balón y 3 vs 3 con porteros de fútbol y reglas estandarizadas), encontraron que la intensidad global de estos tres juegos es superior a la experimentada durante un partido de competición.

En otro estudio con 18 jugadores de fútbol (24.6 ± 3.1 años), Casamichana, Castellano, González-Morán et al. 2011 analizaron la demanda fisiológica en SSG

4 vs 4 con tres situaciones de juego: objetivo mantener la posesión de balón; porteros y portería reglamentaria y porterías pequeñas y sin portero. Concluyeron que la intensidad disminuye con porteros y porterías reglamentarias. Serra, González y García (2011) analizaron el proceso de toma de decisiones y ejecuciones técnico-tácticas con 21 niños de 8 - 9 años. Utilizaron dos juegos modificados 3 vs 3: uno de ellos similar al juego real y otro en el que se exagera el principio táctico de conservar el balón (Juego de los cinco pases). Los autores observaron que el juego real producía un mayor porcentaje de decisiones y ejecuciones técnico-tácticas orientado a avanzar y conseguir gol, mientras que el juego modificado por exageración facilita al jugador la aplicación del principio táctico de conservar la posesión de balón. En esta misma línea, Blomqvist et al. (2005) en un estudio con 12 estudiantes de secundaria (14 -15 años) con SSG 3 vs 3 con tres reglas diferentes (mantener la posesión de balón, botar balón en la línea de fondo para conseguir gol y juego con porterías de hockey), encontraron un mayor tiempo efectivo de juego cuando el objetivo era mantener la posesión.

Por su parte, Almeida, Ferreira y Volossovitch (2012), en un estudio con 8 jugadores de fútbol de 12.8 ± 0.6 años, utilizaron SSG 3 vs 3 con porteros y tres modificaciones en las reglas: juego libre, máximo dos toques en cada posesión y obligatorio 4 pases por equipo antes de tirar a puerta. Los resultados indicaron que el juego libre fomentaba más el juego individual, los dos toques hacía el juego más rápido y la regla de 4 pases producía una mayor participación y comunicación

colectiva. Abrantes et al. (2012) con 16 jugadores de élite de 15.75 ± 0.45 años de edad, utilizaron SSG 3 vs 3 en fútbol con tres modificaciones de reglas: sólo juego ofensivo, sólo situación defensiva y juego real, demostrando que la situación de juego defensivo es de menor intensidad, por lo que puede ser adecuada para promover un trabajo aeróbico de recuperación.

En baloncesto, Arias et al. (2009), analizaron el desarrollo de habilidades en 67 jugadoras (10.39 ± 0.67 años) al modificar la línea de tres puntos y encontraron mayores porcentajes de posesión de balón y número de lanzamientos al utilizar la línea de tres puntos delimitada por el área de la zona restringida. En otro trabajo, Piñar et al (2009) con 47 jugadores de 9-11 años de minibasket, modificaron el tiempo de juego de cada jugador (dos periodos de 10 minutos), disminuyeron el número de jugadores (3 vs 3) y redujeron el tamaño del terreno de juego (15x10 m.) situando la línea de tiros libres a 3 m. de la canasta. Los autores señalaron que la participación individual es mayor en este juego 3 vs 3 en relación al juego real 5 vs 5.

En cricket, Vickery, Dascombe, Duffield, Kellet y Portus (2013), realizaron un estudio con 11 jugadores (22.2 ± 3.6) y encontraron que el cambio de reglas (los jugadores deben completar sólo cuatro entregas y los bateadores realizar una carrera después de cada bola golpeada) producía un aumento de la velocidad de carrera, la frecuencia cardiaca y la concentración de lactato. Por su parte, Davies et al. (2013) realizaron un estudio con 14 jugadores de fútbol australiano (21.7

± 3.1) utilizando dos formatos de juego (5 vs 5) en el que en uno de ellos se limitaba el número de posesiones de balón. El cambio de regla no modificaba el número de acciones técnicas y demandas de agilidad de los jugadores, aunque si producía un estilo y ritmo de juego más rápido.

Casamichana, Suárez-Arrones, Castellano y Román-Quintana (2014), analizaron el número de toques permitido sobre el tiempo de movimiento y la intensidad en SSG fútbol. Doce jugadores ($22,7 \pm 4,3$) jugaron 6 vs 6 (60x49 m.) con un máximo de dos toques de balón y 6 vs 6 libre, produciéndose un incremento de la intensidad en el caso del juego con dos toques de balón máximo. Halouani, Chtourou, Dellal, Chaouachi y Chamari (2014) utilizaron dos formatos de SSG en fútbol (3vs 3 20x15 m.) con 20 jugadores ($14,0 \pm 0,7$). En uno de dichos formatos el objetivo era parar el balón con la suela en una superficie reducida detrás de la línea de fondo y en el otro, había que marcar en una meta pequeña, encontrando un incremento de la frecuencia cardiaca y la concentración de lactato en el primero de los formatos.

La mayoría de los estudios concluyen indicando que la modificación de las reglas en los SSG producen un incremento de la FC, concentración de lactato, percepción subjetiva del esfuerzo, distancia total recorrida y tiempo empleado en realizar carrera de alta intensidad. Además, los cambios específicos de reglas modifican las demandas técnicas – tácticas permitiendo orientar el entrenamiento y aprendizaje deportivo hacia la consecución de diversos objetivos y favoreciendo que el alumno se involucre a nivel perceptivo, decisional y

ejecutivo, teniendo que resolver las distintas situaciones de juego que el cambio

en las reglas conlleva. (Serra, García et al 2011).

Tabla 4 I. Resumen de los trabajos sobre SSG y modificaciones de las reglas de juego

Autores	Año	Modificación	Conclusión principal
Casamichana, Suárez-Arrones et al.	2014	6 vs 6 (60x49 m.) Juego libre-Máximo dos toques	Incremento de la intensidad con dos toques de balón
Halouani, Chtourou, Dellal et al.	2014	3 vs 3 (20x15) Parar el balón-Marcar en meta pequeña	Incremento de la intensidad cuando el objetivo es la parada del balón
Casamichana, San Roman et al.	2013	Número de contactos por posesión de balón (1, 2 y contactos libres)	Incremento FC y nº aceleraciones de baja intensidad en el formato con dos contactos
Vickery et al	2013	Solo cuatro entregas y una carrera después de cada bola golpeada en cricket	Incremento de la intensidad del juego (velocidad, frecuencia cardíaca y concentración de lactato)
Davies et al.	2013	5 vs 5 limitando el número mínimo de posesiones en fútbol australiano	No se produce una mayor demanda de agilidad aunque si un estilo de juego más rápido
Abrantes et al.	2012	3 vs 3 sólo juego ofensivo, sólo situación defensiva y juego real	Disminución FC en juego defensivo
Almeida et al.	2012	3 vs 3: juego libre, máximo dos toques en cada posesión y obligatorio 4 pases por equipo antes de tirar a puerta.	Distintas acciones técnico-tácticas: el juego libre fomenta el juego individual, los dos toques incrementan la velocidad del juego, la regla de 4 pases produce más juego colectivo.
Dellal et al.	2012	4 vs 4:1 y 2 toques de balón. Reglas estandarizadas. Juego real	Mayor distancia recorrida, velocidad y posesión de balón. Incremento de FC, PSE y concentración de lactato en SSG
Casamichana, Castellano, González-Morán et al.	2011	4 vs 4: Objetivo mantener posesión de balón. Porterías reglamentarias y porteros. Porterías pequeñas y porteros.	Disminución de la intensidad con porteros y porterías reglamentarias
Serra, González et al.	2011	3 vs 3 Juego real modificado 3 vs 3 objetivo mantener posesión de balón (Juego de los cinco pases)	Mayor porcentaje de jugadas para avanzar hacia la portería en el juego real modificado. Mayor porcentaje de jugadas en situación de conservar posesión de balón en el juego de los cinco pases.
Hill-Hass et al.	2010	3 vs 3 y 5 vs 5: Fuera de juego efectiva. Todos los jugadores del equipo atacante deben estar en dos zonas delanteras. Dos jugadores neutrales juegan por las bandas. Un jugador de cada equipo realiza varias series de sprint.	Incremento FC, concentración de lactato, PSE y distancia recorrida a mayor velocidad. Jugadores neutrales producen una disminución de la intensidad.

Tabla 4 II. Resumen de los trabajos sobre SSG y modificaciones de las reglas de juego

Autores	Año	Modificación	Conclusión principal
Arias et al.	2009	Línea de tres puntos utilizando la zona y línea de tres puntos rectangular en minibasket.	Mayor porcentaje de posesión de balón y número de lanzamientos en línea de tres puntos utilizando la zona
Piñar et al.	2009	3 vs 3 con menor tiempo de juego y línea de tiros libres a tres metros de la canasta	Incremento de acciones técnicas en 3 vs 3 en relación al juego real
Mallo y Navarro	2008	3 vs 3 en fútbol: Mantener posesión de balón. Dos jugadores exteriores. Reglas estandarizadas.	Incremento de FC, contactos con balón y distancia recorrida a mayor velocidad en relación a la competición
Blomqvist et al.	2005	3 vs 3 en fútbol: Mantener posesión de balón. Línea de fondo como portería. Porterías de hockey.	Mayor tiempo efectivo de juego cuando el objetivo de juego es mantener la posesión de balón.

Porteros

Una de las modificaciones comunes en los SSG es la eliminación de los porteros (*goalkeepers*) con el objetivo de aumentar el número de goles marcados. A pesar de ello, son pocos los estudios que han investigado el uso de porteros y su influencia sobre las variables físicas, fisiológicas y técnico-tácticas. Dellal et al. (2008), en un trabajo con 10 jugadores de fútbol de élite (26 ± 2.9 años), observaron un aumento de la intensidad cuando el portero estaba presente en situaciones de 8 vs 8 en terreno de 60x45 m debido a un incremento en la motivación al buscar el gol y la victoria. Del mismo modo, en otro estudio con 40 jugadores de fútbol internacional (25.3 ± 2.4 años), Dellal et al. (2012) encontraron un aumento de FC con la inclusión de porteros en SSG 4 vs 4, pudiendo ser debido al incremento de la motivación cuando los porteros estaban presentes.

Por el contrario, Mallo y Navarro (2008) en un estudio con 10 jugadores de fútbol, en el que utilizaron tres formatos de SSG 3 vs 3, encontraron una disminución significativa de la FC al incluir porteros. Según estos autores, esta disminución de la intensidad del ejercicio era debida a una mayor organización de la defensa en torno al área de meta que reduce el ritmo de juego. En esta misma línea, Casamichana, Castellano, González-Morán et al. (2011) encontraron una disminución de la intensidad con porteros y porterías reglamentarias en SSG 4 vs 4 (25x32 m) con 18 jugadores de fútbol (24.6 ± 3.1 años). Según dichos autores, esto puede deberse a que al introducir porteros y mantener constante las dimensiones del terreno de juego, el espacio individual de interacción se reduce y puede provocar una disminución de la FC.

En otro trabajo, Costa et al. (2010), utilizaron SSG 3 vs 3 con porteros, en un campo de 36x27 m con dos tamaños de portería distintos: 6x2 m y 3x2 m. En el estudio participan 16 jugadores (categoría sub-13) y llegaron a la conclusión de que se producen diferentes acciones técnico-tácticas en función del tamaño de la portería. De esta manera observaron más acciones ofensivas fundamentalmente orientadas a mantener la posesión de balón, un incremento del principio táctico de penetración y un menor porcentaje de tiros a puerta ante porterías pequeñas.

En otro trabajo, Casamichana y Castellano (2013) comparan el número de aceleraciones de distintos rangos de intensidad entre los SSG y un partido real de fútbol. En el estudio participan 27 jugadores masculinos (22.8 ± 4.4 años) y utilizan tres formatos de SSG (3 vs 3, 4 vs 4 y 5 vs 5) sin porterías, con porterías reglamentarias y porteros y con porterías pequeñas sin porteros. El número de aceleraciones fue mayor en los SSG lo cual, según los autores podría estar relacionado con una mayor fatiga neuromuscular y un

mayor costo metabólico durante los partidos reales.

En el estudio anteriormente citado de Gaudino et al. (2014) con 26 jugadores de fútbol (26 ± 5 años), los autores compararon la intensidad de los siguientes formatos de SSG (5vs5, 7vs7 y 10vs10) con porterías reglamentarias y porteros y con el objetivo de mantener la posesión de balón y llegan a la conclusión que la intensidad de los mismos (distancia total recorrida, número de aceleraciones, distancia a máxima velocidad y velocidad máxima absoluta) aumenta al introducir las porterías y con porteros.

Vemos como en la actualidad, la influencia de la presencia o no de porteros sobre la intensidad en los SSG no queda clara. Pueden influir en el mantenimiento de la estructura del equipo, incrementando la comunicación entre los jugadores, lo cual puede influir en el tiempo de movimiento, las acciones técnico-tácticas y la implicación física y fisiológica, sin embargo, son necesarios más estudios al respecto (Hill-Haas et al. 2011).

Tabla 5. Resumen de los trabajos sobre SSG y modificaciones de los porteros

Autores	Año	Modificación	Conclusión principal
Gaudino et al.	2014	5 vs 5, 7 vs 7 y 10 vs 10: Con porterías reglamentarias y porteros. Objetivo mantener posesión.	Mayor intensidad con porteros
Castellano y Casamichana	2013	3 vs 3, 4 vs 4 y 5 vs 5: Sin porterías. Con porterías reglamentarias y porteros. Con porterías pequeñas sin porteros.	El número de aceleraciones es mayor en los SSG que en el juego real
Dellal et al.	2012	4 vs 4 30x20 m Sin portero, 1 y 2 toques de balón Porteros y reglas estandarizadas	Incremento de % FC máx. con porteros
Casamichana, Castellano, González-Morán et al.	2011	4 vs 4 25x32 m. Sin porterías, con porterías pequeñas y con porterías y portero	Disminución de FC media y máx. con porteros
Costa et al.	2010	3 vs 3 36x27 m. Portería 6x2 m Portería 3x2 m	Distintas acciones técnicas ante porterías de distinto tamaño.
Dellal et al.	2008	8 vs 8 60x45 m. Sin portero y con portero	Incremento de FC con porteros
Mallo y Navarro	2008	3 vs 3 33x20 m. Mantener posesión de balón. Dos jugadores exteriores. Porteros y reglas estandarizadas.	Disminución del tiempo a mayor velocidad y % de FC máx. con porteros

Tiempos de juego y descanso

Mediante la alteración de los periodos de juego y descanso (*training regimen*), también se puede modificar la intensidad del trabajo realizado. La mayoría de los estudios muestran una gran variabilidad en relación al tiempo de duración de los juegos, número de series de trabajo e intervalos de descanso, lo que se dificulta el análisis y establecimiento de conclusiones. Por ejemplo, Hill-Haas, Rowsell, et al. (2009) realizaron un estudio con 16 jugadores de fútbol (16.2 ± 0.2 años), en tres formatos de juego (2 vs 2, 4 vs 4 y 6 vs 6), en el que se comparó un trabajo fraccionado (4 series de 6 minutos de juego con 1,5 minutos de descanso pasivo planificado) con otro continuo (24 minutos). Dicha investigación puso de

manifiesto una mayor distancia recorrida a alta velocidad y una menor percepción de esfuerzo en el trabajo intermitente, debido, posiblemente, a los tiempos de descanso que permitían cierta recuperación. Paradójicamente, hubo también un trabajo a mayor porcentaje de FC máxima en los ejercicios continuos. Según dichos autores, esto puede ser debido a que los intervalos de descanso permitían iniciar el ejercicio siguiente con menor frecuencia cardíaca.

En otro estudio, Dellal, Drust y Lago-Penas (2012) utilizaron SSG (2 vs 2, 3 vs 3 y 4 vs 4) con 20 jugadores internacionales de fútbol (27 ± 2 años) y distintos periodos de trabajo (dos, tres y cuatro minutos repetidos 4 veces cada uno). Los autores encontraron una disminución de las actividades de alta intensidad, un

incremento del estrés fisiológico y una variación de las acciones técnicas a medida que se iban sucediendo los distintos periodos de trabajo. En esta misma línea, Kelly y Drust (2009) (con 8 jugadores profesionales de fútbol, edad 18 ± 1 años) emplearon un régimen de entrenamiento interválico (4 series de 4 minutos, con 2 minutos de recuperación en SSG 5 vs 5) y señalaron una disminución de la intensidad y de las acciones técnicas a medida que avanzaba el juego, como consecuencia de la fatiga.

Por su parte, Duarte et al., (2009) en un trabajo con 8 jugadores de fútbol sala (25.9 ± 4.5 años), utilizaron formatos 2 vs 2 y 3 vs 3 de 4 minutos de duración, así como 4 vs 4 durante 10 minutos, y observaron un incremento de la intensidad y de las acciones técnico-tácticas individuales cuando el tiempo de ejercicio disminuía. Por otro lado, Fanchini et al. (2011) en un trabajo con 19 jugadores de fútbol (24 ± 4 años) en el que compararon SSG 3 vs 3 con distinto tiempo de trabajo (tres series de 2, 4 y 6 minutos de duración con dos minutos de recuperación), determinaron que el aumento de la duración producía una disminución de la intensidad aunque no influía en las acciones técnicas.

Casamichana, Castellano y Dellal (2013) estudiaron la frecuencia cardiaca durante el mismo formato 5 vs 5 de SSG en fútbol en tres regímenes de entrenamiento distintos: un trabajo continuo de 16 minutos y dos trabajos interválicos (4 series de 4 minutos y 2 series de 8 minutos). Participaron 10 jugadores masculinos ($21,3 \pm 3.4$ años) y se observó una mayor distancia cubierta a mayor velocidad en los formatos interválicos, lo cual indica, según los autores, que el trabajo continuo produce una mayor carga física que el formato intermitente.

Todos estos resultados ponen de manifiesto que los requerimientos físicos, fisiológicos, técnicos y tácticos varían en función del régimen de entrenamiento. Por lo tanto, los tiempos de juego y descanso deben planificarse adecuadamente para conseguir adaptarlos a los objetivos pretendidos. Tanto el trabajo fraccionado como el continuo en los SSG producen efectos beneficiosos, ya que reproducen las demandas fisiológicas, técnicas y tácticas del juego real. El trabajo intermitente es percibido por los jugadores como más sencillo, lo cual puede conllevar una mayor implicación de los jugadores, al mismo tiempo que los periodos de descanso favorecen la recuperación y el aumento de las respuestas técnicas y la toma de decisiones (Hill-Haas et al. 2011).

Tabla 6. Resumen de los trabajos sobre SSG y modificaciones del régimen de entrenamiento

Autores	Año	Modificación	Conclusión principal
Casamichana, Castellano y Dellal	2013	5 vs 5 16' 4 series de 4' 2 series de 8'	Incremento distancia cubierta a mayor velocidad en los formatos interválicos
Dellal et al.	2012	2 vs 2 20x15 m 3 vs 3 25x18 m 4 vs 4 30x20 m 4 series de 2' 4 series de 3' 4 series de 4'	Incremento FC, PSE y nº de balones perdidos. Disminución de la distancia cubierta al aumentar el nº de series
Fanchini et al.	2011	3 vs 3 37x31 m 3 series de 2' (4' recuperación) 3 series de 3' (4' recuperación) 3 series de 6' (4' recuperación)	Menor % de la FC máx. al aumentar el tiempo de trabajo
Duarte et al.	2009	2 vs 2 3 vs 3 20x20 m 1 serie de 4' 4 vs 4 20x20 m 1 serie de 10'	Mayor nº de regates y contactos con balón. Mayor tiempo en zona de alta intensidad (% FC máx.) al disminuir tiempo de juego
Hill-Hass, Rowsell et al.	2009	2 vs 2 28 x 21 m 4 vs 4 40 x 30 m 6 vs 6 49 x 37 m 4 series de 6' (1.5' descanso) 1 serie de 24'	Mayor distancia cubierta y nº de sprint en el trabajo interválico. Mayor FC y concentración de lactato en trabajo continuo
Kelly y Drust	2009	5 vs 5 30x20 40x30 50x40m 4 series de 4' (2' recuperación)	Disminución de la FC al aumentar los periodos de trabajo

Entrenador

Otro de los factores que influye en la intensidad durante la práctica de SSG es la presencia activa del entrenador (*Coach encouragement*). En el estudio de Rampinini et al. (2006) con SSG 3 vs 3, 4 vs 4, 5 vs 5 y 6 vs 6 en tres tamaños de terreno de juego diferentes (pequeño, mediano y grande), con 20 jugadores de fútbol (24.5 ± 4.1 años), en el que se modificó la presencia o no del entrenador, se determinó que la presencia de éste aumenta la intensidad durante el juego.

Sampaio et al., (2007), tras utilizar dos formatos SSG (2 vs 2 y 3 vs 3) con ocho jugadores de fútbol (15 ± 0 años), pusieron

de manifiesto que la motivación verbal del entrenador producía un aumento de la percepción subjetiva del esfuerzo y la FC. Gracia, García, Cañadas e Ibañez en un estudio con 19 jugadores de baloncesto ($14,5 \pm 1,5$) en el que utilizan SSG (3 vs 3 y 4 vs 4 en terreno 14x15 m.) llegan a la conclusión de que hay un mayor nivel de FC con feedback del entrenador.

Estos estudios avalan el papel del entrenador durante los SSG especialmente cuando se pretende conseguir altas intensidades durante los mismos. Podemos concluir, que la presencia de entrenador, con una actitud positiva y de corrección continua a sus jugadores favorece la motivación, la adherencia a la práctica y el incremento de la intensidad en los SSG.

Tabla 7. Resumen de los trabajos sobre SSG y modificaciones de la presencia del entrenador

Autores	Año	Modificación	Conclusión principal
Gracia et al.	2014	3 vs 2 4 vs 4 Con y sin feedback del entrenador	Incremento de FC y esfuerzo con feedback
Sampaio et al.	2007	2 vs 2 3 vs 3 Con y sin motivación verbal del entrenador	Incremento de FC y PSE con entrenador
Rampinini et al.	2006	3 vs 3 4 vs 4 5 vs 5 6 vs 6 Con y sin motivación del entrenador	Incremento de % FC máx., concentración de lactato y PSE con entrenador

Percepción Subjetiva del Esfuerzo (PSE) durante los SSG

El esfuerzo percibido surgió con las investigaciones de Borg (1962) acerca de la percepción de la sensación de esfuerzo relacionado con el incremento de la actividad física. En su conceptualización, Borg tuvo en cuenta las emociones percibidas de los músculos periféricos, el sistema pulmonar y cardiovascular y variables psicológicas como la motivación y la emoción, creando una escala para medir el grado de esfuerzo percibido por el sujeto cuando realiza ejercicio.

El esfuerzo percibido se relaciona con el incremento gradual de la carga física, su fiabilidad para determinar la intensidad del ejercicio y su relación con la frecuencia cardíaca y el volumen máximo de oxígeno, ha sido puesto de manifiesto en diferentes investigaciones (Casamichana y Castellano, Blanco-Villaseñor y Usabiaga 2012; Guijarro, De la Vega y Del Valle 2009; Martínez, Casariego y Suárez, 2010). Por lo tanto, el esfuerzo percibido es un buen indicador de la carga de entrenamiento, permite reconocer al deportista que responde peor a las cargas de trabajo, modificar el proceso de entrenamiento para

la optimización del rendimiento y adecuarlo a los objetivos (Casamichana y Castellano, 2014; Guijarro et al., 2009).

Según Borg aunque la capacidad de trabajo físico es diferente entre los individuos, la percepción subjetiva de intensidad se encuentra dentro del mismo rango, de manera que cuando se trabaja al máximo de capacidad se percibe el mismo nivel de esfuerzo. Sin embargo, estudiar el esfuerzo percibido teniendo en cuenta sólo el aspecto fisiológico puede resultar insuficiente ya que la percepción de esfuerzo puede estar influenciada por aspectos psicológicos, de motivación y afecto (Beniscelli y Torregrosa 2010).

Se puede decir que el esfuerzo percibido es un constructo multidimensional que debe contemplar las características individuales, las condiciones del entorno, la tarea, la intensidad y duración de la misma y los factores emocionales, cognitivos, la concentración, determinación y la fortaleza mental (Martínez et al 2010). Desde el punto de vista psicológico el esfuerzo percibido puede verse influenciado por el enfoque atencional, la orientación al logro, el compromiso, la autoeficacia y las estrategias de afrontamiento. Desde el

punto emocional debemos considerar la influencia de la capacidad de concentración, la determinación y la fortaleza mental (Beniscelli y Torregrosa 2010).

La PSE surgió como modo de cuantificación de la carga en deportes individuales pero su aplicación se ha extendido a los deportes colectivos, sobre todo por su facilidad de aplicación, reproducibilidad, simplicidad, versatilidad, consistencia y validez (Casamichana, Castellano, Blanco-Villaseñor et al 2012). En estos deportes, el gasto energético que refleja el esfuerzo físico se ve influenciado por requisitos extra de energía consecuencia de la lucha por la posesión de balón, los cambios de ritmo y de dirección y la variabilidad de desplazamientos y acciones técnicas (Beniscelli y Torregrosa 2010), por lo que la percepción subjetiva del esfuerzo es una técnica adecuada para determinar la intensidad de la sesión de trabajo y cuantificar la carga en tareas específicas intermitentes, como son los juegos en espacios reducidos (SSG) (Casamichana, Castellano, Blanco-Villaseñor et al 2012).

En esta línea, Coutts, Rampinini, Marcora, Castagna e Impellizzeri (2009), en un trabajo con 20 jugadores de fútbol en el que realizaron 4 formatos de SSG (3 vs 3, 4 vs 4, 5 vs 5 y 6 vs 6), demostraron que existía una correlación entre FC, concentración de lactato y PSE, siendo ésta un indicador eficaz de la intensidad del ejercicio durante los SSG. También, Little y Williams (2007) pusieron de manifiesto que la PSE era un buen indicador de la intensidad del ejercicio junto con la FC, en su estudio con 28 jugadores de fútbol, (24 años) utilizando formatos de 2 vs 2 hasta 8 vs 8.

En otro estudio, con 14 jugadores semi-profesionales de fútbol (21.3 ± 2.3 años), en el que utilizaron 3 formatos de SSG (3 vs 3, 5 vs 5 y 7 vs 7), Casamichana, Castellano, Blanco-Villaseñor et al. (2012) llegaron a la conclusión de que la PSE se incrementaba cuando el espacio no estaba orientado y el número de jugadores era menor. En un trabajo de Hill-Haas, Dawson et al. (2009) con jugadores de fútbol (16.3 ± 0.6 años), se estudiaron las respuestas fisiológicas, la PSE y el tiempo de movimiento en tres formatos de juego (2 vs 2, 4 vs 4 y 6 vs 6). Los autores señalaron que la PSE podía ser un buen indicador global de la intensidad del ejercicio junto con la frecuencia cardíaca y la concentración de lactato en sangre.

En otro trabajo de Hill-Haas, Rowsell et al. (2009) con 16 jugadores de fútbol (16.2 ± 0.2 años), en tres formatos de juego (2 vs 2, 4 vs 4 y 6 vs 6), se comparó un trabajo fraccionado con otro continuo (24 minutos). Dicha investigación puso de manifiesto una menor percepción de esfuerzo en el trabajo intermitente, debido, posiblemente, a los tiempos de descanso que permitían cierta recuperación. Por el contrario, Montoya et al. (2010) señalaron que los valores de PSE aumentaban en los esfuerzos realizados de forma intermitente y que la percepción subjetiva de la recuperación se relaciona de forma inversa con el tamaño del espacio. Abrantes et al. (2012) en un trabajo con 16 jugadores de fútbol (15.75 ± 0.45 años), analizaron la PSE en dos formatos de SSG (3 vs 3 y 4 vs 4) y señalaron que el juego 3 vs 3 generaba una mayor intensidad de trabajo con mayores tasas de FC, PSE y acciones técnicas.

Una investigación de Dellal, Hill-Haas, Lago-Penas y Chamari (2011) en la que se compararon las respuestas fisiológicas de 20 jugadores de fútbol profesionales y 20 jugadores aficionados (27.4 ± 1.5 años), en formatos 2 vs 2, 3 vs 3 y 4 vs 4, puso de manifiesto que la PSE era mayor en los jugadores aficionados. Otro trabajo de Hill-Hass et al. (2008) con 16 jugadores ($15.6 - 17.9$ años de edad) en el que utilizaron SSG 2 vs 2, 4 vs 4 y 6 vs 6, en régimen de entrenamiento continuo e interválico, señaló que existía poca variabilidad en la PSE en todos los formatos de entrenamiento.

Sampaio et al. (2007), emplearon dos formatos SSG (2 vs 2 y 3 vs 3) con ocho jugadores de fútbol (15 ± 0 años). En cada uno de los formatos realizaron las siguientes modificaciones: juego regular, defensa individual, dos toques de balón por jugador y motivación verbal del entrenador. Los resultados pusieron de manifiesto un incremento de la PSE con defensa individual y dos toques de balón tanto en el

formato 2 vs 2 como 3 vs 3. Un incremento de la PSE en el formato 2 vs 2 cuando existía motivación por parte del entrenador y en el juego regular. Y, por el contrario, un incremento de la PSE en el formato 3 vs 3 con dos toques de balón y con defensa individual.

Por su parte, Köklü, Ersöz, Alemdaroğlu, Aşçı y Özkan (2012) analizaron la influencia de la formación de los equipos en la intensidad de SSG 4 vs 4 con 32 jugadores de fútbol (16.2 ± 0.7 años). Para ello, constituyeron los equipos a partir de los siguientes criterios: de forma aleatoria; teniendo en cuenta el consumo máximo de oxígeno, en función de sus habilidades técnicas y, por último, considerando conjuntamente el consumo de oxígeno y las habilidades técnicas. Determinaron que la percepción subjetiva del esfuerzo era mayor cuando los equipos se seleccionan, simultáneamente, de acuerdo con el consumo de oxígeno y las habilidades de los jugadores.

Tabla 8. Resumen de los trabajos sobre SSG y PSE

Autores	Año	Modificación	Conclusión principal
Abrantes et al.	2012	3 vs 3 4 vs 4	Incremento PSE con menor nº de jugadores
Casamichana, Castellano, Blanco-Villaseñor et al.	2012	3 vs 3 43x30 m 5 vs 5 55x38 m 7 vs 7 64x46 m	Incremento de PSE con menor nº de jugadores
Koklu et al.	2012	4 vs 4 36x24 m	Mayor PSE cuando el consumo de oxígeno y las habilidades de los jugadores son similares
Dellal et al.	2011	2 vs 2 20x15 m 3 vs 3 25x18 m 4 vs 4 40x30 m	Incremento PSE en jugadores aficionados
Montoya et al.	2010	15x15 20x20 30x30 m (3 vs 3)	Mayor PSE en terreno 20x20m.
Coutts et al.	2009	3 vs 3 4 vs 4 5 vs 5 6 vs 6	Existe relación entre FC, concentración de lactato y PSE
Hill-Hass, Dawson et al.	2009	2 vs 2 28 x 21 m 4 vs 4 40 x 30 m 6 vs 6 49 x 37 m	Incremento de PSE al disminuir nº de jugadores
Hill-Hass, Rowsell et al.	2009	2 vs 2 28 x 21 m 4 vs 4 40 x 30 m 6 vs 6 49 x 37 m 4 series de 6' (1.5' descanso) 1 serie de 24'	Mayor PSE en trabajo continuo
Hill-Hass et al.	2008	2 vs 2 28 x 21 m 4 vs 4 40 x 30 m 6 vs 6 49 x 37 m	No diferencia significativa
Little y Williams	2007	2 vs 2 30x20 m 3 vs 3 43x25 m 4 vs 4 40x30 m 5 vs 5 45x30 m 6 vs 6 50x30 m 8 vs 8 70x45 m	Incremento de FC y PSE al disminuir el número de jugadores
Sampaio et al.	2007	2 vs 2 3 vs 3 30x20 m.	Incremento de PSE al disminuir nº de jugadores

Conclusiones

Como se ha podido observar en los diferentes estudios analizados, se puede considerar que:

1. La alteración de los elementos estructurales de los SSG producen efectos sobre aspectos fisiológicos, acciones técnico-tácticas o percepción subjetiva del esfuerzo.
2. Los SSG son una buena herramienta para organizar programas de actividad física dada su estabilidad en diferentes situaciones y grupos.
3. Se están utilizando como alternativa a los ejercicios tradicionales de entrenamiento dado que permiten el desarrollo de diferentes aspectos simultáneamente.
4. Su versatilidad puede permitir su uso en ámbitos diferentes al deportivo, dado que se puede adaptar a las características de los participantes y a los objetivos perseguidos.

Futuras investigaciones

Aunque la línea de investigación de los SSG ha sido ampliamente estudiada, poniéndose de manifiesto que la modificación de su estructura incide en los efectos que producen, más trabajos son necesarios para llegar a comprender la influencia que tiene la manipulación de estos juegos. Por ejemplo, se aprecia un menor número de evidencias que indiquen el impacto de estas modificaciones sobre el

número de decisiones tomadas, la eficacia de las mismas, el tipo de acción técnico-táctica realizada, etc. Por otro lado también se consideran necesarias futuras investigaciones que establezcan relaciones entre la intensidad del juego, la toma de decisión individual y la eficacia colectiva del equipo.

Referencias

1. Abrantes, C., Nunes, M., Macas, V., Leite, N., & Sampaio, J. (2012). Effects of the number of players and game type constraints on heart rate, rating of perceived exertion and technical actions of small-sided soccer games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 976-981.
2. Aceña, a. (2014). Juegos en espacio reducido: efectos de la modificación de aspectos estructurales e influencia en parámetros técnico táctico-condicionales. *Futbolpf: Revista de Preparación física en el Fútbol*, (8), 31-41.
3. Almeida, C., Ferreira, A., & Volossovitch, A. (2013). Offensive sequences in youth soccer: effects of experience and small sided games. *Journal of Human Kinetics*, 36(1), 97-106.
4. Almeida, C., Ferreira, A., & Volossovitch, A. (2012). Manipulating task constraints in small-sided soccer games: performance analysis and practical implications. *The Open Sports Sciences Journal*, 5, 174-180.

5. Arias, J., Argudo, F., & Alonso, J. (2009). Efecto de dos modelos de la línea de tres puntos sobre variables relacionadas con la acción de juego en minibasket femenino. *Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 16, 111-114.
6. Arnett, M., & Lutz, R. (2003). Measurement of Moderate to Vigorous Physical Activity of Middle School Girls, Using TriTrac Activity Monitors During Small-Sided, Game-Based Lessons. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 7(3), 149-159.
7. Beniscelli, V., & Torregrosa, M. (2010). Componentes del esfuerzo percibido en fútbol de iniciación. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 10(1), 7-21.
8. Blomqvist, M., Vääntinen, T., & Luhtanen, P. (2005). Assessment of secondary school students' decision-making and game-play ability in soccer. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 10(2), 107-119.
9. Bondarev D.V. (2011). Factors influencing cardiovascular responses during small-sided soccer games performed with recreational purposes. *Физическое воспитание студентов* № 2, 115-118.
10. Brandes, M., & Heitmann, A. (2012). Physical responses of different small-sided game formats in elite youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), 1353-1360.
11. Buchheit, M., Laursen, P.B., Kuhnle, J., Ruch, D., Renaud, C., & Ahmaidi, S. (2009). Game-based training in young elite handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 30(4), 251-258.
12. Buchheit, M., Lepetre, P., Behaegel, A., Millet, G., Cuvelier, G., & Ahmaidi, S., (2009). Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(3), 399-405.
13. Casamichana, D. & Castellano, J. (2014). Utilidad de la escala de percepción subjetiva del esfuerzo para cuantificar la carga de entrenamiento en fútbol. *Futbolpf: Revista de Preparación física en el Fútbol*, (8), 53-70.
14. Casamichana, D., & Castellano, J. (2013). Differences in the numbers of accelerations between small sided games and friendly matches in soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12, 209-210.
15. Casamichana, D., Castellano, J., & Dellal, A. (2013). Influence of different training regimes on physical and physiological demands during small sided soccer games: continuous vs intermittent format. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 690-697.

16. Casamichana, D., Castellano, J., Blanco-Villaseñor, A., & Usabiaga, O. (2012) Estudio de la percepción subjetiva del esfuerzo en tareas de entrenamiento en fútbol a través de la teoría de la generalizabilidad. *Revista de Psicología del Deporte*, 21(1), 35-40.
17. Casamichana, D., & Castellano, J. (2010). Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1615-1623.
18. Casamichana, D., Castellano, J., & Castagna, C. (2012). Comparing the physical demands of friendly matches and small-sided games in semiprofessional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 326(3), 837-843.
19. Casamichana, D., Castellano, J., González-Morán, A., García-Cueto, H. & García-López, J. (2011). Demanda fisiológica en juegos reducidos de fútbol con diferente orientación del espacio. *International Journal of Sport Science*, 7(23), 141-154.
20. Casamichana, D., Castellano, J., & Blanco-Villaseñor, A. (2011). Estudio de la percepción subjetiva del esfuerzo en tareas de entrenamiento en fútbol a través de la teoría de la generalidad. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(1), 1-7.
21. Casamichana, D., & Castellano, J. (2009). Análisis de los diferentes espacios individuales de interacción y los efectos en las conductas motrices de los jugadores. Aplicaciones al entrenamiento en fútbol. Motricidad. *European Journal of Human Movement*, 23(0), 143-167.
22. Casamichana, D., Castellano, J., & Hernández-Mendo, A. (2014). La Teoría de la Generalizabilidad aplicada al estudio del perfil físico durante juegos reducidos con diferente orientación del espacio en fútbol.[Generalizability theory applied to the study of physical profile during different small-sided games with different orientation of the field in soccer]. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 10(37), 194-205.
23. Casamichana, D., San Román-Quintana, J., Calleja-González, J., & Castellano, J. (2013). Utilización de la limitación de contactos en el entrenamiento en fútbol: ¿afecta a las demandas físicas y fisiológicas? *RICYDE. Rev. int. cienc. deporte*. 33(9), 208-221.
24. Casamichana, D., Suarez-Arrones, L., Castellano, J., & Román-Quintana, J. S. (2014). Effect of Number of Touches and Exercise Duration on the Kinematic Profile and Heart Rate Response During Small-Sided Games in Soccer. *Journal of human kinetics*, 41(1), 113-123.
25. Castagna, C., Belardinelli, R., Impellizzeri, F., Abt, G., Coutts, A., &

- D'Octavio, S. (2007). Cardiovascular responses during recreational 5x5 indoor-soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(2), 89-95.
26. Castagna, C., Impellizzeri, F., Chaouachi, A., Abdelkrim, N., & Manzi, V. (2011). Physiological responses to ball-drills in regional level male basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 29(12), 1329-1336.
27. Clemente, F. M., Martins, F. M. L., & Mendes, R. S. (2014). Developing Aerobic and Anaerobic Fitness Using Small-Sided Soccer Games: Methodological Proposals. *Strength & Conditioning Journal*, 36(3), 76-87.
28. Corvino, M., Tessitore, A., Minganti, C., & Sibila, M. (2014). Effect of court dimensions on players' external and internal load during small-sided handball games. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(2), 297.
29. Costa, I., Garganta, J., Greco, P., Mesquita, I., Silva, B., Müller, E., Castelao, D., Rebelo, A., & Seabra, A. (2010). Analysis of tactical behaviours in small-sided soccer games: comparative study between goalposts of society soccer and futsal. *The Open Sports Sciences Journal*, 3, 10-12.
30. Coutts, A.J., Rampinini, E., Marcora, S.M., Castagna, C., & Impellizzeri, F.M. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *The Journal of Sports Science and Medicine*, 12(1), 79-84.
31. Da Silva, C., Impellizzeri, F., Natali, A., De Lima, J., Bara-Filho, M., Silami-García, E., & Marins, J. (2011). Exercise intensity and technical demands of small-sided games in young brazilian soccer players: effect of number of players, maturation, and reliability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2746-2751.
32. Davies, M., Young, W., Farrow, D., & Bahnert, A. (2013). Comparison of Agility Demands of Small-Sided Games in Elite Australian Football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8, 139-147
33. Dellal, A., Chamari, K., Pintus, A., Girard, O., Cotte, T., & Keller, D. (2008). Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1449-1457.
34. Dellal, A., Logo-Penas, C., Wong, D.P., & Chamari, K. (2011). Effect of the number of ball contacts within bouts of 4 vs 4 small sided soccer games. *International of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 322-333.
35. Dellal, A., Chamari, K., Owen, A., Wong, P., Lago-Penas, C., & Hill-Haas, S. (2011). Influence of technical instructions on the physiological and

- physical demands of small-sided soccer games. *European Journal of Sport Science*, 11(5), 341-346.
36. Dellal, A., Hill-Haas, S., Lago-Penas, C., & Chamari, K. (2011). Small-sided games in soccer: amateur vs. professional players' physiological responses, physical, and technical activities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2371–2381.
 37. Dellal, A., Owen, D.P., Wong, P., Krustup, M., Exsel, V., & Mallo, J. (2012). Technical and physical demands of small vs. large sided games in relation to playing position in elite soccer. *Human Movement Science*, 31(4), 957-969.
 38. Dellal, A., Drust, B., & Lago-Penas, C. (2012). Variation of Activity Demands in Small-Sided Soccer Games. *International Journal Sports Medicine*, 33(5), 370-375.
 39. Diego, L. (2010). Hacia una educación física generadora de hábitos saludables. *Revista electrónica de Ciencias Aplicadas al Deporte*, 3(10), 1-10.
 40. Duarte, R., Batalha, N., Folgado, H., & Sampaio, J. (2009). Effects of exercise duration and number of players in heart rate responses and technical skills during futsal small-sided games. *The Open Sports Sciences Journal*, 3(2), 13-15.
 41. Fanchini, M., Azzalin, A., Castagna, C., Schena, F., Mccall, A., & Impellizzeri, F. (2011). Effect of bout duration on exercise intensity and technical performance of small-sided games in soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 453–458.
 42. Foster, C., Twist, C., Lamb, K., & Nicholas, C. (2010). Heart rate responses to small-sided games among elite junior rugby league player. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 906-911.
 43. Fradua, Zubillaga, Caro, Fernández-García, Ruíz-Ruíz y Tenga. (2013). Designing small-sided games for training tactical aspects in soccer: Extrapolating pitch sizes from fullsize professional matches. *Journal of Sports Sciences*, 31(6), 573-581.
 44. Frencken, W., Van DerPlaats J., Visscher, C., & Lemmink, K. (2013). Size matters: pitch dimensions constrain interactive team behaviour in soccer. *Journal of Systems Science and Complexity*, 26(1), 85-93.
 45. Gabbett, T., & Mulvey, M. (2008). Time-motion analysis of small-sided training games and competition in elite women soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 543–552.
 46. Gabbett, T., Jenkins, D. & Abernethy, B. (2009). Game-Based Training for Improving Skill and Physical Fitness in Team Sport Athletes. *International Journal of Sports Science & Coaching* 4(2), 273-283.

47. Gabbett, T., Jenkins, D., & Abernethy, B. (2012). Influence of wrestling on the physiological and skill demands of small-sided games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 113–120.
48. Gabbett, T., Abernethy, B., & Jenkins, D. (2012). Influence of field size on the physiological and skill demands of small-sided games in junior and senior rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 487–491.
49. Gaudino, P., Alberti, G. & Iaia, M. (2014). Estimated metabolic and mechanical demands during different small-sided games in elite soccer players. *Human Movement Science*, 36, 123-133.
50. González, C., Cecchini, J. A., Fernández-Rio, J., & Méndez, A. (2007). Posibilidades del modelo comprensivo y del aprendizaje cooperativo para la enseñanza deportiva en el contexto educativo. *Aula Abierta*, 36(1, 2), 27-38.
51. Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J.L. & Suárez-Arrones, L. (2014). Impact of a warm-up and different small sided games drills on jump performance in elite young basketball players. *Journal of Sport and Health Research*, 6(1), 87-98.
52. Gracia, F., Rubio, J. G., Cañadas, M., & Ibáñez, S. J. (2014). Diferencias en la frecuencia cardíaca en situaciones de juego modificadas en baloncesto de formación. *E-Balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte*, 10(1), 23-30.
53. Guijarro, E., De la Vega, R., & Del Valle, S. (2009). Ciclo menstrual, rendimiento y percepción del esfuerzo en jugadoras de fútbol de élite. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 9(34), 96-104.
54. Halouani, J., Chtourou, H., Dellal, A., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2014). Physiological responses according to rules changes during 3 vs. 3 small-sided games in youth soccer players: stop-ball vs. small-goals rules. *Journal of Sports Sciences*, (ahead-of-print), 1-6.
55. Halouani, J., Chtourou, H., Gabbett, T., Chaouachi, A., Chamari, K., & Gabbett, T. J. (2014). Small-sided games in team sports training: Brief review. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*.
56. Hill-Haas, S. V., Rowsell, G. J., Dawson, B. T., & Coutts, A. J. (2009). Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-sided training regimes in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning*, 23(1), 111-115.
57. Hill-Hass, S. V., Rowsell, G., Coutts, A., & Dawson, D. (2008). The reproducibility of physiological responses and performance profiles of youth soccer players in small-sided

- games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 393-396.
58. Hill-Haas, S. V., Coutts, A., Rowsell, G., & Dawson, B. (2008). Variability of acute physiological responses and performance profiles of youth soccer players in small-sided games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(5), 487—490.
 59. Hill-Haas, S. V., Coutts, A., Rowsell, G., & Dawson, B. (2009). Generic versus small-sided game training in soccer. *International Journal Sports Medicine*, 30(3), 636 – 642.
 60. Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Coutts, A., & Rowsell, G., (2009). Physiological responses and time–motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 1–8.
 61. Hill-Haas, S. V, Dawson, B. T., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of Small-Sided Games Training in Football A Systematic Review. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220.
 62. Hill-Haas, S. V, Coutts, A. J., Dawson, B. T., & Rowsell, G. J. (2010). Time-motion characteristics and physiological responses of small sided games in elite young players: the influence of players numbers and rules changes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2149–2156.
 63. Hodgson, C., Akenhead, R., & Thomas, K. (2014). Time-motion analysis of acceleration demands of 4v4 small-sided soccer games played on different pitch sizes. *Human Movement Science*, 33, 25-32.
 64. Impellizzeri, F., Marcora, S., Castagna, C., Reilly, T. Sassi, A., Iaia, F., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal Sports Medicine*, 27(6), 483-492.
 65. Jeffreys, I. (2004). The use of small-sided games in the metabolic training of high school soccer players. *National Strength and Conditioning Association*, 26(5), 77-78.
 66. Jones, S., & Drust, B. (2007). Physiological and technical demands of 4x4 and 8x8 games in elite Young soccer players. *Kinesiology* 39(2), 150-156.
 67. Katis, A., & Kellis, E. (2009). Effects of Small sided games on physical conditioning and performance in young soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine* 8(3), 374-380.
 68. Kelly, D., & Drust, B. (2009). The effect of pitch dimensions on heart rate responses and technical demands of small-sided soccer games in elite players. *Journal of Science and Medicine in Sport* 12(4), 475–479.
 69. Kennett, D., Kempton, T., & Coutts, A. (2012). Factors affecting exercise

- intensity in rugby-specific small-sided games. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2037–2042.
70. Klusemann, M., Pyne, D., Foster, C., & Drinkwater, E. (2012). Optimising technical skills and physical loading in small-sided basketball games. *Journal of Sports Sciences*, 30(14), 1463-1471.
71. Köklü, Y., Albayrak, M., Keysan, H., Alemdaroghe, U., & Dellal, A. (2013). Improvement of the physical conditioning of young soccer players by playing small sided games on different pitch size special reference to physiological responses. *Kinesiology*, 45(1), 41-47.
72. Köklü, Y., Ersöz, G., Alemdaroğlu, U., Aşçı, A., & Özkan, A. (2012). Physiological responses and time motion characteristics of 4-a-side small-sided game in young soccer players: the influence of different team formation methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(11), 3118-23.
73. Krstrup, P., Dvorak, J., Junge, A., & Bangsbo, J. (2010). Executive summary: The health and fitness benefits of regular participation in small-sided football games. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(1), 132-135.
74. Little, T., & Williams, A. (2006). Suitability of soccer training drills for endurance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 316-319.
75. Little, T., & Williams, A. (2007). Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 367-371.
76. Mallo, J., & Navarro, E. (2008). Physical load imposed on soccer players during small-sided training games. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(2), 166-171.
77. Martínez, J.A., Casariego, C., & Suárez, M. (2010). Comportamiento de la autovaloración del estado físico después del suministro de cargas de entrenamiento. *Revista Cubana de Medicina del Deporte*, 5(2), 111-117.
78. Monolopoulos, E., Kalapotharakos, V., Ziogas, G., Mitrotasios, M., Spaneas, K., & Tokmakidis, S. (2012). Heart rate responses during small-sided soccer games. *Journal of Sport Medicine and Doping Studies*, 2(2), 1-4.
79. Montoya, D., De Paz, J. A., Fernández, R., Mercé, J., & Yagüe, J. M., (2010). Variabilidad de la carga fisiológica en los pequeños juegos de fútbol en función del espacio. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 102(4), 70-77.
80. Navarro, M., Ruíz, J., Brito, E., & Navarro, R. (2010). Salud y actividad física. Efectos positivos y contraindicaciones de la actividad física en la salud y la calidad de vida. *Canarias Médica y Quirúrgica*, 21(8), 4-13.

81. Owen, A., Wong, P., Paul, D., & Dellal, A. (2014). Physical and technical comparisons between various sided games within professional soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 35(4), 286-292.
82. Owen, A., Wong, P., Mckenna, M. & Dellal, A. (2011). Heart rate responses and technical comparison between small- vs. large-sided games in elite professional soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8), 2104–2110.
83. Piñar, M.I., Cárdenas, D., Alarcón, F., Escobar, R., & Torre, E. (2009). Participation of minibasketball players during small-sided competitions. *Revista de Psicología del Deporte*, 18, suppl., 445-449.
84. Radziminski, L., Rompa, P., Barnat, W., Dargiewicz, R., & Fastrezebski, Z. (2013). A comparison of the physiological and technical effect of high intensity running and small sided games in young soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 8(3), 455-465.
85. Rampinini, E., Impellizzeri, F., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 6, 659-666.
86. Randers, MB, Andersen, tuberculosis, Rasmussen, LS, Larsen, MN, y Krstrup, P. (2014). Efecto del formato de juego en el ritmo cardíaco, perfil de actividad, y un reproductor de implicación en los jugadores de elite y recreativos juveniles. *Scandinavian journal of medicine & Science in Sports*, 24 (S1), 17-26.
87. Randers, M. B., Nielsen, J. J., Bangsbo, J., & Krstrup, P. (2014). Physiological response and activity profile in recreational small-sided football: No effect of the number of players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(S1), 130-137.
88. San Román-Quintana, J., Casamichana, D., Castellano, J., & Calleja-González, J. (2014). Comparativa del perfil físico y fisiológico de los juegos reducidos vs. Partidos de competición en fútbol. *Journal of Sport and Health Research*, 6(1), 19-28.
89. Romero, B., Paredes, V., Sancho, I., & Morencos, E. (2012). Demandas cinemáticas y de frecuencia cardíaca de los juegos de posesión 4x4 vs 7x7 en jugadores de fútbol profesionales. *Revista de Preparación Física en Fútbol*, 4(2), 42-50.
90. Sampaio, J., García, G., Maçãs, V., Ibáñez, S., Abrantes, C., & Caixinha, P. (2007). Heart rate and perceptual responses to 2x2 and 3x3 small-sided youth soccer games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(10), 121-122.
91. Sampaio, J., Abrantes, C., & Leite, N. (2009). Power, heart rate and perceived exertion responses to 3x3 and 4x4 basketball small sided games. *Revista*

- de Psicología del Deporte*, 18(3), 463-467.
92. Sampaio, J., & V. Maças, V. (2012). Measuring tactical behaviour in football. *International Journal Sports Medicine*, 33(5), 395-401.
93. San Román-Quintana, J., Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-González, J. (2014). Comparativa del perfil físico y fisiológico de los juegos reducidos vs partidos de competición en fútbol. *Journal of Sport and Health Research*, 6(1), 19-28.
94. Sánchez-Sánchez, J., Yagüe, J. M., Fernández, R. C., & Petisco, C. (2014). Efectos de un entrenamiento con juegos reducidos sobre la técnica y la condición física de jóvenes futbolistas.[Effects of small-sided games training on technique and physical condition of young footballers]. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 10(37), 221-234.
95. Serra, J., García, L.M., & Sánchez-Mora, D. (2011). El juego modificado, recurso metodológico en el fútbol de iniciación. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 20, 37-42.
96. Serra, J., González, S., & García, L.M. (2011). Comparación del rendimiento de juego de jugadores de fútbol de 8-9 años en dos juegos modificados 3 contra 3. *Cuadernos de Psicología*, 11(2), 77-91.
97. Silva, B., Garganta, J., Santos, R., & Teoldo, I. (2014). Comparing Tactical Behaviour of Soccer Players in 3 vs. 3 and 6 vs. 6 Small-Sided Games. *Journal of human kinetics*, 41(1), 191-202.
98. Tessitore, A., Meeusen, R., Piacentini, M.F., Demarie, S., & Capranica, L. (2006). Physiological and technical aspects of “6-a-side” soccer drills. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(1), 36-43.
99. Toh, S., Guelfi, K., Wong, P., & Fournier, P. (2011). Energy expenditure and enjoyment of small-sided soccer games in overweight boys. *Human Movement Science*, 30(3), 636–647.
100. Vickery, W., Dascombe, B., Duffield, R., Kellett, A. & Portus, M. (2013). The influence of field size, player number and rule changes on the physiological responses and movement demands of small-sided games for cricket training. *Journal of Sports Sciences*, 31(6), 629-638.
101. Vickery, W., Dascombe, B., Duffield, R., Kellett, A., & Portus, M. (2013). Battlezone: An examination of the physiological responses, movement demands and reproducibility of small-sided cricket games. *Journal of Sports Sciences*, 31 (1), 77-86.
102. Vilar, L., Duarte, R., Silva, P., Chow, J. Y., & Davids, K. (2014). The influence of pitch dimensions on performance during small-sided and conditioned soccer games. *Journal of sports sciences*, (ahead-of-print), 1-9.

CAPÍTULO II

Actividad física y función ejecutiva

Actividad física y función ejecutiva

TRABAJO DE REVISIÓN

Resumen

El interés por estudiar los beneficios que la práctica física tiene sobre el funcionamiento cognitivo en el ser humano tiene una extensa trayectoria. Sin embargo, hasta hace varias décadas no se ha podido constatar este fenómeno de manera científica. Su estudio, en la infancia y adolescencia, está despertando el interés de numerosas investigadores por el impacto que puede tener en la salud y el desarrollo de las personas en estas fases de la vida. Del conjunto de variables que están siendo objeto de estudio, la función ejecutiva está emergiendo de una forma muy importante. Entre otras razones, su implicación en la conducta y la adaptación al medio, juega un papel esencial para que numerosos investigadores hayan centrado su interés en ella. En este capítulo se profundiza en aquellos trabajos que han puesto de manifiesto la relación entre actividad física y la función ejecutiva en niños y adolescentes.

Palabras clave: Actividad Física, Función Ejecutiva, Infancia, Adolescencia.

Introducción

La cognición, es un término general que se refiere a un conjunto de procesos mentales que el ser humano es capaz de llevar a cabo. Su relación con la práctica de actividad física ha sido objeto de interés

desde hace muchos años. Sin embargo, sólo desde hace varias décadas se está efectuando una evaluación sistemática del fenómeno (Khan y Hillman, 2014; Colcombe et al., 2004; Hillman, Kamijo y Scudder, 2011; Hillman, Kramer, Belopolsky y Smith, 2006; Tomporowski, Davis, Miller y Naglieri, 2008). La importancia otorgada a la actividad física orientada a la salud y el bienestar, unido al crecimiento de programas de estudio desde la psicología del deporte, han permitido renovar los intentos por explicar y demostrar la vinculación existente entre dichos factores (Tomporowski, 2006). Además, las actuales técnicas de neuroimagen están ofreciendo una ayuda fundamental para resolver numerosos interrogantes que rodean a este fenómeno (Khan y Hillman, 2014; Chaddock et al., 2010; Hillman, Erickson y Kramer, 2008).

Hasta hace pocos años, la mayor parte de las investigaciones realizadas se han centrado en población adulta y de edad avanzada, dadas las implicaciones asociadas a la desaceleración del proceso de envejecimiento y la repercusión que el funcionamiento cognitivo tiene sobre la calidad de sus vidas (Hillman, Belopolsky, Snook, Kramer y McAuley, 2004; Carlson et al., 2008). Sin embargo, la aparición de estudios sobre población infantil y adolescente son cada vez más frecuentes, lo que está ofreciendo datos que revelan la capacidad de este tipo de actividades para incidir activamente sobre el desarrollo cognitivo (Mierau, Gerhard, Mierau y

Strüder, 2014; Syväoja et al. 2014; Khan y Hillman, 2014; Best, 2010; Monti, Hillman y Cohen, 2012; O'Leary, Pontifex, Scudder, Brown y Hillman, 2011; Tomporowski et al., 2008; Tomporowski, Lambourne y Okumura, 2011).

La naturaleza de los trabajos existentes son de diversa índole, pudiéndose encontrar aquellos que observan efectos agudos tras una única sesión de actividad física y aquellos que analizan los efectos tras un programa estructurado de práctica física, y siendo el ejercicio aeróbico el que ha demostrado ser más efectivo (Chaddock et al., 2010; Chaddock et al., 2011; Hillman et al., 2008; Hillman et al., 2004; Kempermann et al., 2010; Tomporowski et al., 2008).

Verburgh, Königs, Scherder y Oosterlaan (2014), realizaron una revisión de estudios empíricos sobre la relación de la actividad física y la función ejecutiva (planificación, inhibición, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva) en preadolescentes (6-12 años), adolescentes (13-17 años y adultos jóvenes (18-35 años) y pusieron de manifiesto dicha relación positiva especialmente relevante en niños adolescentes y preadolescentes.

La función ejecutiva

En el conjunto de variables cognitivas, la función ejecutiva, en concreto, es un constructo que se emplea para aglutinar un conjunto de capacidades que se utilizan para organizar y planificar una tarea, seleccionar adecuadamente los objetivos, iniciar un plan de acción y mantenerlo

mentalmente, ser flexible en las estrategias para alcanzar una meta o inhibir estímulos irrelevantes (Banich, 2009; Shallice, 1994; Soprano, 2003). En concreto, y aunque es objeto de debate, estas destrezas se podrían agrupar en aspectos como inhibición, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva (Diamond, 2006). Estas habilidades se consideran fundamentales para el desarrollo y eficacia de la conducta, consiguiendo una adecuada adaptación al medio y tener un funcionamiento social adecuado (Del Missier, Mäntylä y Bruine de Bruin, 2010; Diamond, 2013; Lezak, 2004; Richland y Burchinal, 2013; Wenner, Bianchi, Figueredo, Rushton y Jacobs, 2013).

En áreas como la actividad física, y en concreto el deporte, inhibir estímulos distractores, internos y externos, centrando la atención en los aspectos fundamentales y basar la conducta en la elección de la mejor opción más que en un impulso son factores que se ponen en funcionamiento continuamente cuando desarrollamos un ejercicio físico-deportivo (García, Rodríguez y Garzón, 2011; Hillman, Snook y Jerome, 2003; Davidson, Amso, Anderson y Diamond, 2006; Memmert, Simons, y Grimme, 2009).

El control del funcionamiento ejecutivo está sustentado, en gran medida, por los circuitos de la corteza prefrontal, aunque en él participan otras estructuras como la corteza cingulada anterior, los ganglios basales, el cerebelo o el núcleo talámico dorsomedial (Cadavid, 2008; Davis et al., 2011; Goldberg y Bougakov, 2005; Rodríguez, López, García y Rubio, 2011; Verdejo-García y Bechara, 2010).

Por lo tanto, la evolución de la función ejecutiva está vinculada a la maduración de la corteza prefrontal (Injoque-Ricle y Burín, 2011) más desarrollada en el ser humano que en otras especies, la cual sucede más lentamente que otras estructuras del cerebro. De hecho, aunque este tipo de habilidades hace aparición en edades tempranas de la vida, es en etapas más avanzadas cuando se expresan con más intensidad y consolidan (Cadavid, 2008; Manga y Ramos, 2011; O'Hare y Sowell, 2008; Papazian, Alfonso y Luzondo, 2006).

Debido a este fenómeno, no sólo la infancia sino también la adolescencia pueden ser periodos sensibles para el desarrollo de estas capacidades (Martos y Paula, 2011). Por lo tanto, a la evolución natural de estas habilidades, el conjunto de experiencias y estímulos vividos durante ella pueden repercutir en sus diferentes manifestaciones contribuyendo a su desarrollo (Díaz et al., 2012; Martínez y Manoiloff, 2011; Parada et al., 2012). Es decir, los factores biológicos-ambientales y socio-económicos interactúan con dichos factores de desarrollo neural, influyendo y moldeando las funciones ejecutivas (Arán 2011).

Los componentes de la función ejecutiva están presentes desde edades tempranas. Ya desde los primeros meses de vida comienzan a manifestarse comportamientos elementales de autorregulación (Bausela, 2010; Garon, Bryson y Smith, 2008). En el conjunto de estudios efectuados, se puede apreciar que existen mayores evidencias científicas en la infancia y pre-adolescencia que en adolescencia media y tardía. Este hecho, no

es específico del ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, sino que es una tónica general en el estudio de las funciones ejecutivas que está señalando desde hace algunos años (Blakemore y Choudhury, 2006).

Sin embargo, las funciones ejecutivas se desarrollan durante la infancia y adolescencia en paralelo a los cambios madurativos de la corteza prefrontal y sus relaciones con el resto del cerebro. Es el resultado de la interacción entre los procesos de maduración y especialización propios de la especie humana y la transmisión cultural del entorno, es decir, es el resultado de la influencia interactiva entre factores genéticos y ambientales (Cadavid, 2008). Por lo tanto, aunque se ha incrementado el número de investigaciones que han evaluado este fenómeno, es necesario aumentar el cuerpo de conocimiento en edades más avanzadas.

Actividad física y funciones ejecutivas

El impacto de la práctica física sobre el rendimiento cognitivo, y en concreto sobre las funciones ejecutivas ha sido puesto de manifiesto en diferentes estudios (Jacobson y Matthaesus, 2014; Chaddock, Pontifex, Hillman y Kramer, 2011). Esto puede proceder de las demandas cognitivas inherentes al ejercicio, los cambios fisiológicos producidos en el cerebro y las implicaciones cognitivas existentes cuando se realiza una tarea motora compleja. Además, es importante determinar el tipo de ejercicio físico, duración e intensidad, así como las variables cognitivas que se van a evaluar, dado que se puede estar

incurriendo en errores que interfieran en la correcta interpretación de los resultados (Best, 2010; Castelli, Hillman, Buck y Erwin, 2007; Tomporowski et al., 2008).

Los deportes colectivos pueden ser una buena herramienta para la estimulación de la función ejecutiva en niños y adolescentes (Best, 2010). Además del impacto fisiológico del ejercicio, este tipo de actividades requieren resolver problemas motores y tácticos de forma continuada. Ratey (2008) considera que existe una mayor activación de nuestro cerebro cuando los juegos y ejercicios físicos contienen numerosas situaciones que hay que resolver, lo que se ajusta a este tipo de tareas. En concreto, los deportes colectivos tienen implícitas tareas como colaborar con un compañero, anticiparse a las acciones de los oponentes, elaborar estrategias para alcanzar el éxito en una jugada o ser capaz de inhibir estímulos accesorios para centrarse en los importantes.

Además, en una investigación realizada por Cortis et al. (2011), con jugadores italianos de baloncesto categoría cadete, ponen de manifiesto la importancia de generar actividades que tengan que resolver rápidamente para aumentar el control sobre la atención y el rendimiento en la función ejecutiva.

Además, en este tipo de ejercicios los participantes están más involucrados en el juego, más atentos a las demandas del mismo y con un aumento en el número de decisiones a tomar (Jones y Drust, 2007; Sampaio, Abrantes y Leite, 2009).

En las últimas décadas, son diversos los estudios que han intentado responder a los efectos que tiene una sesión de actividad física sobre la función ejecutiva. Posiblemente, son más numerosos que los que han analizado los efectos de un programa estructurado. Es probable que el control de posibles contingencias durante un periodo prolongado, así como el establecimiento de un diseño más accesible haya decantado esta opción. Son varias las revisiones que han indagado en ambos fenómenos, tal y como se puede comprobar en los estudios de Best (2010), Hillman et al. (2011) y Tomporowski et al. (2008).

Además, actualmente, la neuroimagen está ofreciendo más datos sobre las relaciones entre actividad física y función cognitiva. Diversos estudios, que han abordado esta línea de trabajo, han sugerido la relación positiva existente entre aspectos de la función ejecutiva y el volumen de estructuras subcorticales, como ciertas regiones de los ganglios basales o el hipocampo (Chaddock et al., 2010; Erickson et al., 2011).

Efectos agudos de la actividad física sobre la función ejecutiva en niños y adolescentes

Son diversos los estudios que analizan los efectos agudos de la actividad física sobre la función ejecutiva.

Un trabajo realizado por Tomporowski, Davis, Lambourne, Gregoski y Tkacz (2008) sobre una muestra de 69 niños entre 7 y 11 años (9.2 ± 0.84), pusieron de manifiesto el impacto agudo de

la actividad física sobre la función ejecutiva. El grupo experimental realizó una tarea en tapiz rodante durante 15 minutos, además de un calentamiento y una vuelta a la calma de 4 minutos cada periodo. Se realizaron antes y después de dicho periodo de trabajo un ejercicio basado en una tarea propuesta con anterioridad por Cepeda, Cepeda y Kramer (2000), en la que había resolver una serie de ejercicios basados en memoria de trabajo e inhibición. Los resultados indicaron que aquellos que realizaron actividad física tuvieron un mejor rendimiento en estas pruebas.

Otro trabajo de Chang, Liu, Yu y Lee (2012) puso de manifiesto el efecto agudo del ejercicio aeróbico sobre la función ejecutiva en niños con hiperactividad y déficit de atención. Participaron 40 niños de 10,43 años de edad media y se utilizaron el Test Stroop y el Wisconsin Card Sorting Test (WCST) para medir la función ejecutiva. El grupo experimental realizó treinta minutos de ejercicio aeróbico de intensidad moderada (50-70% de la frecuencia cardíaca), tras los cuáles se produjo una mejora en ambos test, por lo que los autores concluyen que dicho ejercicio aeróbico es adecuado para la mejora de la atención selectiva, la inhibición de la respuesta y la flexibilidad cognitiva en niños con hiperactividad y déficit de atención.

Hillman et al. (2009) realizaron un estudio con un grupo de 20 niños preadolescentes norteamericanos con una media de edad de 9.5 años, en el que observó el efecto agudo de un ejercicio aeróbico sobre el control inhibitorio. La

actividad física consistió en caminar durante 20 minutos, al 60% de la frecuencia cardíaca máxima (125.4 ± 1.0 ppm de media). El instrumento de evaluación utilizado fue una tarea modificada de la prueba *flanker task* (Eriksen y Eriksen, 1974). Los participantes completaron dos evaluaciones en días diferentes, con una media de 10.6 días entre una y otra, en franjas horarias similares. Cada uno de los días, el grupo se dividió en dos, en función de la condición experimental, siendo contrabalanceados y obteniendo cada día una condición diferente. El grupo que no realizaba actividad física se quedaba sentado durante 20 minutos. Los autores encontraron efectos positivos sobre el control inhibitorio.

Kubesch et al. (2009) estudiaron los efectos de 5 y 30 minutos de ejercicio físico sobre la flexibilidad cognitiva, el control inhibitorio y la memoria de trabajo, en una muestra de 81 adolescentes alemanes, con edades entre los 13 y 14 años. Para observar los efectos de 5 minutos de ejercicio, un grupo de 36 alumnos (21 chicos y 15 chicas) y para analizar los efectos de 30 minutos otro de 45 niños (26 chicos y 19 chicas). En ambos casos, esos grupos se subdividieron en grupo control y experimental. En los dos estudios se utilizó un diseño *cross-over* en el que todos pasaban por las dos condiciones experimentales. En el primero, el grupo control efectuaba 5 minutos de ejercicio aeróbico y el control observaba cómo los compañeros lo desarrollaban. En el segundo, el grupo control efectuaba 30 minutos de ejercicio aeróbico y el control escuchaba un audio-guía. Para realizar la evaluación cognitiva se utilizaron las

pruebas *flanker task* y *dots task* (Davidson, Amso, Anderson y Diamond, 2006; Eriksen y Eriksen, 1974). Los resultados indicaron que 30 minutos de ejercicio aeróbico fueron adecuados para mejorar el control inhibitorio, dado que hubo diferencias significativas en el *flanker task*.

Best (2012) estudió los efectos agudos de la actividad física sobre la función ejecutiva con 33 niños entre 6 y 10 años. Los participantes realizaron video-juegos que requieren un vigoroso movimiento de todo el cuerpo (exergames) y la función ejecutiva se evaluó después de la actividad mediante una tarea de flancos modificada, *The Child Attention Network Test* (ANT-C, Rueda et al. 2004). Se observó una mejora del funcionamiento cognitivo (flexibilidad

cognitiva, resolución de interferencias y tiempo de ejecución global).

Drollette et al. (2014) realizaron un estudio con un grupo de 40 niños (9.5 ± 0.7 años), en el que observó el efecto agudo de un ejercicio aeróbico sobre el rendimiento cognitivo. La actividad física consistió en caminar durante 20 minutos, al 60-70% de la frecuencia cardíaca. El instrumento de evaluación utilizado fue una tarea modificada de la prueba *flanker task* (Eriksen y Eriksen, 1974). Los resultados indicaron que existe un incremento del control inhibitorio especialmente en los niños que previamente se caracterizan por niveles bajos de capacidad de control inhibitorio.

Tabla 1. Resumen de los trabajos sobre efectos agudos de la actividad física sobre la función ejecutiva

Autores	Año	Muestra	Tarea	Conclusión principal
Drollette et al.	2014	40 niños de 9-10 años	Caminar 20 minutos al 60-70% de la FC _{máx}	Mejora del control inhibitorio
Best	2012	33 niños entre 6 y 10 años	Video-juegos que requieren un vigoroso movimiento de todo el cuerpo	Mejora en la flexibilidad cognitiva, resolución de interferencias y tiempo de ejecución global.
Chang et al.	2012	40 niños de 10,43 años de edad media	Treinta minutos de ejercicio aeróbico de intensidad moderada	Mejora en la función ejecutiva (atención selectiva e inhibición de respuesta) en niños con déficit de atención e hiperactividad
Hillman et al.	2009	20 preadolescentes de 9.5 ± 0.5 años	Caminar 20 minutos al 60% de la FC _{máx}	Efectos positivos sobre el control inhibitorio.
Kubesch et al.	2009	81 niños entre 13 y 14 años	30 minutos de ejercicio aeróbico	Efectos positivos sobre el control inhibitorio
Tomprowski et al.	2008	69 participantes de 9.2 ± 0.84 años	Correr 15 minutos sobre tapiz rodante	Mejoras en memoria de trabajo e inhibición

Efectos crónicos de la actividad física sobre la función ejecutiva en niños y adolescentes

Davis et al. (2007) llevaron a cabo un trabajo en el que analizaron el impacto de un programa de ejercicio aeróbico, sobre la función ejecutiva, en un grupo de niños obesos entre 7 y 11 años (9.2 ± 0.84). Se incluyeron en el estudio 94 participantes, los cuales se dividieron en un grupo control y dos experimentales. Ambos completaron un programa de actividad física, durante 12 semanas y 5 días en cada una de ellas, aunque uno de ellos 20 minutos diarios y el otro 40. Los ejercicios que realizaron fueron juegos de carreras, salto y colectivos modificados. Se evaluaron medidas como la capacidad de planificación y atención, mediante la herramienta CAS (Naglieri y Das, 1997). Los resultados revelaron diferencias entre el grupo control y los experimentales tras la intervención. No obstante, sólo fueron significativas entre el grupo control y el que había realizado sesiones más extensas.

En un estudio realizado por Davis et al. (2011) sobre 171 niños con sobrepeso ($IMC = 26 \pm 4,6 \text{ kg/m}^2$) de entre 7 y 11 años, encontraron que tras un programa de 13 semanas de ejercicio aeróbico, hubo un beneficio sobre la función ejecutiva, en concreto sobre una tarea que valora la capacidad de planificación (Cognitive Assessment System – Naglieri y Das, 1997). Los participantes se dividieron en un grupo control ($n = 60$) y dos experimentales ($n = 111$). El programa de actividad física se realizó después de cada día de clase y estuvo basado en juegos de carreras, saltos, así como fútbol y baloncesto modificados.

Un grupo experimental ($n = 56$) desarrolló una mayor actividad (dos periodos de 20 minutos de práctica física) y el segundo ($n = 55$) realizó una menor actividad (un periodo de 20 minutos).

Kamijo et al. (2011) realizaron un estudio con 36 niños entre 7 y 9 años durante 9 meses, que se dividieron en un grupo experimental ($n = 20$) y un grupo control ($n = 16$). El grupo que realizó actividad física, la desarrolló dos horas después de cada día de clase y se centró en la mejora de la capacidad cardiorespiratoria, aunque complementada con ejercicios de fuerza, al menos dos días a la semana y basados en actividades de autocarga y con pequeñas resistencias, así como ciertas destrezas motoras. Se evaluaron diferentes parámetros físicos y cognitivos para observar el éxito del programa. Tras la intervención se observó un incremento significativo del $VO_2\text{máx}$ en el grupo experimental, así como mejores puntuaciones en memoria de trabajo (*Sternberg task* modificado – Stenberg, 1966).

En su estudio, Donnelly y Lambourne (2011) pusieron de manifiesto que existe relación entre la actividad física, la función cognitiva y el rendimiento académico. Se realizó un proyecto de Plan de Estudios de tres años en el que se aumentaba la actividad física en las escuelas mediante la aplicación de clases dinámicas en el que participaron 665 niños y 677 niñas de primaria. El programa mejoró el rendimiento académico en áreas como matemáticas, lectura y ortografía y produjo cambios favorables en el IMC por lo que los autores concluyeron que el aumento de

actividad física mejora la condición física y el rendimiento académico.

Chaddock et al. (2013) estudiaron la influencia de un programa de actividad física (*Fitness Improves Thinking in Kids FIT Kids*) de nueve meses de duración sobre el control cognitivo en la infancia. Participaron 23 sujetos de 8 y 9 años y realizaron una media de 60 minutos de actividad física de moderada a vigorosa a lo largo de 5 días a la semana. Tras el programa los autores observaron una mejora del control atencional y el control de la interferencia (inhibición cognitiva).

Chang, Tsai, Chen y Hung (2013) llevaron a cabo un estudio en el que analizaron el impacto de un programa de ejercicios de coordinación sobre la función ejecutiva. Participaron 26 niños de 6 a 7,5 años de edad que realizaron 35 minutos de ejercicios coordinativos de fútbol de baja y moderada intensidad (40-50% y 60-70% de la frecuencia cardíaca máxima) dos veces por semana durante ocho semanas. La función ejecutiva fue evaluada a través del *Eriksen flanker test* y se observó una mejora del tiempo de reacción y una mayor precisión en las respuestas tras dicho programa de ejercicios. Esto implica una mejora de la inhibición y el control cognitivo independientemente de la intensidad del ejercicio.

Staiano, Abraham y Calvert (2012) estudiaron la relación entre los exergames (video-juegos que requieren una actividad física vigorosa) y la función ejecutiva, incluyendo la flexibilidad cognitiva, atención, búsqueda visual y planificación. En dicho estudio participaron 54

adolescentes con sobrepeso y de bajos recursos económicos de entre 15 y 19 años (16,46 años de edad media). Se realizó un programa de 10 semanas de exergames, cinco días a la semana durante treinta minutos de duración. Se establecieron tres grupos, uno que realizaba exergames competitivos, otro que realizaba exergames cooperativo y un grupo control. La función ejecutiva fue medida a través del *Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS)* que consta de 9 subescalas que evalúa el rendimiento del sistema frontal del cerebro y las habilidades de la función ejecutiva (Delis, Kaplan y Kramer 2001). Los resultados mostraron que el grupo que realizó exergames competitivo mejoró mucho más su función ejecutiva.

Verret, Guay, Berthiaume, Gardiner y Béliveau (2012) analizaron los efectos de un programa de actividad física sobre las funciones ejecutivas (atención y respuesta inhibitoria) en 21 niños con TDHA (9,1 años de edad media). El programa consistió en 10 semanas de ejercicios aeróbicos y musculares de intensidad moderada a vigorosa durante 45 minutos, tres veces por semana. Se realizaron ejercicios tales como fútbol, baloncesto, circuitos, etc. y las medidas neuropsicológicas se llevaron a cabo a través del *Test de Everyday Attention for children* (Tea-Ch, Mamly, Roberson, Anderson & Nimmo-Smith 1999). El programa presentó efectos positivos sobre el comportamiento cognitivo, el procesamiento y tratamiento de la información y la capacidad atencional.

Crova et al. (2014), llevaron a cabo un programa de actividad física de 6 meses de duración con 70 alumnos (9,6±0,5 años)

con sobrepeso y sin sobrepeso, para estudiar la relación entre la capacidad aeróbica y la función ejecutiva. En el programa se realizaron dos horas de clase reglada de Educación Física (habilidades de coordinación, expresión corporal y juegos) y una hora adicional de entrenamiento de habilidades específicas de tenis. Tras dicho programa se observó una mejora de la capacidad de inhibición especialmente en los alumnos con sobrepeso.

Por último, Smith et al. (2010) realizaron una revisión sistemática de los ensayos controlados aleatorios que examinaron la influencia de la práctica de

ejercicio aeróbico en el rendimiento neurocognitivo entre Enero de 1966 y Julio de 2009. En dicha revisión se incluyeron aquellos estudios que tenían una duración del tratamiento mayor a un mes, con asignación aleatoria al mismo, una edad media de 18 años y un grupo control con tratamiento aeróbico. Un total de 29 estudios fueron incluidos, representando datos de 2049 participantes. Los autores concluyen que el ejercicio aeróbico se asocia con mejoras moderadas en la atención, la velocidad de procesamiento, la función ejecutiva y la memoria.

Tabla 2. Resumen de los trabajos sobre efectos crónicos de la actividad física sobre la función ejecutiva

Autores	Año	Muestra	Tarea	Conclusión principal
Crova et al.	2014	70 niños de 9-10 años	Programa de EF reglada más 1 hora tenis	Mejora de la inhibición
Chaddock et al.	2013	23 niños de 8-9 años	Programa de actividad física (<i>Fitness Improves Thinking in Kids FIT Kids</i>)	Mejora del control atencional y la inhibición cognitiva.
Chang et al.	2013	26 niños entre 6y 7,5 años	Programa de ejercicios coordinativos en fútbol (baja – moderada intensidad) (8 semanas)	Mejora de la inhibición y el control cognitivo independientemente de la intensidad del ejercicio.
Staiano et al.	2012	54 adolescentes (16,46 años de edad media)	Programa de exergames competitivo y cooperativo (10 semanas)	Mejora de la función ejecutiva (flexibilidad cognitiva, atención, búsqueda visual y planificación) con el juego competitivo.
Verret et al.	2012	21 niños (9,1 años de edad media) con TDHA	Programa de ejercicios aeróbicos y musculares de intensidad moderada-vigorosa (10 semanas)	Mejora de las funciones cognitivas (atención, respuesta inhibitoria, procesamiento de la información)
Davis et al.	2007	94 niños obesos entre 7 y 11 años (9.2 ± 0.84)	Diversos ejercicios de tipo aeróbico (12 semanas)	Beneficios sobre la atención y capacidad de planificación (<i>Cognitive Assessment System</i>)
Davis et al.	2011	171 niños entre 7 y 11 años	Juegos de carreras, salto y deportes modificados (13 semanas)	Beneficios sobre la capacidad de planificación (<i>Cognitive Assessment System</i>)
Kamijo et al.	2011	36 niños entre 7 y 9 años	Entrenamiento de la capacidad aeróbica y la fuerza (9 meses)	Mejoras en memoria de trabajo (<i>Sternberg task</i> modificado)
Donnelly y Lambourne	2011	665 niños y 677 niñas de primaria	Desarrollo de clases dinámicas (3 años)	Mejora de la condición física y el rendimiento académico

Condición física y función ejecutiva en niños y adolescentes

Algunos de los trabajos relacionados con este fenómeno han analizado las relaciones entre la condición física y la función ejecutiva.

En esta línea, Buck, Hillman y Castelli (2008) realizaron un estudio con 74 niños entre 7 y 12 años en el que pusieron de manifiesto que la capacidad aeróbica estaba relacionada positivamente con el control inhibitorio, evaluado mediante el *Test Stroop*. Se evaluó el rendimiento aeróbico de los participantes a través de la prueba *PACER* (*Progressive Aerobic*

Cardiovascular Endurance Run) perteneciente a la batería *FITNESSGRAM* (Welk, Morrow y Falls, 2002). Ambas pruebas las efectuaron en días diferentes a lo largo de la misma semana.

En una investigación desarrollada por Hillman, Castelli y Buck (2005) con 27 participantes (13 chicas) con una edad media de 9.6 años, se puso de manifiesto relaciones significativas entre el rendimiento aeróbico y la memoria de trabajo. La muestra se obtuvo tras evaluar a un grupo de 600 niños con la batería *FITNESSGRAM* seleccionándose el 10% con mejores y peores puntuaciones. Posteriormente, ambos grupos fueron expuestos a una tarea cognitiva y fue recogida información nerviosa mediante exploración neurofisiológica (potenciales evocados relacionados con eventos - ERP) a través de encefalograma (EEG). Dicha exploración puso de manifiesto que aquellos niños que tenían mejor condición física ofrecían índices que señalaban mejores recursos disponibles asociados a la memoria de trabajo.

Por su parte, Rigoli, Piek, Kane y Oosterlaan (2012), en un trabajo con 93 adolescentes de edades comprendidas entre los 12 y 16 años encuentran relaciones entre la coordinación motora con la memoria de trabajo y la inhibición. Del mismo modo, sobre esta última habilidad, Wu et al. (2011) encuentran resultados positivos tras realizar un estudio con 48 preadolescentes de entre 8 y 11 años, en el que relacionaban los resultados de una versión modificada del *Eriksen flanker task* empleada para medir el control cognitivo (Eriksen &

Eriksen 1974) con el consumo de oxígeno máximo.

Una investigación efectuada por Stroth et al. (2009) con adolescentes de entre 13 y 14 años, evaluando la condición física mediante un test incremental en cicloergómetro, pone de manifiesto que un mejor rendimiento físico está asociado a mejor respuestas en test cognitivos que miden aspectos relacionados con las funciones ejecutivas, concretamente la preparación e inhibición de la respuesta.

Chaddock, Hillman, Buck y Cohen (2011) en un estudio en el que participaron 46 niños de 8 y 9 años pusieron de manifiesto que existe una relación positiva entre la capacidad aeróbica y el control ejecutivo de la memoria relacional. La medición de la capacidad aeróbica se realizó a través de tapiz rodante y se llevó a cabo una tarea de relación y reconocimiento de caras y casas.

En otro trabajo de Chaddock, Hillman, Pontifex et al. (2011) se puso de manifiesto que la capacidad aeróbica en la infancia puede predecir las capacidades cognitivas en el futuro. En dicho estudio participaron 32 niños de 9 y 10 años que realizaron una versión modificada del *Eriksen flanker task* empleada para medir el control cognitivo (Eriksen & Eriksen 1974) y una prueba de $VO_{2máx}$ para medir la capacidad aeróbica. Dichas pruebas se realizaron también un año después del inicio del estudio y los resultados mostraron que los niños con mayor capacidad aeróbica presentan un mayor control cognitivo (inhibición, flexibilidad cognitiva y memoria de trabajo) tanto en el inicio como un año después. Los

autores concluyen que la capacidad aeróbica en la infancia puede predecir las capacidades cognitivas futuras.

Pontifex et al. (2011) pusieron de manifiesto que la capacidad cardiorrespiratoria estaba relacionada de forma positiva con la flexibilidad cognitiva. En su estudio participaron 48 niños de 10 años de edad media, a los que se les determinó el consumo máximo de oxígeno y realizaron la versión modificada del *Eriksen flanker task* empleada para medir el control cognitivo (Eriksen & Eriksen 1974). Los niños con menor capacidad respiratoria presentaron una menor capacidad de atención, menor velocidad de procesamiento y una menor precisión estímulo – respuesta, lo cual sugiere que tenían un menor control y flexibilidad cognitiva.

En otra investigación de Themanson, Pontifex y Hillman (2008), en la que participaron 62 jóvenes adultos (18 a 25 años) se puso de manifiesto la relación entre la capacidad cardiorrespiratoria y la flexibilidad cognitiva. El instrumento de evaluación utilizado fue una tarea modificada de la prueba *flanker task* (Eriksen y Eriksen, 1974) y la capacidad cardiorrespiratoria se midió a través de una prueba de esfuerzo máximo en tapiz rodante que implicaba la medición del consumo máximo de oxígeno. En los participantes con mayor capacidad cardiorrespiratoria se observó un menor tiempo de reacción y número de errores, lo cual, según los autores, se relaciona con una mayor flexibilidad cognitiva.

Tabla 3. Resumen de los trabajos que relacionan la condición física y la función ejecutiva

Autores	Año	Muestra	Conclusión principal
Rigoli et al.	2012	93 adolescentes entre 12 y 16 años	Correlación positiva entre coordinación motora, memoria de trabajo e inhibición.
Chaddock, Hillman, Buck et al.	2011	46 niños de 9 y 10 años	Relación positiva entre capacidad aeróbica y control ejecutivo de la memoria relacional.
Chaddock, Hillman, Pontifex et al.	2011	32 niños de 9 y 10 años	La capacidad aeróbica influye positivamente en la inhibición, la flexibilidad cognitiva y la memoria de trabajo.
Pontifex et al.	2011	48 niños de 10 años de edad media	La capacidad cardiorrespiratoria influye positivamente en la flexibilidad cognitiva.
Wu et al.	2011	48 niños entre 8 y 11 años	Correlación positiva entre consumo de oxígeno y la inhibición cognitiva.
Stroth et al.	2009	35 adolescentes de 13 y 14 años	Correlación entre rendimiento físico y preparación e inhibición de la respuesta.
Buck et al.	2008	74 niños entre 7 y 12 años	Correlación positiva de la capacidad aeróbica (<i>PACER</i>) y el control inhibitorio (<i>Test Stroop</i>)
Themanson et al.	2008	62 jóvenes adultos (18 a 25 años)	Correlación positiva de la capacidad cardiorrespiratoria (prueba de esfuerzo máximo) y flexibilidad cognitiva.
Hillman et al.	2005	27 niños con edad media de 9.6 años	Evidencias neurofisiológicas de la relación existente entre mejor capacidad aeróbica (<i>PACER</i>) y la memoria de trabajo (ERP - P3).

Conclusiones

1. En diversos países en todo el mundo, la actividad física ha sido relegada en las escuelas a favor de otras materias consideradas como “más importantes”. Sin embargo, se observa cómo la actividad física es adecuada para el desarrollo corporal y cognitivo de las personas (Kubesch et al., 2009).

2. La actividad física es de gran importancia para la maduración de las redes neurales que subyacen al control cognitivo y tiene implicación en la salud y la función ejecutiva durante el desarrollo del individuo (Pontifex et al. 2011)

3. El cambio en los hábitos de los niños y adolescentes ha incrementado los índices de sedentarismo y obesidad, lo que ha repercutido en la salud de los mismos, tanto física como cognitiva (Dehghan, 2005; Verdejo-García et al. 2010; Yu, 2010).

4. La práctica de actividad física es necesaria para aumentar el rendimiento físico y la disminución de la obesidad, lo que está relacionado con el rendimiento cognitivo (Donnelly y Lambourne, 2011).

5. La mejora del funcionamiento mental con el ejercicio físico se produce gracias a la mejora de la función ejecutiva. Está por determinar el tipo, intensidad y duración de los programas de entrenamiento (Tomprowski, Davis, Miller et al. 2008).

6. Quedan aún muchos interrogantes por resolver, en los que habrá

que combinar el estudio psicológico clínico con la neuroimagen, para interpretar correctamente los datos obtenidos. Además, habrá que profundizar en el tipo de actividad física realizada, en función de otros factores ambientales y contextuales (Chaddock et al., 2011).

Referencias

1. Arán, V. (2011). Funciones ejecutivas en niños escolarizados: efectos de la edad y del estrato socioeconómico. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 29(1), 98-113.
2. Banich, M.T. (2009). Executive Function: The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*, 18(2), 89-94.
3. Bausela, E. (2010). Función ejecutiva y desarrollo en la etapa preescolar. *Boletín de la Sociedad de Pediatría*, 50(124), 272-276.
4. Best, J.R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331-351.
5. Best, J.R. (2012). Exergaming immediately enhances children's executive function. *Developmental Psychology*, 48(5), 1501-1510.
6. Blakemore, S.J. & Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: implications for executive

- function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(3), 296-312.
7. Buck, S.M., Hillman, C.H. & Castelli, D.M. (2008). The relation of aerobic fitness to stroop task performance in preadolescent children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(1), 166-172.
 8. Cadavid, N. (2008). Neuropsicología de la construcción de la función ejecutiva. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
 9. Castelli, D., Hillman, C., Buck, S & Erwin, H. (2007). Physical Fitness and Academic Achievement in Third and Fifth grade students. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29, 239-252.
 10. Carlson, M.C., Saczynski, J.S., Rebok, G.W., Seeman, T., Glass, T.A., McGill, S., Tielsch, J., Frick, K.D., Hill, J. & Fried, L.P. (2008). Exploring the effects of an “everyday” activity program on executive function and memory in older adults: Experience Corps. *The Gerontologist*, 48(6), 793-801.
 11. Cepeda, N.J., Cepeda, M.L. & Kramer, A.F. (2000). Task switching and attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 28(3), 213-226.
 12. Chaddock, L., Erickson, K.I., Voss, M., Knecht, A., Pontifex, M., Castelli, D., Hillman, C. & Kramer, A. (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: a randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(32), 1-13.
 13. Chaddock, L., Erickson, K.I., Prakash, R.S., Kim, J.S., Voss, M.W., VanPatter, M., Pontifex, M.B., Raine, L.B., Konkel, A., Hillman, C.H., Cohen, N.J. & Kramer, A.F. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume and memory performance in preadolescent children. *Brain Research*, 1358, 172-83.
 14. Chaddock, L., Hillman, C., Buck, S. & Cohen, N. (2011). Aerobic fitness and executive control of relational memory in preadolescent children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(2), 344-349.
 15. Chaddock, L., Hillman, C., Pontifex, M., Johnson, C., Raine, L. & Kramer, A. (2011). Childhood aerobic fitness predicts cognitive performance one year later. *Journal of Sports Sciences*, 30(5), 421-430.
 16. Chaddock, L., Pontifex, M.B., Hillman, C.H. & Kramer, A.F. (2011). A review of the relation of aerobic fitness and physical activity to brain structure and function in children. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(6), 1-11.
 17. Chang, Y., Liu, S, Yu, H. & Lee Y. (2012). Effect of acute exercise on executive function in children with attention deficit hyperactivity disorder.

- Archives of Clinical Neuropsychology*, 27, 225-237.
18. Chang, Y., Tsai, Y., Chen, T. & Hung, T. (2013). The impacts of coordinative exercise on executive function in Kindergarten children: an ERP study. *Experimental Brain Research*, 225(2), 187-196.
 19. Colcombe SJ., Kramer AF., Erickson KI., Scalf P., McAuley E. & Cohen NJ. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proc Natl Acad Sci*, 101, 3316–21.
 20. Cortis, C., Tessitore, A., Lupo, C., Pesce, C., Fossile, E., Figura, F. & Capranica, L. (2011). Inter-limb coordination, strength, jump and sprint performances following a youth men's basketball game. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 135-142.
 21. Crova, C., Struzzolino, I., Marchetti, R., Masci, I., Vannozzi, J., Forte, R. & Pescado, C. (2014). Cognitively challenging physical activity benefits executive function in overweight children. *Journal of Sports Sciences*, 32(3), 201-212.
 22. Davidson, M.C., Amso, D., Anderson, L.C. & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2078.
 23. Davis, C.L., Tomporowski, P.D., Boyle, C.A., Waller, J.L., Miller, P.H., Naglieri, J.A. & Gregoski, M. (2007). Effects of aerobic exercise on overweight children's cognitive functioning: a randomized controlled trial. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78(5), 510-519.
 24. Davis, C.L., Tomporowski, P.D., McDowell, J E., Austin, B.P., Miller, P.H., Yanasak, N.E., Allison, J.D. & Naglieri, J.A. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial. *Health psychology: official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 30(1), 91-98.
 25. Del Missier, F., Mäntylä, T. & Bruine de Bruin, W. (2010). Executive functions in decision making: An individual differences approach. *Thinking and Reasoning*, 16(2), 69-97.
 26. Dehghan, M., 2005. Childhood obesity, prevalence and prevention. *Nutr. J.* 4, 24–32.
 27. Delextrat, A. & Martínez, A. (2014). Small sided games training improves aerobic capacity and technical skill in basketball players. *International Journal of Sports Medicine*, 30(5), 385-391.
 28. Delis, D.C, Kaplan, E. & Kramer, J.H. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System examiner's manual*. San Antonio, TX: Pearson.

29. Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. En E. Bialystok y F. I. Craik (Eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (pp. 70-95). Oxford: Oxford University Press.
30. Díaz, A., Martín, R., Jiménez, J.E., García, E., Hernández, S. y Rodríguez, C. (2012). Torre de Hanoi: Datos normativos y desarrollo evolutivo de la planificación. *European Journal of Education and Psychology*, 5(1), 79-91.
31. Donnelly, J.E. & Lambourne, K. (2011). Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *Preventive Medicine*, 52(Suppl 1), S36-S42.
32. Drollette, E., Scudder, M., Raine, L., Moore, R., Saliba, B., Pontifex, M. & Hillman, C. (2014). Acute exercise facilitates brain function and cognition in children who need it most: An ERP study of individual differences in inhibitory control capacity. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 7, 53-64.
33. Erickson, K.I., Voss, M., Prakash, R., Basak, C., Chaddock, L., Kim, J., & Kramer, A.F. (2011) Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 3017-3022.
34. Eriksen, B.A. & Eriksen, C.E. (1974). Effects of noise letters in the identification of target letters in a non-search task. *Percept Psychophys*, 16, 143-149.
35. Ferreyra, J., Di Santo, M., Morales, M., Sosa, M., Mottura, E. & Figueroa, C. (2013). Efecto agudo y crónico del ejercicio físico sobre la percepción-atención en jóvenes universitarios. *Calidad de Vida UFLO*, 9,103-106.
36. García, S., Rodríguez, A. & Garzón, A. (2011). Conceptualización de inteligencia táctica en fútbol: consideraciones para el desarrollo de un instrumento de evaluación en campo desde las funciones ejecutivas. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(1), 69-78.
37. Garon, N., Bryson, S. & Smith, I. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31-60.
38. Goldberg, E. y Bougakov, D. (2005). Valoración neuropsicológica de la disfunción del lóbulo frontal. *Psychiatric Clinics of North America*, 28(3) 567-580.
39. Hillman, C.H., Belopolsky, A.V., Snook, E.M., Kramer, A.F. & McAuley, E. (2004). Physical activity and executive control: Implications for increased cognitive health during older adulthood. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 75(2), 176-185.
40. Hillman, C. H., Castelli, D. & Buck, S. M. (2005). Aerobic fitness and cognitive function in healthy

- preadolescent children. *Med. Sci. Sport Exerc.* 37, 1967–1974.
41. Hillman, C.H., Erickson, K.I. & Kramer, A.F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58-65.
 42. Hillman, C.H., Kamijo, K. & Scudder, M. (2011). A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Preventive Medicine*, 52(Suppl 1), S21-S28.
 43. 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.
 44. Hillman, C.H., Pontifex, M.B., Raine, L.B., Castelli, D.M., Hall, E.E. & Kramer, A.F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control of academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159(3), 1044-1054.
 45. Iacono, A. D., Eliakim, A., & Meckel, Y. (2014). Improving Fitness of Elite Handball Players: Small-Sided Games vs. High-Intensity Intermittent Training. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*.
 46. Injoque-Ricle, I. & Burin, D. (2011). Memoria de Trabajo y Planificación en niños: validación de la prueba Torre de Londres. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 3(2), 31-38.
 47. Jacobson, J. & Mattheus, L. (2014). Athletics and executive functioning: How athletic participation and sport type correlate with cognitive performance. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(5), 521-527.
 48. Jones, S. & Drust, B. (2007). Physiological and technical demands of 4 v 4 and 8 v 8 games in elite youth soccer players. *Kinesiology*, 39(2), 150-156.
 49. Kamijo, K., Pontifex, M.B., O’Leary, K.C., Scudder, M.R., Wu, C., Castelli, D.M. & Hillman, C.H. (2011). The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Dev. Sci.*, 14(5), 1046-1058.
 50. Khan, N.A. & Hillman, C.H. (2014). The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: a review. *Pediatric Exercises Science*, 26(2), 138-146.
 51. Kubesch, S., Walk, S., Spitzer, M., Kammer, T., Lainburg, A., Heim, R. & Hille, K. (2009). A 30-minute physical education program improves students’ executive attention. *Mind, Brain, and Education*, 3(4), 235-242.

52. Lezak, M.D. (2004). *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press.
53. Manga, D. y Ramos, F. (2011). El legado de Luria y la neuropsicología escolar. *Psychology, Society, & Education*, 3(1), 1-13.
54. Martínez, M.V. & Manoilloff, L.M. (2011). Evaluación Neuropsicológica de la Función Ejecutiva en Adolescentes con Diferentes Patrones de Consumo de Alcohol. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 2(1), 14-23.
55. Martos, J. & Paula, I. (2011). Una aproximación a las funciones ejecutivas en el trastorno del espectro autista. *Revista de Neurología*, 52(1), 147-153.
56. Memmert, D., Simons, D.J. & Grimme, T. (2009). The relationship between visual attention and expertise in sports. *Psychology of Sport and Exercise*, 10(1), 146-151.
57. Mierau, A., Gerhard, S., Mierau, J. & Strüder, H. (2014). Physical activity and neurocognitive function in children. *Padiatrische Praxis*, 28(1), 27-36.
58. Monti, J.M., Hillman, C.H. & Cohen, N.J. (2012). Aerobic fitness enhances relational memory in preadolescent children: The FITKids randomized control trial. *Hippocampus*, 22, 1876-1882.
59. Naglieri, J.A. & Das, J.P. (1997). *Cognitive assessment system: Interpretive handbook*. Itasca, IL: Riverside Publishing.
60. O'Hare, E.D. y Sowell, E.R. (2008). Imaging developmental changes in gray and white matter in the human brain. En C.A. Nelson y M. Luciana (Eds.), *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience* (pp. 23-38). Cambridge, MA: MIT Press.
61. O'Leary, K.C., Pontifex, M.B., Scudder, M.R., Brown, M.L. & Hillman, C.H. (2011). The effects of single bouts of aerobic exercise, exergaming, and videogame play on cognitive control. *Clinical Neurophysiology*, 122, 1518-1525.
62. Papazian, O., Alfonso, I. & Luzondo, R.J. (2006). Trastornos de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 42(Supl 3), S45-S50.
63. Parada, M., Corral, M., Mota, N., Crego, A., Rodríguez-Holguín, S. y Cadaveira, F. (2012). Executive functioning and alcohol binge drinking in university students. *Addictive Behaviors*, 37(2), 167-172.
64. Pontifex, M., Raine, L., Johnson, C., Chaddock, L., Voss, M., Cohen, N., Kramer, A. & Hillman, C. (2011). Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children. *Journal of cognitive neuroscience*, 23(6), 1332-1345.
65. Ratey, J. (2008). *Spark: The revolutionary new science of exercise*

- and the brain*. New York: Little, Brown.
66. Richland, L.E. y Burchinal, M.R. (2013). Early executive function predicts reasoning development. *Psychological Science*, 24(1), 87-92.
 67. Rigoli, D., Piek, J.P., Kane, R. y Oosterlaan, J. (2012). An examination of the relationship between motor coordination and executive functions in adolescents. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 54(11), 1025-1231.
 68. Rodríguez, M., López, M., García, A. & Rubio, J.C. (2011). Funciones ejecutivas y discapacidad intelectual: evaluación y relevancia. *Campo Abierto*, 30(2), 79-93.
 69. Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. G., Lercari, L. P., & Posner, M. I. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, 42, 1029–1040.
 70. Sampaio, J., Abrantes, C., & Leite, N. (2009). Power, heart rate and perceived exertion responses to 3x3 and 4x4 basketball small sided games. *Revista de Psicología del Deporte*, 18(3), 463-467.
 71. Seitz, L., Riviere, M., De Villarreal, E. & Haff, G. (2014). The athletic performance of elite rugby league players is improved after an 8-week small-sided game training intervention. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(4), 971-976.
 72. Shallice, T. (1994). Multiple levels of control processes. En C. Umiltà & M. Moscovitch (Eds.), *Attention and performance XV* (pp. 395-420). Cambridge, MA: MIT Press.
 73. Smith, P., Blumenthal, J., Hoftman, B., Cooper, H., Strauman, T., Welsh-Bohmer, K., Browndyke, J. & Sherwood, A. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosomatic medicine*, 72(3), 239-252.
 74. Soprano, A. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista de Neurología*, 37(1), 44-50.
 75. Staiano, A., Abraham, A. & Calvert, S. (2012). Competitive versus cooperative exergame play for African American adolescents' executive function skills: short-term effects in a long-term training intervention. *Developmental Psychology*, 48(2), 337-342.
 76. Sternberg S. High-speed scanning in human memory. *Science*. 1966; 153:652–654.
 77. Stroth, S., Kubesh, S., Dieterle, K., Ruchow, M., Heim, R. & Kiefer, M. (2009). Physical fitness, but not acute exercise modulates event-related potential indices for executive control in healthy adolescents. *Brain Research*, 1269, 114-124.
 78. Syväoja, H., Tammelin, T., Ahonen T, Kankaanpää, A. & Kantomaa, M. (2014). The associations of objectively measured physical activity and sedentary time with cognitive functions

- in school-aged children. *PLoS ONE*, 9(7), e103559.
79. Themanson, J., Pontifex, M. & Hillman, C. (2008). Fitness and action monitoring: evidence for improved cognitive flexibility in young adults. *Neuroscience*, 157(2), 319-328.
 80. Tomporowski, P.D. (2006). Physical activity, cognition, and aging: A review of reviews. En L. W. Poon, W.J., Chodzko-Zajko y P. D. Tomporowski (Eds.) *Active living, cognitive functioning, and aging* (pp. 15-32). Champaign, IL: Human Kinetics.
 81. Tomporowski, P.D., Davis, C.L., Lambourne, K., Gregoski, M. & Tkacz, J. (2008). Task switching in overweight children: effects of acute exercise and age. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 30(5), 497.
 82. Tomporowski, P., Davis, C., Miller, P. & Naglieri, J. (2008). Exercise and children's intelligence, cognition, and academic achievement. *Educational Psychology Review*, 20(2), 111-131.
 83. Tomporowski, P.D., Lambourne, K. & Okumura, M.S. (2011). Physical activity interventions and children's mental function: An introduction and overview. *Preventive Medicine*, 52(Suppl 1), S3-S9.
 84. Verdejo-García, A., Pérez-Expósito, M., Schmidt-Río-Valle, J., Fernández-Serrano, M.J., Cruz, F., Pérez-García, M., López-Belmonte, G., Martín-Matillas, M., Martín-Lagos, J.A., Marcos, A. & Campoy, C. (2010). Selective alterations within executive functions in adolescents with excess weight. *Obesity*, 18(8), 1572-1578.
 85. Verdejo, A & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema* 22(2), 227-235.
 86. Verret, C., Guay, M., Berthiaume, C., Gardiner, P. & Béliveau, L. (2012). A physical activity program improves behavior and cognitive functions in children with ADHD: an exploratory study. *Journal of Attention Disorders*, 16(1), 71-80.
 87. Welk GJ., Morrow JRJ. & Falls HB. *Fitnessgram Reference Guide*. Dallas (TX): The Cooper Institute; 2002. p. 5-9.
 88. Wenner, C.J., Bianchi, J., Figueredo, A.J., Rushton, J. y Jacobs, W.J. (2013). Life History theory and social deviance: The mediating role of executive function. *Intelligence*, 41(2), 102-113.
 89. Wu, C., Pontifex, M., Raine, L., Chaddock, L., Voss, M., Kramer, A. & Hillman, C. (2011). Aerobic fitness and response variability in preadolescent children performing a cognitive control task. *Neuropsychology*, 25(3), 333-341.
 90. Yu, Z.B., 2010. Intelligence in relation to obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obes. Rev.* 11, 656-670.

CAPÍTULO III

Toma de decisiones en el deporte y capacidades cognitivas

Toma de decisiones en el deporte y capacidades cognitivas

TRABAJO DE REVISIÓN

Resumen

La toma de decisiones es la capacidad para elegir la ejecución correcta en función de la situación o contexto en el que se desarrolla. En los deportes colectivos, dada la incertidumbre constante del entorno de juego, la capacidad de toma de decisiones es una herramienta básica que va a determinar el rendimiento deportivo. Según las teorías tradicionales, el proceso de toma de decisiones se ha considerado un simple proceso cognitivo de estímulo-respuesta. Sin embargo, debe considerarse un proceso mucho más complejo, resultado de las interacciones del individuo con el medio. De esta manera, el jugador ante una situación que tiene que resolver, analiza los estímulos y el contexto, identifica las características del entorno recuperando la información de su memoria y evalúa la información integrando los conocimientos para tomar una decisión.

Palabras clave: Toma de decisiones, Game Performance Assessment Instrument, deportes colectivos.

Introducción

La capacidad de percepción y la toma de decisiones son fundamentales en el proceso de formación del deportista. (Balagué, Hristovski y Vázquez 2008). En los deportes colectivos donde la situación

de juego cambia de forma constante y se producen fases de gran interacción entre compañeros y adversarios, la percepción y la toma de decisiones son fundamentales para conseguir los objetivos de juego (Berry, Abernethy y Coté, 2008; Carrasco y Soares 2012; García, Moreno, Moreno, Iglesias y Del Villar, 2009; Vila-Maldonado, García y Contreras, 2012).

En estos deportes de cooperación – oposición entran en juego los procesos de percepción, decisión y ejecución dadas las posibilidades de variación del juego y la incertidumbre del contexto que implica modificar continuamente el plan de actuación del deportista para conseguir los objetivos previstos (Echevarri, 2012). Por ello, en el entrenamiento y desarrollo del deportista, se debe fomentar la capacidad de toma de decisiones (percepción, anticipación, capacidad de elección y ejecución) mediante tareas abiertas que planteen distintas posibilidades de actuación (Arias 2008).

La variabilidad de situaciones que se dan en el deporte van a resolverse en base a la interacción de todos los condicionantes que se dan en un determinado momento y que en la literatura internacional se denominan constreñimientos, éstos hacen referencia a los jugadores, al entorno y a la tarea (Araujo, Travassos, Torrents y Vives, 2011). El proceso de toma de decisiones muestra la ejecución de una solución según

una situación determinada para conseguir el objetivo propuesto. Dicha solución emerge de la percepción y exploración del entorno de acuerdo con las posibilidades de acción (*affordances*) y teniendo en cuenta las capacidades del individuo (Araujo, Davids y Hristovski, 2006).

La toma de decisiones es un proceso cognitivo a través del cual el deportista percibe y analiza el contexto buscando, seleccionando y planificando una respuesta adecuada a la situación o problema de juego (Jiménez et al 2010, Jiménez, Sáenz, Ibáñez y Lorenzo, 2012). El deportista observa el contexto de juego, selecciona y discrimina la información relevante, utiliza el conocimiento almacenado en la memoria y elabora la decisión para realizar la ejecución teniendo en cuenta el cómo y cuándo. Por último se produce la retroalimentación que permite al individuo construir y almacenar aprendizaje (Carrasco y Soares 2012).

Perspectivas de la toma de decisiones en el deporte.

Se pueden encontrar, tras la revisión de la literatura existente, diversas teorías que intentan explicar el fenómeno de la toma de decisiones. Entre ellas, podemos destacar las teorías cognitivas – tradicionales. Según dichas teorías, la toma de decisiones se ha considerado un simple proceso cognitivo - mental de estímulo-respuesta en el que el deportista recibe los estímulos del exterior y elabora su respuesta en función de la información almacenada en la memoria. El deportista por tanto debe conocer las decisiones y acciones correctas por adelantado, por lo

que el objetivo de entrenamiento debe ser que el deportista adquiriera el mayor número posible de automatismos y de posibles situaciones estímulo-respuesta. (Balagué et al., 2008).

Sin embargo este modelo presenta algunas limitaciones para explicar la creatividad, flexibilidad y adaptabilidad que caracteriza a los deportistas. Así por ejemplo, no explica cómo surgen nuevos movimientos y coordinaciones de forma espontánea y sin haberlas practicado antes, cómo un mismo entrenamiento produce resultados distintos; el hecho que algunos deportistas no sean capaces de dar la misma respuesta en situaciones de juego y competición; o cómo nuestro cerebro puede almacenar todos los detalles de los distintos contextos y situaciones cambiantes. (Balagué et al., 2008).

Una nueva alternativa de entender el proceso de toma de decisiones la aporta la unión de la psicología ecológica y la teoría de los sistemas dinámicos, bajo el nombre de dinámica ecológica, la cual considera la toma de decisiones consecuencia de la interacción del deportista con el contexto. (Araujo et al 2006; Araujo, 2013). La teoría dinámica ecológica está basada en procesos continuos y activos de exploración y selección de información relevante que sustentan las elecciones del individuo. (García, Araújo, Carvalho y Del Villar 2011; Araujo et al 2006).

Según la Teoría de la Dinámica Ecológica el proceso de toma de decisiones no se produce de forma espontánea en función de un programa que determina la

correcta decisión y acción como en el modelo tradicional, sino que el deportista auto-organiza la información que ofrecen determinados parámetros de control (por ejemplo características del movimiento, distancia entre oponentes, ángulo de ataque, etc.). La presencia constante de cambios en los parámetros de control van a determinar el movimiento y la respuesta del deportista tanto a nivel cuantitativo y cualitativo. (Balagué et al 2008). Vemos por tanto, como según la dinámica ecológica de la toma de decisiones, el control de los movimientos y respuesta de los deportistas se produce por la interacción de éstos con el contexto y en consecuencia, se debe mejorar e intervenir en la capacidad de

detectar y utilizar la información del ambiente atendiendo a los aspectos relevantes según la tarea, el individuo y el ambiente. (Carvalho, Araujo, García e Iglesias 2011).

En general, la toma de decisión en el deporte se puede abordar desde diferentes perspectivas:

- Conciencia de que se está tomando la decisión.
- Consecuencias de la toma de decisión. Observación externa.
- Acción fisiológica en el cerebro. Implicaciones neuroanatómicas.

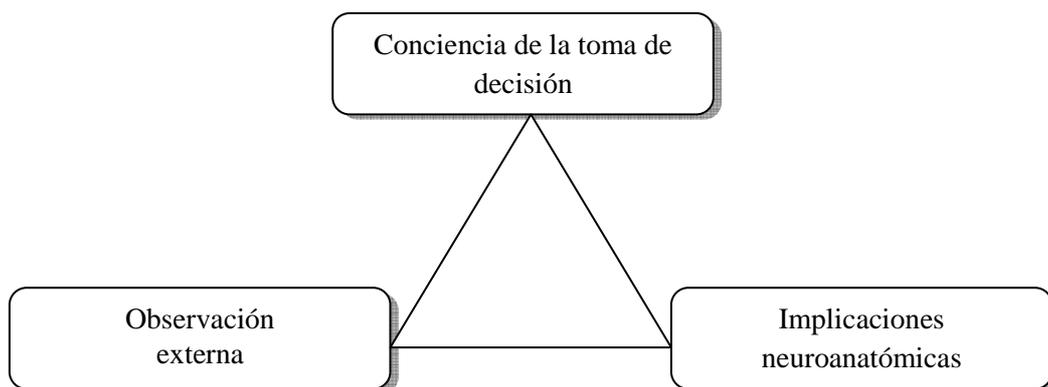


Figura 1. Perspectivas de la toma de decisiones

Variables determinantes en la toma de decisión en el deporte

Para la comprensión de los procesos que subyacen en la toma de decisiones, hay que tener en cuenta la relación entre los individuos (jugadores), el medio ambiente (contexto de juego) y la adaptación, regulación del movimiento en función de

las posibilidades de acción que se detectan (Duarte, Freire, Gazimba y Araújo, 2010).

Son diversas las variables que pueden influir en la toma de decisiones y que son decisivas a la hora de tener éxito en el deporte. Algunas de ellas tienen un carácter interno al participante como las capacidades cognitivas y el nivel emocional y psicológico del individuo (Ruíz y Graupera 2005; Gil et al., 2010; Tenenbaum,

Basevitch, Gershgoren y Filho, 2013). Factores tales como la confianza en las propias posibilidades, la voluntad de ganar, el riesgo percibido, el nivel de conocimiento, experiencia, la fatiga, las preferencias personales y la responsabilidad en el juego, son características personales que van a influir en el proceso de toma de decisiones en el deporte. (Benis y Pachur, 2006; García, Ruíz y Graupera 2009; Jiménez et al. 2012).

Ruíz y Graupera (2005), destacan la existencia de distintos aspectos de carácter personal en la toma de decisiones en el deporte. En primer lugar, la competencia decisional percibida, que es la percepción que tiene el deportista de su competencia para decidir. En segundo lugar, la ansiedad, temor y agobio al decidir, que hace referencia al estrés y miedo que genera la toma de decisiones y está relacionado con los aspectos más negativos de dicho proceso de toma de decisiones. Por último, es importante el compromiso en el aprendizaje decisional, en el que se combina el interés por conocer las características del adversario y la confianza en las instrucciones o plan táctico del entrenador.

En esta línea, Aguilar, Martín y Chiroso (2014) realizaron un estudio con 35 estudiantes de primero de bachillerato ($16,48 \pm 0,89$) con el objetivo de determinar el perfil decisional en deportes colectivos a través del cuestionario de estilo de Decisión en el deporte. Dicho cuestionario mide la competencia decisional percibida, la ansiedad y agobio al decidir y el compromiso de aprendizaje decisional, llegando los autores a la conclusión que el

perfil decisional muestra una “V”, obteniendo valores más bajos de ansiedad al decidir y más altos de competencia decisional percibida y compromiso de aprendizaje decisional. Además, la pericia y experiencia hace que esa “V” se cierre debido al mayor conocimiento del deporte por lo que la toma de decisiones se puede ver beneficiada.

Coll, Pérez y Coll (2014) realizaron un estudio con 122 jugadores de voleibol ($18,89 \pm 5,46$) para analizar la relación entre la competencia emocional y la toma de decisiones, utilizando el cuestionario de Estilos de Toma de Decisión en el deporte y llegaron a la conclusión que un reconocimiento emocional adecuado por parte del deportista le permitirá percibirse más competente a la hora de tomar decisiones, siempre que controle su nivel de ansiedad. Además el nivel de pericia se relaciona con dicha competencia emocional y decisional.

Gil et al. (2010) en un estudio con 132 jugadores de voleibol (12-16 años) llegaron a la conclusión de que la toma de decisiones es un proceso complejo en el que intervienen factores cognitivos, emocionales, motivacionales y subjetivos. Al mismo tiempo, el desarrollo del compromiso decisional va a influir en la motivación del deportista y su adherencia hacia la práctica deportiva. En otro estudio de García, Ruíz y Graupera (2009) con 121 jugadores de voleibol (12-36 años) se puso de manifiesto que el proceso de toma de decisiones está influenciado por las características emocionales, afectivas y motivacionales del deportista y que dicho proceso se va modificando de forma

positiva conforme aumenta el nivel del jugador. Friesen, Devonport, Sellars y Lane (2013) señalaron que los estados emocionales de dos capitanes de equipo de hockey hielo ayudan a coordinar el comportamiento de los jugadores del equipo para responder a los problemas que surgen durante el reto deportivo.

Por otro lado, la toma de decisión de los deportistas tiene que ver con la tarea que debe resolver y con las características del entorno de actuación. De esta manera, la localización del partido (casa o fuera), el marcador, el nivel del oponente, el tiempo disponible, las variables espacio-temporales de los jugadores o la intensidad del ejercicio son factores relacionados con el contexto de juego que van a influir en dicho proceso de toma de decisiones.

Así por ejemplo, Vilar, Araujo, Davis, Correia y Esteves (2013), señalaron que la distancia y velocidad de los defensores y porteros preparados para interceptar el balón, influyó en la decisión de los atacantes para tirar a meta en fútbol-sala. Mulligan, McCracken y Hodges (2012) en un estudio con 23 jugadores de hockey hielo (16.13 ± 0.54 años de edad media) señalaron que la familiaridad situacional sirve para orientar la toma de decisiones al ser capaz el deportista de recuperar en su memoria información de eventos similares.

Por su parte, Refoyo, Sampedro y Sillero (2009) en un estudio con 11 jugadores de baloncesto (17-18 años) estudiaron la relación entre el proceso de toma de decisiones y la intensidad del ejercicio. Concluyeron que cuando aumenta

la intensidad de juego hay un incremento de decisiones tácticas incorrectas. Además, cuando existe una mayor oposición por parte del contrario hay un mayor error en la toma de decisiones así como una mayor exigencia física para conseguir el éxito. Por el contrario, Royal et al. (2006), en un estudio con 14 jugadores de waterpolo (17.2 ± 0.5 años), concluyeron que el aumento de fatiga produce un incremento de la toma de decisiones aunque una disminución de la ejecución técnica.

Variables cognitivas y la toma de decisión en el deporte (revisión sistemática)

Dentro del conjunto de aspectos que pueden influir en la toma de decisiones, las de tipo cognitivo están siendo objeto de un intenso interés en los últimos años. En los deportes colectivos los procesos cognitivos de toma de decisión y selección de respuesta son fundamentales dada la incertidumbre constante del entorno de juego (García, Moreno, Moreno, Iglesias y Del Villar, 2009; Mora-Mérida, Díaz y Elósegui, 2009). En ellos, para un adecuado rendimiento deportivo, será importante percibir e integrar la información proveniente del contexto, junto con el movimiento de los jugadores y el objetivo del juego (Jocelyn y Lee, 2012).

El comportamiento decisional de un deportista está directamente relacionado con la capacidad de gestionar la información e interpretar la situación de juego, lo cual implica los aspectos cognitivos (Poveda y Benítez, 2010). Uno de los factores fundamentales es la

capacidad de percepción, que es la función mental que se relaciona con la detección, discriminación, reconocimiento e identificación de información (Araujo et al., 2006). El ajuste de la acción en función del entorno, la atención, memoria y la evaluación son otros de los componentes cognitivos que determinan la toma de decisiones (Jiménez et al 2012).

Percepción

La percepción es el mecanismo cognitivo a través del cual el ser humano puede ser consciente de los estímulos que le rodean. Le permite al individuo conocer las características del entorno (identificación de objetos, distribución espacio-temporal, etc.), orientando la acción en función de las necesidades y permitiendo su adaptación (Araújo, 2013; Mann, Williams, Ward y Janelle, 2007; Vila-Maldonado et al. 2012). Dado que el ser humano tiene una capacidad limitada en relación al procesamiento de la información del entorno, las estrategias de percepción de los estímulos son necesarias para una adecuada selección de la información relevante que reduzca el número de alternativas decisionales y una toma de decisiones rápida y eficiente (Vila-Maldonado et al. 2012). Esto es especialmente importante en el ámbito deportivo, en el que el deportista debe percibir la información específica de la tarea y tener en cuenta las posibilidades de actuación (*affordances*) para seleccionar la opción más adecuada y que le permita resolver el problema de juego. De esta manera, la información perceptual orienta las acciones de juego y éstas, al mismo tiempo, retroalimentan la percepción de

manera continua y dinámica (Raab, Oliveira y Heinen, 2009).

La información que recibimos del entorno proviene de diversas fuentes. Uno de los sistemas receptores más importante es el visual. Este es especialmente importante en el ámbito deportivo, ya que, permite percibir la información sobre el movimiento de los objetos, la velocidad de vuelo del balón, detectar la posición espacio-temporal y el movimiento de los jugadores, etc. (Faubert y Sidebottom, 2012). Por lo tanto, los procesos perceptivos en el deporte están determinados por las estrategias visuales usadas para analizar el entorno y tomar la información necesaria para la posterior toma de decisiones y ejecución de la respuesta (Vila-Maldonado et al., 2012).

Dichos autores, tras una revisión de las investigaciones sobre el comportamiento visual en el deporte, señalaron que los jugadores expertos presentan patrones de búsqueda visual que responden a estrategias perceptivas deliberadas, con un menor número de fijaciones visuales y de mayor duración. En contraposición, los deportistas menos experimentados recurrían a una estrategia de búsqueda visual basada en el orden de aparición de los eventos. En esta misma línea, Mann et al. (2007) realizaron una revisión sobre los resultados de las investigaciones en habilidades perceptivo-cognitivas y llegaron a la conclusión de que los jugadores expertos son mejores en la captación de índices perceptivos y además su comportamiento visual se basa en el uso de menos fijaciones de mayor duración, incluyendo periodos prolongados de

“tranquilidad” visual. Por lo tanto, una estrategia visual efectiva va a permitir un adecuado desempeño perceptivo-cognitivo y consecuentemente una mejor toma de decisiones.

Otros autores también han estudiado las habilidades perceptivas en el ámbito deportivo. Así, Abernethy, Schorer, Jackson y Hagemann (2012), realizaron tres tipos de entrenamiento de la percepción en una tarea de predicción de la trayectoria del tiro a puerta en balonmano. En uno se daban instrucciones explícitas para guiar la anticipación del portero, en otro se daban señales visuales y verbales que indicaban la dirección del tiro y en el último el portero actuaba en función de su propio juicio (aprendizaje implícito). En el estudio participaron 60 jugadores y aunque en el último caso se observó una mejora del rendimiento (especialmente en situaciones de estrés), todos los grupos mejoraron en relación a su capacidad de anticipación. Por ello los autores concluyen que el entrenamiento de la percepción puede realizarse de diversas formas y su desarrollo mejorará otros aspectos importantes en la toma de decisiones como es la anticipación.

Martínez, López y Sillero (2010), utilizaron la medición del tiempo de reacción para conocer la eficacia de la capacidad perceptiva en 18 jugadores de esgrima. Los autores señalaron que existen diferencias en cuanto al tiempo de reacción en función del tipo de arma (espada, florete y sable) y que la tarea que más tiempo requiere para tomar la decisión del tirador es detectar si el ataque efectuado por el contrario está bien o mal ejecutado. En

consecuencia, para mejorar el tiempo de toma de decisión en esgrima, se deben presentar pocos estímulos para que los deportistas puedan percibirlos de forma clara y precisa.

Roca, Williams y Ford (2012), realizaron un estudio con 48 jugadores de fútbol (20.7 ± 0.54 años) y pusieron de manifiesto que la práctica deportiva específica de fútbol acumulada durante la infancia y la adolescencia fue un fuerte predictor de las capacidades perceptivo-cognitivas de los jugadores de élite. Por su parte, Afonso, Garganta, Mcrobert, Williams y Mesquita, 2012, realizaron un estudio con 27 jugadoras de voleibol (19.1 ± 8.3 años de edad) y pusieron de manifiesto que los jugadores más cualificados y experimentados realizan un mayor número de fijaciones visuales a un mayor número de estímulos. Dichos jugadores son capaces de percibir las áreas funcionales (aquellas intermedias a los focos de visión centrales), gracias a un uso más eficaz de la visión periférica y una mayor capacidad exploratoria de la información. Todo esto permite identificar con mayor precisión los estímulos más significativos en el contexto deportivo.

A menudo, en el ámbito deportivo, dada la gran cantidad de información que se produce, el deportista percibe y discrimina la información relevante guiado por las instrucciones del entrenador y en función de la situación que tiene más probabilidades de ocurrir. Esto puede perjudicar la flexibilidad atencional, es decir, la capacidad de cambiar el foco atencional hacia distintas áreas e impedir la percepción de nuevos estímulos importantes para la

resolución y actuación deportiva. (Furley, Memmert y Heller, 2010). Estos autores, realizaron cuatro experimentos en baloncesto, en los que estudiaron el fenómeno denominado *Inattencional Blindness (IB)* o lo que es lo mismo, ceguera por falta de atención. Consiste en la falta de detección de un evento u objeto inesperado por atender a los aspectos más exigentes o palmarios de la tarea.

En el primer experimento, consistente en la visualización de un video de una situación de juego, participaron 20 jugadores de baloncesto (23.7 ± 3.0 años de edad). Los autores observaron que la mayoría de los participantes no decidieron el pase a un compañero libre que aparecía inesperadamente. Esto era debido a que la atención se centraba en el oponente directo y por lo tanto se producía la ceguera por falta de atención, es decir, los jugadores no percibían dicho compañero libre.

En el segundo experimento, participaron 34 jugadores divididos en dos grupos, novatos (18 jugadores de 22.4 ± 1.4 años) y expertos (16 jugadores de 27.7 ± 3.5 años). Se puso de manifiesto que en los jugadores expertos se producía en menor

medida la *inattencional blindness*, percibiendo el objeto inesperado con mayor frecuencia, lo cual era debido (según los autores) a que los expertos han adquirido mayores habilidades perceptivas. En el tercer experimento se realizó la misma experiencia que en el 1 pero en este caso, en lugar de una visualización en video, se aplicó en la situación de juego real. Participaron 19 jugadores (24.8 ± 3.0) y se observó de igual manera la aparición de la *inattencional blindness*.

Por último, en el experimento número 4, se aumentó la dificultad de la tarea de manera que, los jugadores debían atender a tres posiciones de los pies del oponente (pie izquierdo o derecho adelantado y pies paralelos) y percibir la aparición de un compañero libre inesperado. Participaron 13 jugadores (27.5 ± 5.7) y los autores no observaron un incremento de la *inattencional blindness* a pesar de la mayor complejidad de la demanda atencional. Se consideró que podía ser debido a que la posición de los pies es uno de los estímulos más relevantes para la toma de decisiones en baloncesto y por lo tanto, los jugadores están entrenados en dicha capacidad perceptiva.

Tabla 1. Trabajos que han puesto de relieve la importancia de la percepción

Autores	Año	Conclusiones principales
Araújo	2013	La percepción permite a los seres humanos ser conscientes de su entorno.
Faubert y Sidebottom	2012	Las habilidades perceptivo-cognitivas son fundamentales en el rendimiento de juego. Su desarrollo permite un mayor nivel de procesamiento de la información visual compleja.
Vila-Maldonado et al.	2012	La percepción es una capacidad cognitiva que se caracteriza por la captación de los datos del entorno a través de los sentidos y su posterior interpretación.
Furley, Memmert y Heller	2010	Importancia de la flexibilidad atencional: Capacidad de cambiar foco atencional hacia estímulos nuevos y relevantes.
Raab et al.	2009	Antes de tomar una opción dentro de una tarea dirigida a un objetivo es necesario el proceso perceptivo para entender la información del entorno y generar de esta manera las posibles opciones de actuación.
Mann et al.	2007	La capacidad perceptiva hace referencia a la habilidad para identificar y adquirir información ambiental para su integración con el conocimiento adquirido y de esta manera poder seleccionar y ejecutar la respuesta adecuada.

Tabla 2. Estudios experimentales (Percepción)

Autores	Año	Deporte	Conclusión principal
Abernethy et al.	2012	Balonmano	El entrenamiento de la percepción puede realizarse de diversas formas y su desarrollo mejorará otros aspectos importantes en la toma de decisiones como es la anticipación.
Roca et al.	2012	Fútbol	La práctica deportiva específica de fútbol acumulada durante la infancia y la adolescencia fue un fuerte predictor de las capacidades perceptivos-cognitivas de los jugadores de élite.
Afonso, Garganta, Mcrobert et al.	2012	Voleibol	Los jugadores más experimentados y cualificados tienen mayores estrategias de búsqueda visual y mayor capacidad para percibir los estímulos periféricos.
Martínez et al.	2010	Esgrima	La tarea que más tiempo requiere para tomar la decisión del tirador es detectar si el ataque efectuado por el contrario está bien o mal ejecutado.
Furley, Memmert y Heller	2010	Baloncesto	En el ámbito deportivo se produce la <i>inattencional blindness</i> , es decir, falta de detección de un evento u objeto inesperado por atender a los aspectos más inmediatos de la tarea.

Atención

La capacidad de tomar decisiones eficaces va a depender de la capacidad de atender a los estímulos relevantes y la capacidad de elegir la respuesta dentro del conjunto de *affordances* o posibilidades de actuación en relación a la capacidad del deportista (Afonso, Garganta y Mesquita, 2012; García et al. 2011; Grehaigne, Wallian, Godbout, 2005; Vila-Maldonado et al. 2012). La atención permite seleccionar y filtrar la información relevante. Está determinada por la capacidad de concentración y flexibilidad para cambiar el foco atencional en función de las exigencias y necesidades en cada momento (Poveda y Benítez, 2010).

La atención puede estar impulsada por estímulos o por objetivos. En el primer caso, los receptores sensoriales se van adaptando a los estímulos constantes y regulares, haciéndose menos sensibles a ellos y atendiendo a nuevos estímulos. En el segundo caso, atención por objetivos, se atiende a los estímulos más relevantes, obviando los que no los son (Afonso, Garganta y Mesquita, 2012). Esta atención por objetivos es de gran importancia en el deporte ya que, de esta manera, se filtra y selecciona la información que se recibe y se decide cual es la más idónea en función de la situación que se plantea (Alarcón, Cárdenas, Miranda, Ureña y Piñar, 2010).

Al mismo tiempo que se debe atender a los estímulos relevantes y específicos de una tarea a través de la atención selectiva, el deportista debe tener la capacidad suficiente para atender a otra acción o acciones que se produzcan al mismo tiempo. Es la atención dividida (Afonso, Garganta y Mesquita, 2012; Alarcón et al. 2010).

El foco atencional puede ser a su vez interno o externo. En tareas poco complejas se produce una mayor atención hacia los aspectos relacionados con la ejecución en sí. Sin embargo, los juegos deportivos, en los que se producen situaciones de gran imprevisibilidad e incertidumbre, promueven el mantenimiento de un foco atencional externo (Afonso, Garganta y Mesquita, 2012). Teniendo en cuenta que el canal visual es el de mayor aporte informativo en estos deportes, los procesos de atención van a estar determinados por las estrategias visuales usadas para analizar el entorno y captar la información. Los deportistas expertos presentan patrones de búsqueda de información visual en base a estrategias perceptivas deliberadas mientras que los menos experimentados presentan una búsqueda visual en base al orden de aparición de los estímulos (Vila-Maldonado et al. 2012).

Tabla 3. Trabajos que han puesto de relieve la importancia de la atención

Autores	Año	Conclusiones principales
Afonso, Garganta y Mesquita	2012	La atención en los juegos deportivos debe ser selectiva, guiada por los objetivos de juego y centrada en aspectos externos.
Faubert y Sidebottom	2012	Para el rendimiento deportivo es fundamental la capacidad de centrar la atención hacia la información visual crítica y relevante.
Vila-Maldonado et al.	2012	La localización de los estímulos relevantes es esencial para disminuir la incertidumbre inherente al contexto deportivo. Esto puede mejorarse a través del entrenamiento de la capacidad visual.
García et al.	2011	Es necesario focalizar la atención en los elementos importantes del entorno mediante el desarrollo de patrones de búsqueda visual que hagan efectivo el tiempo disponible para el análisis del contexto.
Poveda, Benítez	2010	La atención juega un papel muy importante en la toma de decisión en el deporte, ya que permite seleccionar, dentro de los estímulos que se suceden, aquellos que son relevantes frente a los que no lo son.
Bossard, Kermarrec	2010	Uno de los aspectos decisivos en la toma de decisiones es la capacidad de dirigir la atención (estrategia visual) hacia la información relevante.
Grehaigne et al.	2005	Un verdadero aprendizaje de los deportes de equipo implica el desarrollo de la capacidad de observación, evaluación y selección de la información relevante.

Diversos estudios han puesto de manifiesto la importancia de la mejora de la atención, influyendo en la capacidad para tomar decisiones. Así por ejemplo, Fruchart, Paques y Mullet (2010) compararon la forma en que los jugadores noveles y experimentados utilizan la información durante un partido de baloncesto y de balonmano. En dicho estudio participaron 240 jugadores de baloncesto y balonmano (12 a 18 años) y los autores llegaron a la conclusión de que la toma de decisiones es diferente entre los jugadores principiantes y expertos, actuando en función de la importancia que le dan a la información que reciben durante el juego. De esta manera, el reinicio rápido de la jugada se produce mayoritariamente: en partido oficial *vs* amistoso, ante superioridad numérica, en baloncesto *vs*

balonmano, perdiendo *vs* ganando, poco tiempo de juego *vs* mayor tiempo y jugadores menos experimentados *vs* expertos.

En esta misma línea, Rulence, Fruchart, Dru y Mullet (2005) en un estudio con 257 jugadores de fútbol (12-15 años), pusieron de manifiesto que los jugadores más jóvenes deciden un inicio rápido del juego después de marcar gol principalmente cuando el equipo va perdiendo, frente a los jugadores más experimentados que tienen en cuenta, además del marcador, otras variables como la importancia del partido, el tiempo de juego y la superioridad numérica.

Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn y Philippaerts (2007) en un estudio con 87

adolescentes (14.7 ± 0.5) en el que utilizaron SSG en fútbol, observaron un incremento del tiempo de decisión al aumentar el número de jugadores debido a la mayor complejidad de la información. Además señalaron que la atención desempeña un papel fundamental en la toma de decisiones, teniendo los jugadores con mayor nivel de experiencia una mayor capacidad para atender a la información relevante en función de las exigencias del juego.

Buszard, Farrow y Kemp (2013), señalaron que la capacidad de atender a la información relevante puede modificarse en función del tipo de instrucciones que se den. En su trabajo con 46 jugadores de fútbol australiano (23.4 ± 4.2 años), establecieron tres situaciones o tipo de instrucciones: la primera en la que el objetivo era mantener el balón lejos del defensor, la segunda en la que se debía elegir la primera opción y una tercera sin ningún tipo de instrucciones. Los autores

señalaron que en el segundo caso, se reducía la atención hacia la información relevante al no coincidir necesariamente, la primera opción con la más adecuada o correcta.

Alarcón et al. (2010), en un trabajo con 10 jugadores de baloncesto de 21 años de edad media, pusieron de manifiesto que tras un programa de entrenamiento cognitivo se consigue mejorar la capacidad de atender a los estímulos más importantes. Por último, Duarte et al. (2010) en un trabajo con seis jugadores de fútbol (11 años de edad media) llegaron a la conclusión de que los jugadores actúan en función del proceso de exploración para detectar la información relevante. De esta manera, en situaciones 1vs1, los jugadores consideraron como más importante la información proveniente de la distancia interpersonal y la velocidad relativa entre los jugadores.

Tabla 4. Estudios experimentales (Atención)

Autores	Año	Deporte	Conclusión principal
Alarcón et al.	2010	Baloncesto	El entrenamiento cognitivo mejora la capacidad de atención selectiva.
Duarte et al.	2010	Fútbol	En situaciones 1vs1 la información relevante proviene de la distancia interpersonal y la velocidad relativa.
Fruchart et al.	1010	Baloncesto - Balonmano	Los jugadores actúan en función de la importancia que le dan a la información que reciben durante el juego. Los jugadores menos experimentados optan mayoritariamente por un inicio rápido de la jugada.
Vaeyens et al.	2007	Fútbol	Los jugadores con mayor nivel de experiencia tienen una mayor capacidad para atender a la información relevante y tomar las decisiones adecuadas.
Rulence et al.	2005	Fútbol	El jugador más joven decide el reinicio rápido de juego principalmente cuando el equipo va perdiendo.

Memoria

La memoria es un proceso cognitivo activo, dinámico y sensible al aprendizaje que incorpora el conocimiento acumulado y permite comparar la información nueva, proveniente de los estímulos, con la almacenada en dicha estructura de conocimiento (Afonso, Garganta y Mesquita, 2012). La memoria permite disponer de un conocimiento organizado cuya recuperación facilitará la toma de decisiones (Poveda, Benítez, 2010).

Dentro de la psicología cognitiva se pueden distinguir dos tipos de conocimiento: declarativo y procedimental. El conocimiento declarativo es el conjunto de saberes acerca de los atributos y características de un objeto. Se identifica con el saber teórico, el “saber qué”. En el caso del deporte incluiría los fundamentos técnico-tácticos, aspectos reglamentarios y principios generales de juego. El conocimiento procedimental hace referencia al conocimiento sobre cómo hacer algo. Se identifica con el “saber cómo”, es el conocimiento sobre qué movimiento hay que realizar en una determinada acción, cómo actuar y resolver problemas motores (Bossard y Kermarrec, 2010; García, Moreno et al. 2009; Gil et al. 2012; Otero, González y Calvo, 2012).

La toma de decisiones y las acciones de los deportistas están influenciadas por las estructuras del conocimiento almacenadas en la memoria. El conocimiento en el deporte influye en procesos como la atención, el comportamiento visual, la anticipación, la selección de la respuesta y la ejecución (Afonso, Garganta y Mesquita, 2012;

Alarcón et al. 2010; García et al. 2011; García, Moreno et al. 2009; Gil et al. 2012; Poveda y Benítez, 2010; Vila-Maldonado et al. 2012).

Se considera que los deportistas que acumulan mayor experiencia poseen un conocimiento (declarativo y procedimental) superior, más variado, sofisticado y estructurado. Esto posibilita un acceso más rápido y eficaz de la información almacenada en la memoria junto con el desarrollo y utilización de un mayor número y una mayor variedad de conceptos durante el juego. Estos conceptos hacen referencia a condiciones, tales como puntos fuertes y débiles del rival y del propio jugador, expectativas, marcador, entorno, etc., y a acciones que se suceden durante el juego, tales como desplazamientos, secuencias temporales de las acciones, etc. De esta forma se extrae información más detallada y de calidad del contexto de juego, lo cual permite tomar decisiones más acertadas (García et al. 2011; Poveda y Benítez, 2010).

Diversos estudios han estudiado esta relación entre el conocimiento almacenado y el proceso de toma de decisiones. Por ejemplo, García, Moreno et al. (2009) en un estudio con 12 jugadores de tenis (17 ± 0.75 años), pusieron de manifiesto que un mayor conocimiento general y específico permite acceder más fácilmente al mismo durante el juego lo que conlleva una mayor y mejor toma de decisiones. Los autores observaron una mayor decisión adecuada y ejecución exitosa en el servicio y en el resto de golpes en expertos en relación a los tenistas noveles. A la misma conclusión llegaron Gil et al. (2012) en un estudio con 219 jugadores/as de voleibol con edades

comprendidas entre 14 y 16 años. Los autores observaron que el conocimiento declarativo y procedimental era mayor en los sujetos que participaron a nivel nacional respecto a los de nivel regional y escolar.

Fernández, Moreno, Gil, Claver y Moreno (2014) estudiaron la influencia del rendimiento y la experiencia en el conocimiento procedimental en 301 jugadores/as de voleibol de la categoría cadete (14-16 años). Los resultados mostraron que existe una relación lineal y significativa entre la experiencia y el conocimiento procedimental.

Iglesias, Sanz, García, Cervelló y Del Villar (2005), analizaron el efecto de un programa de supervisión reflexiva en el conocimiento del juego, la toma de decisiones y la ejecución en situación real de juego con 12 jugadores de baloncesto (categoría infantil). El programa consistió en el visionado y posterior reflexión sobre las acciones de los jugadores en competición y se concluyó que el programa era eficaz para la mejora de la capacidad de análisis de los deportistas y para la

capacidad de elegir la respuesta más eficaz (proceso de toma de decisiones). Además, se produjo una mejora en la ejecución, es decir, la mejor selección de la respuesta aumentó las probabilidades de éxito durante la competición.

Alarcón et al. (2010), en su estudio con 10 jugadores de baloncesto de 21 años de edad media, observaron que un mayor conocimiento de los principios de juego ayudaba a mejorar la capacidad para percibir la información relevante, disminuyendo el grado de incertidumbre. Por su parte, Furley y Memmert (2012) realizaron dos experimentos en baloncesto y hockey hielo y señalaron que una alta capacidad de memoria de trabajo posibilita por un lado, una mayor capacidad de centrar la atención en la información relevante, mantener la concentración en el juego y evitar la distracción de estímulos auditivos irrelevantes, y por otro, una mayor capacidad de tomar decisiones adecuadas a la situación de juego, al disponer de mayores recursos cognitivos y no tener que recurrir únicamente a las instrucciones tácticas del entrenador.

Tabla 5. Trabajos que han puesto de relieve la importancia de la memoria

Autores	Año	Conclusiones principales
Afonso, Garganta y Mesquita	2012	La toma de decisiones está mediatizada por las estructuras de conocimiento almacenadas en la memoria. Proporciona una sólida base para la atención y la anticipación. Favorece el pensamiento intuitivo y estratégico. El conocimiento almacenado en la memoria potencia la percepción de los estímulos relevantes para la toma de decisiones.
Otero et al.	2012	Existen dos tipos de conocimiento: declarativo (conjunto de saberes teóricos de un deporte) y procedimental (saber cómo resolver problemas motores).
Gil et al.	2012	Un mayor nivel de conocimiento va a permitir un mejor funcionamiento perceptivo-cognitivo, detectando la información relevante, accediendo a la información de la memoria de forma eficaz y tomando las decisiones de forma rápida y precisa.
Vila-Maldonado et al.	2012	La experiencia permite adquirir estructuras de conocimiento que son guardadas en la memoria para ser utilizadas cuando se requieren.
García et al.	2011	Las estructuras de conocimiento almacenadas en la memoria condicionan la toma de decisiones.
Poveda, Benítez	2010	La memoria permite al deportista disponer de un conocimiento organizado que le facilitará la toma de decisiones y la elaboración de planes de acción adecuados al contexto.
Bossard y Kermarrec	2010	Uno de los aspectos decisivos en la toma de decisiones es la capacidad de memoria y la capacidad de activación y recuperación del conocimiento almacenado en la misma.
García, Moreno et al.	2009	Es importante el desarrollo de una buena base de conocimiento para la adquisición de una buena destreza en las habilidades de toma de decisiones.

Tabla 6. Estudios experimentales (Memoria)

Autores	Año	Deporte	Conclusión principal
Fernández et al.	2014	Voleibol	Importancia de la experiencia para el desarrollo del conocimiento procedimental
Gil et al.	2012	Voleibol	El conocimiento declarativo y procedimental es diferente en función del nivel de la competición.
Furley y Memmert	2012	Baloncesto Hockey hielo	Una alta capacidad de memoria de trabajo permite una mejor atención selectiva y mayor capacidad de toma de decisiones en función de la situación de juego.
Alarcón et al.	2010	Baloncesto	El conocimiento del deportista sobre el deporte mejora la capacidad de percibir la información relevante favoreciendo la toma de decisiones.
García, Moreno et al.	2009	Tenis	Un mayor conocimiento general y específico conlleva una mayor y mejor toma de decisiones.
Iglesias et al.	2005	Baloncesto	La supervisión reflexiva mejora la capacidad de análisis, el proceso de toma de decisiones, la ejecución, el conocimiento general del juego y las probabilidades de éxito durante la competición. A mayor conocimiento mayor capacidad de toma de decisiones.

Función ejecutiva

Una de las habilidades fundamentales para la toma de decisión es la función ejecutiva. Esta capacidad permite coordinar la información que percibimos, su procesamiento (atención, memoria y emociones) y poner en marcha la respuesta consecuente (ejecución motora) ante situaciones novedosas y complejas (Verdejo y Bergara, 2010). La función ejecutiva es un constructo que se emplea para aglutinar a un conjunto de capacidades necesarias para organizar y planificar una tarea, seleccionar adecuadamente los objetivos, iniciar un plan de acción y mantenerlo mentalmente, ser flexible en las estrategias para alcanzar una meta o inhibir estímulos irrelevantes (Soprano, 2003; Franco y Sousa, 2011; García, Rodríguez y Garzón, 2011; Injoque-Ricle y Burín, 2011; Martínez y Manoiloff, 2011; Martos y Paula, 2011).

La función ejecutiva hace referencia a procesos cognitivos como la anticipación, la planificación, la selección y organización de la conducta, la autorregulación, la memoria de trabajo, la inhibición de conductas inadecuadas, la resolución de problemas y la flexibilidad cognitiva (Cadavid, 2008; Casterlenas, 2012; Franco y Sousa, 2011; García et al. 2011; Ingrid, 2010; Injoque-Ricle y Burín, 2011; Martínez y Manoiloff, 2011; Martos y Paula, 2011; Rodríguez, López, García y Rubio, 2011; Soprano, 2003; Tomprowski, Davis, Miller y Naglieri, 2008; Valencia, 2014).

Todas estas capacidades y mecanismos son necesarios para resolver problemas, tomar decisiones, regular el comportamiento, relacionarse y adaptarse al medio, realizar tareas nuevas y complejas y adquirir aprendizaje (Cadavid, 2008; Martos y Paula 2011). Con el objetivo de solucionar los distintos problemas que se plantean al individuo, la función ejecutiva pone en funcionamiento la atención selectiva, busca la información almacenada en la memoria, planifica el plan de acción considerando riesgos y beneficios para consecuentemente, tomar una decisión y llevar a cabo la acción (Papazian, Alfonso y Luzondo, 2006). Por lo tanto, los procesos implicados en la función ejecutiva se pondrán en funcionamiento cuando un individuo se encuentra ante una situación en la que surgen distintas opciones y requieren tomar una decisión (Franco y Sousa 2011).

Planificación

Es uno de los procesos de la función ejecutiva que se refiere a la identificación, elaboración y organización de la tarea para enfrentarse a un problema y conseguir los objetivos. (Casterlanas, 2012; Ingrid, 2010; Injoque y Burin, 2011). Para planificar hay que analizar alternativas, organizar la información identificando los elementos relevantes de la misma, controlar los impulsos, regular los procesos de atención y la memoria, elegir la estrategia y diseñar el plan de acción antes de tomar la decisión final (Cadavid, 2008; Soprano 2003; Papazian et al. 2006).

Flexibilidad cognitiva

Es otro de los procesos de la función ejecutiva que hace referencia a la capacidad de regular el pensamiento y la conducta en función de las demandas de la situación (Soprano, 2003; Ingrid, 2010; Martos y Paula, 2011). Implica el análisis de las consecuencias de la propia conducta, el aprendizaje de los errores, la inhibición de patrones de respuesta y la generación de nuevas estrategias para la resolución de problemas (Casterlanas, 2010). Del Missier, Mäntylä y Bruine de Bruin (2010) en un estudio con 116 estudiantes (23.45 años de edad media), pusieron de manifiesto que existe una relación entre la toma de decisiones y la función ejecutiva. Concretamente, la flexibilidad cognitiva contribuye a que el individuo sea más sensible a los cambios que se producen en una determinada situación, valorando el riesgo de la acción y de esta manera estar más capacitado para resolver las tareas.

Inhibición

Proceso de la función ejecutiva que permite ignorar los estímulos irrelevantes y suprimir las acciones no deseadas o comportamientos prepotentes en el

desempeño de una tarea (Martos y Paula, 2011). A través de la inhibición se posibilita resistir a los impulsos, controlar la interferencia, evitar la distracción, aplazar una respuesta y detener o interrumpir una respuesta predominante (Cadavid, 2008). Comprende los procesos de inhibición de la atención a través de los mecanismos atencionales selectivos y la inhibición de una respuesta dominante a través de los procesos de selección (Casterlanas, 2012). Todo ello permite la regulación y el control del comportamiento (Martos y Paula, 2011).

Del Missier et al. (2010) en su estudio con 116 estudiantes (23.45 años) señalaron que la inhibición juega un papel importante en mantener la información relevante para la tarea y suprimir las interferencias o información irrelevante. De esta manera, el proceso de la información relevante va a mejorar los procedimientos de elección y selección de la respuesta adecuada. Verburch, Scherder, Van Lange y Oosterlaan (2014) en un estudio con 126 futbolistas de 11,8 años de edad media llegaron a la conclusión que la capacidad de inhibición, imprescindible para tener éxito en el deporte, es mayor en los deportistas de más alto nivel.

Tabla 7. Trabajos que han puesto de relieve la importancia de la función ejecutiva

Autor	Año	Conclusiones principales
Verburgh et al.	2014	El control inhibitorio (imprescindible para tener éxito en el deporte) es mayor en los deportistas de mayor nivel.
Casterlanas	2012	La función ejecutiva permite la resolución de problemas a través de sus componentes de planificación, inhibición y flexibilidad cognitiva.
Franco y Sousa	2011	Los procesos de la función ejecutiva se activan ante una situación con distintas opciones de respuesta y que requiere tomar una decisión.
García et al.	2011	La función ejecutiva se relaciona con el conjunto de habilidades psicológicas básicas del rendimiento deportivo como son la sensación, la percepción, la atención, la toma de decisiones y el pensamiento.
Injoque-Ricle y Burín	2011	Función ejecutiva: habilidades cognitivas que permiten el control atencional, la flexibilidad cognitiva, el establecimiento de metas, la planificación de un plan de acción y la resolución de problemas.
Martínez y Manoiloff	2011	La función ejecutiva incluye la formulación de objetivos, planificación, inicio de la respuesta, inhibición de respuestas inapropiadas, flexibilidad, auto-modificación de la conducta, capacidad de razonamiento, control de la atención, memoria de trabajo y toma de decisiones.
Martos y Paula	2011	La función ejecutiva incluye las habilidades de planificación, memoria de trabajo, inhibición y control de impulsos, cambio atencional, flexibilidad cognitiva, iniciación y autorregulación de la acción. Permite la resolución de problemas de manera eficaz.
Rodríguez et al.	2011	Función ejecutiva: Conjunto de habilidades cognitivas que permiten la adaptación del individuo a situaciones nuevas y cambiantes. Incluye la toma de decisiones.
Del Missier et al.	2010	La función ejecutiva contribuye a los procesos de control de la toma de decisiones, jugando un papel decisivo la inhibición y la flexibilidad cognitiva.
Ingrid	2010	Función ejecutiva. Capacidades cognitivas que permiten la resolución de situaciones imprevistas, nuevas y cambiantes. Se compone de procesos como la toma de decisiones.
Verdejo y Bergara	2010	Función ejecutiva: Conjunto de procesos que se coordinan para recuperar la información almacenada, tomar decisiones, anticipar los posibles resultados de distintas opciones de respuesta y planificar las actuaciones.
Cadavid	2008	Función ejecutiva: Proceso deliberado de control del comportamiento. Habilidades necesarias para resolver problemas, tomar decisiones, corregir errores, regular cognitiva y emocionalmente el comportamiento, adaptarse al medio y adquirir aprendizaje.
Tomprowski et al.	2008	La función ejecutiva está involucrada en la resolución de problemas ante estímulos complejos en los que hay que seleccionar, organizar la información y ejecutar una respuesta adecuada.
Papazian et al.	2006	Función ejecutiva: Conjunto de procesos mentales para resolver problemas, tomar decisiones y llevar a cabo una acción.
Soprano	2003	Función ejecutiva: Conjunto de procesos cognitivos que permiten organizar, planificar, seleccionar y memorizar la información para anticipar y ejecutar una tarea flexibilizando la conducta con el objetivo de resolver los problemas de forma eficaz.

La anticipación como determinante del éxito en la acción deportiva

Como hemos visto, las funciones ejecutivas regulan la conducta y gracias a los distintos procesos que la conforman, permiten la resolución eficaz de las situaciones de juego bajo criterios como la rapidez, exactitud y anticipación de los posibles resultados de las distintas opciones de respuesta (Soprano, 2003; Verdejo y Bechara 2010; García et al. 2011). De esta manera, podemos tener más éxito en las acciones a llevar a cabo durante el juego deportivo.

En dicho contexto deportivo, existe una estrecha relación entre la precisión de la toma de decisiones y el tiempo requerido para la acción. La situación de incertidumbre de los juegos deportivos hace que sea importante adoptar estrategias de anticipación que permiten, en función de la atención a los estímulos relevantes, predecir el resultado de la acción (Afonso, Garganta y Mesquita, 2012; Vila-Maldonado, 2012). Junto a esta previsión de determinados acontecimientos en función de la situación de juego, es importante el desarrollo de la capacidad de ocultar el plan de acción al oponente, evitando que éste opte por la mejor opción y se anticipe a nuestra actuación (Poveda, Benítez, 2010).

En la capacidad de anticipación se debe considerar la predicción del tiempo que conlleva la propia acción del deportista, la predicción de la duración de la acción del oponente y la predicción de la alteración del medio y de las posibles consecuencias de la acción (Poveda, Benítez, 2010). Es decir, hay que considerar las acciones previas

para conseguir información que ayude a predecir las circunstancias de la situación y el tiempo o momento en que sucederán para poder anticiparse (Faubert y Sidebottom, 2012). Los elementos que condicionan el proceso de anticipación son las posibilidades de predicción de lo que va a suceder, la rapidez de los indicios, el tiempo de presencia de dichos indicios y la complejidad de las acciones técnicas (Poveda, Benítez, 2010).

Teóricamente, la adopción de estrategias de anticipación va a favorecer el rendimiento deportivo, ya que, el deportista podrá comenzar su actuación ofensiva o defensiva antes que el oponente, sin embargo, si no se opta por la decisión correcta los procesos de anticipación pueden no llevar al éxito deportivo (Poveda, Benítez, 2010). Una estrategia de espera puede permitir atender y recoger más información relevante para la elección de la respuesta correcta y el aumento del éxito de la actuación. Sin embargo, si se aplica la acción demasiado tarde puede no conseguirse el éxito deportivo (Afonso, Garganta y Mesquita, 2012).

En consecuencia, la anticipación debe abordarse en función de la tarea y el contexto específico. En los juegos deportivos se debe establecer una estrecha comunicación con los compañeros e interpretar de forma adecuada la información proveniente de la acción del adversario, evitando las estrategias de engaño de los mismos. Para ello, se requiere la participación de la memoria, que permite tener un buen conocimiento de las probabilidades de la situación (Afonso, Garganta y Mesquita, 2012).

Tabla 8. Trabajos que han puesto de relieve la importancia de la anticipación

Autores	Año	Conclusiones principales
Afonso, Garganta y Mesquita	2012	La estrategia de anticipación puede potenciar el rendimiento deportivo, sin embargo en ocasiones puede aumentar los errores durante el juego debido a las estrategias de contra-comunicación de los oponentes.
Faubert y Sidebottom	2012	La lectura de los movimientos de los jugadores permite anticipar las acciones de juego.
Vila-Maldonado et al.	2012	La anticipación es la habilidad para predecir un evento antes de que ocurra y reconocer el patrón de juego en función de la información obtenida del contexto de juego.
García et al.	2011	La función ejecutiva permite la resolución más eficaz de las situaciones de juego bajo los criterios de rapidez, exactitud y anticipación.
Poveda, Benítez	2010	La previsión de que puedan suceder determinados acontecimientos es una variable que facilita la toma de decisiones.
Verdejo y Bechara	2010	La función ejecutiva es el conjunto de procesos que se coordinan para recuperar la información almacenada, tomar decisiones, anticipar los posibles resultados de distintas opciones de respuesta y planificar las actuaciones.

Enseñanza y mejora de la toma de decisiones en el deporte

De acuerdo con los supuestos teóricos de la dinámica ecológica, el entrenamiento y mejora de la toma de decisiones deberá basarse en la realización de situaciones – problema que impliquen los procesos cognitivos (atención, memoria y anticipación) y los procesos emocionales (interpretación y confianza) (Carvalho et al 2011; Davids, Araujo, Correia y Vilar, 2013; Poveda y Benítez 2010). La variabilidad de las condiciones de práctica de estas situaciones - problema, aumenta la incertidumbre por lo que el deportista deberá seleccionar los comportamientos y tareas en base a la información relevante que le permitan alcanzar el objetivo de juego. (Carvalho et al 2011).

La enseñanza deportiva ha evolucionado desde un modelo tradicional hacia un aprendizaje contextual y comprensivo que implique la toma de decisiones, se adapte a las necesidades del deportista y éste sea capaz de construir su propio aprendizaje (Serra, González y García 2011). Surge de esta manera la enseñanza comprensiva, en la que se pone énfasis en el aprendizaje práctico, auténtico, con significado y en la que se debe priorizar la capacidad del deportista para analizar de forma reflexiva las acciones del juego (Montalbán, 2014; Aguilar, Ramón, 2007; Iglesias et al. 2005). Esta enseñanza implica el planteamiento de situaciones en las que se mantiene la esencia y estructura del juego real, modificando algunos de sus componentes (Iglesias et al. 2005; Serra et al. 2011).

Por ello, en los deportes de equipo el juego real modificado (*small side game*) se considera fundamental para el desarrollo del deportista y es una de las herramientas más útiles para la mejora de la capacidad de percepción y la toma de decisiones (Davids et al. 2013; Berry et al., 2008), en ellos se incluyen aspectos cognitivos, emocionales, físicos y motrices que permiten el fomento de la práctica y adherencia de actividad física y la consecuente promoción de un estilo de vida saludable (Serra, García, Sánchez-Mora 2011).

Diversos estudios ponen de manifiesto esta relación entre el juego real modificado (*small side game*) y la toma de decisiones. Así en un estudio realizado por Berry et al. (2008), se puso de manifiesto que la práctica de juego real modificado se relaciona de forma positiva con la capacidad de percepción y toma de decisiones en 32 jugadores de la liga de fútbol australiano (15 a 18 años) de distinto nivel de experiencia y destreza. Otro estudio de Serra et al. (2011) con 21 jugadores de fútbol de 8-9 años en el que se utilizaron dos formatos de SSG 3x3, señaló que el juego real modificado produce un mayor porcentaje de decisiones y ejecuciones adecuadas y de éxito.

Blomqvist, Vääntinen y Luhtanen (2005) en un estudio con 12 estudiantes de secundaria (12-14 años) utilizaron tres formatos de SSG 3x3 en fútbol y pusieron de manifiesto que la toma de decisiones es tan importante como la ejecución técnica y ambas determinan el rendimiento de juego durante estas actividades. Duarte et al. (2010) estudiaron el proceso de toma de decisiones en situaciones de 1x1 con seis

jugadores de fútbol (11 años de edad media) y llegaron a la conclusión de que en este tipo de situaciones, la toma de decisiones está influenciada por la distancia interpersonal y la velocidad relativa entre los jugadores. Esto pone de manifiesto que el proceso de toma de decisiones es dependiente del contexto y en él destaca la importancia del trabajo de exploración de la información por parte de los jugadores.

Aguilar, Chiroso, Martín y Chiroso (2012) estudiaron el proceso de toma de decisiones en situaciones reducidas de igualdad numérica (3x3) y desigualdad numérica (3x2) en balonmano, con 12 alumnos de bachillerato (16-18 años) y concluyeron que en situaciones de superioridad numérica, los atacantes pueden decidir y ejecutar correctamente más acciones. En otro trabajo con 12 jugadoras de baloncesto de alto nivel, Jiménez et al. (2012) analizaron el proceso de toma de decisiones en situaciones 1x1 y 2x2 en baloncesto y concluyeron que algunos de los elementos clave para la toma de decisiones son la oposición, los compañeros, el tiempo disponible y el momento o contexto en el que se produce.

En otro estudio, Cordovil et al. (2009) realizaron dos experimentos con 10 jugadores (17-19 años) en situación de 1x1 en baloncesto. En el primero de ellos estudiaron la influencia del tipo de instrucciones (neutrales, de riesgo y conservadoras) en la toma de decisiones y en el segundo estudiaron la relación entre las características antropométricas de los jugadores y dicho proceso de toma de decisiones. Se observó que tanto el tipo de instrucciones como las características

antropométricas de los jugadores influyen en el proceso de toma de decisiones.

Young y Rogers (2013), en un trabajo con 25 jugadoras de fútbol (17.4 ± 0.7 años), compararon un trabajo de entrenamiento de velocidad (sprint con cambios de dirección) con un entrenamiento basado en SSG (2 vs 2 en terreno 15x15 y 4 vs 4 en terreno 20x23) sobre el test de agilidad Planned-AFL y el tiempo de reacción. Los autores observaron una disminución del tiempo de decisión y el tiempo de respuesta de movimiento en el grupo de entrenamiento basado en SSG, lo cual indica (según los autores) que dicho tipo de entrenamiento produce una mejora de la agilidad, la velocidad de la toma de decisiones y la velocidad de movimiento.

En esta misma línea, Zois, Obispo, Fairweather, Bola y Aughey (2013) compararon un trabajo intermitente (2x25 minutos en cinta) con un trabajo basado en SSG (2 vs 2 en terreno 20x12) sobre el rendimiento de 8 jugadores de fútbol

masculino (23.6 ± 4.1). Los autores concluyeron que el trabajo intermitente producía una mejora de la fuerza de piernas mientras que el entrenamiento basado en SSG producía una mejora de la ejecución y la habilidad en el juego.

Por último, Vaeyens et al. (2007) en un estudio con 87 adolescentes (14.7 ± 0.5) en el que utilizaron SSG en fútbol con los siguientes formatos: 2x2, 3x1, 3x2, 4x3 y 5x3, señalaron que el nivel de habilidad y experiencia, así como la proporción de jugadores atacantes y defensores, determinaba la selección, el procesamiento de la información y la toma de decisiones. En general, los autores observaron un incremento del tiempo de decisión al aumentar el número de jugadores debido a la mayor complejidad de la información. Además señalaron que los jugadores con mayor nivel de experiencia tienen una mayor capacidad para atender a la información relevante y tomar las decisiones adecuadas en función del juego.

Tabla 9. Trabajos que han puesto de relieve la relación entre SSG y toma de decisiones

Autores	Año	Deporte - SSG	Conclusión principal
Young y Rogers	2013	Fútbol Entrenamiento velocidad 4 vs 4 2 vs 2	SSG aumentan la velocidad de toma de decisiones y la velocidad de movimiento
Zois et al.	2013	Fútbol 2x25' en cinta 2 vs 2	Mejora de la ejecución y la habilidad en el juego con el entrenamiento basado en SSG
Aguilar et al.	2012	Balónmano 3 vs 3 3 vs 2	En situaciones de superioridad numérica, los atacantes pueden decidir y ejecutar correctamente más acciones.
Jiménez et al.	2012	Baloncesto 1 vs 1 2 vs 2	Elementos clave para la toma de decisiones son la oposición, los compañeros, el tiempo disponible y el momento o contexto en el que se produce la acción.
Serra et al.	2011	Fútbol 3 vs 3	Mayor porcentaje de decisiones y ejecuciones adecuadas y de éxito.
Duarte et al.	2010	Fútbol 1x1	La toma de decisiones está influenciada por la distancia interpersonal y la velocidad relativa entre los jugadores.
Cordovil et al.	2009	Baloncesto 1x1	El tipo de instrucciones y las características antropométricas de los jugadores influyen en el proceso de toma de decisiones.
Berry et al.	2008	Fútbol australiano Juegos modificados deliberados (basketball, cricket, Square...)	Incremento de la capacidad de percepción y toma de decisiones.
Vaeyens et al.	2007	Fútbol 2x2, 3x1, 3x2, 4x3 y 5x3	Incremento del tiempo de decisión al aumentar el número de jugadores.
Blomqvist et al.	2005	Fútbol 3x3	Incremento de la comprensión de juego y capacidad de toma de decisiones.

Game Performance Assessment Instrument (GPAI)

El GPAI es un sistema multidimensional diseñado para evaluar los comportamientos de los deportistas en situaciones reales de juego, demostrando de esta manera la comprensión táctica, así como la habilidad para resolver problemas tácticos mediante la selección y aplicación de las habilidades apropiadas (Oslin, Mitchell y Griffin 1998). Es por tanto, una herramienta de observación y codificación del rendimiento de juego, que incorpora la

toma de decisiones, las acciones de apoyo y la ejecución de habilidades, estando asociado de esta manera a la resolución de los problemas tácticos en los deportes de equipo (Figueredo, Lago y Fernández 2008; García et al. 2011; Pereira, Castro, Mesquita y Moreno 2009).

Surge como oposición a los tradicionales instrumentos de valoración deportiva, en los que sólo se considera la dimensión técnica (Pereira et al. 2009) y es un instrumento flexible cuyos componentes

pueden ser aplicados a todas las categorías de los deportes colectivos (Figueiredo et al. 2008). Según Memmert y Harvey (2008) las ventajas del uso del GPAI son que se puede adaptar a varios deportes y actividades de juego, que tiene la capacidad de medir habilidades ofensivas y defensivas con y sin balón y, por último que permite la evaluación de la ejecución técnica y la toma de decisiones.

Los componentes del GPAI son siete (Oslin et al. 1998):

1. Base. Retorno adecuado de un jugador a su posición entre tentativas de habilidades.
2. Ajuste. Movimientos ofensivos y defensivos necesarios para mantener el flujo de juego.

3. Toma de decisiones. Elección de la respuesta adecuada sobre qué hacer con el móvil durante el juego.
4. Ejecución técnica. Eficiente ejecución de la habilidad técnica seleccionada.
5. Apoyo. Movimiento sin balón hacia la posición de recibir un pase.
6. Cobertura. Apoyo defensivo al jugador con balón o que se mueve hacia el mismo.
7. Guardia/marca. Defensa del oponente con o sin balón.

El cálculo de los distintos índices y resultados del rendimiento se pueden ver en la siguiente tabla:

Resultado de las variables	Cálculo
Índice de toma de decisión (TD)	Número de decisiones acertadas / número de decisiones erróneas
Índice de ejecución de habilidades (EH)	Número de ejecuciones de habilidades acertadas / número de ejecuciones de habilidades erróneas
Índice de acciones de apoyo (AA)	Número de movimientos acertados de apoyo / número de movimientos erróneos de apoyo
Rendimiento global en el juego	$(TD + EH + AA) / 3$

Los componentes individuales del rendimiento en el juego, fueron desarrollados y evaluados por expertos para determinar su validez y fiabilidad. El protocolo del GPAI fue probado en tres categorías de juegos: invasión (fútbol y baloncesto), de red (voleibol) y softball. Su validez y fiabilidad fue examinada por dieciocho especialistas de educación física y en general, las respuestas de los estudiantes mostraron que el GPAI es un método fiable y válido para evaluar el rendimiento de juego (Oslin et al. 1998).

Mitchell et al en el 2006 (2ª ed.) conceptualizaron las siguientes fórmulas para los índices de cada componente e índices globales:

- a) Índice de Toma de Decisiones (ITD)

$$ITD = Da / (Da + Di)$$

- b) Índice de Ejecución Técnica (IET):

$$IET = ETa / (ETa + ETi)$$

c) Índice de Apoyo (IA):

$$IA = Aa / (Aa + Ai)$$

Aunque dichos autores solo desarrollaron los índices anteriores, se podrían obtener el índice de marcaje y cobertura con el mismo procedimiento (cociente resultado de las conductas adecuadas entre la suma de las adecuadas e inadecuadas).

d) Índice de Cobertura (IC):

$$IC = Ca / (Ca + Ci)$$

e) Índice de Marcaje (IM):

$$IM = Ma / (Ma + Mi)$$

Índices globales:

Índice de Participación en el juego (IPJ)

$$IPJ = Da + Di + ETi + ETa + Aa$$

Índice de Rendimiento en el Juego (IRJ)

$$IRJ = ITD + IET + IA/3$$

Del mismo modo, se podrían obtener los índices globales anteriores, incluyendo los componentes de cobertura y marcaje:

$$IPJ = Da + Di + ETi + ETa + Aa + Ca + Ma$$

$$IRJ = ITD + IET + IA + IC + IM/5$$

Diversos estudios han estudiado el comportamiento de los jugadores y el rendimiento deportivo a través del GPAI.

Así por ejemplo, Pereira et al (2009) analizaron el desempeño táctico (toma de decisiones) y las acciones sin balón de dos juegos modificados (1x1 y 2x2) en voleibol. Observaron 1513 acciones de juego durante 20 sesiones de educación física en 6 grupos de tercer ciclo de primaria. Los resultados pusieron de manifiesto que los alumnos poseen poca capacidad táctica, lo cual se demostró por el bajo porcentaje de envío del balón a espacios vacíos (tanto en el saque como en la finalización de la jugada) y por un mal ajuste posicional en las acciones sin balón para la construcción del ataque. Moreno (2010) analizó el efecto de un programa de supervisión reflexiva en la toma de decisiones y rendimiento de juego utilizando el sistema GPAI, con 8 jugadores de voleibol y se llegó a la conclusión de que el programa influye significativamente en el proceso de toma de decisiones aumentando el rendimiento en el juego.

Otero et al. (2012) estudiaron la implicación del alumno en su proceso de evaluación en situaciones 2x1 en fútbol, utilizando el sistema GPAI con 6 expertos y 46 alumnos de 6º de primaria (11-12 años). Dichos autores llegaron a la conclusión de que la utilización de dicho instrumento GPAI produce un aumento de la motivación e implicación del alumnado en su proceso de evaluación de los deportes de invasión. Por último, Aguilar et al. (2012) estudiaron el rendimiento y la toma de decisiones en balonmano con 12 alumnos de bachillerato (16-18 años) en situaciones reducidas de igualdad numérica (3x3) y desigualdad numérica (3x2) y señalaron que los atacantes en superioridad numérica decidieron y ejecutaron correctamente más acciones.

Tabla 10. Trabajos que han estudiado rendimiento deportivo a través del GPAI

Autores	Año	Deporte - SSG	Conclusión principal
Aguilar et al.	2012	Balonmano 3x3 3x2	En situaciones de superioridad numérica, los atacantes pueden decidir y ejecutar correctamente más acciones.
Otero et al.	2012	Fútbol 2x1	La utilización del GPAI produce un aumento de la motivación e implicación del alumnado en su proceso de evaluación.
Moreno	2010	Voleibol	La supervisión reflexiva influye positivamente en la toma de decisiones y el rendimiento de juego.
Pereira et al.	2009	Voleibol 1x1 2x2	Bajo porcentaje de envío del balón a espacios vacíos (tanto en el saque como en la finalización de la jugada) y mal ajuste posicional en las acciones sin balón para la construcción del ataque.

Conclusiones

- La toma de decisiones es un proceso dinámico resultado de la interacción del individuo con el contexto.
- La toma de decisiones está mediatizada por los procesos cognitivos que engloban la función ejecutiva como son: la anticipación, la planificación, la selección y organización de la conducta, la autorregulación, la inhibición de respuestas inadecuadas y la flexibilidad cognitiva.
- Los jugadores más experimentados presentan una mayor capacidad para resolver problemas de juego. Esto se produce en base a un mayor conocimiento y una mayor capacidad de percepción y de toma de decisiones.
- Una estrategia visual efectiva va a permitir un adecuado desempeño perceptivo-cognitivo y consecuentemente una mejor toma de decisiones.
- La anticipación debe abordarse en función de la tarea y el contexto de juego y requiere tener un buen conocimiento de las probabilidades de la situación, para lo cual, se requiere la participación de la memoria.
- El GPAI es una herramienta de observación de la toma de decisiones durante el juego.

Referencias

1. Abernethy, B., Schorer, J., Jackson, C. & Hagemann, N. (2012). Perceptual training methods compared: The relative efficacy of different approaches to enhancing sport-specific anticipation. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 18(2), 143-153.
2. Afonso, J., Garganta, J. & Mesquita, I. (2012). A tomada de decisão no desporto: o papel da atenção, da antecipação e da memória. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 14(5), 592-601.
3. Afonso, J., Garganta, J., Mcrobert, A. Williams, A. & Mesquita, I. (2012). The perceptual cognitive processes underpinning skilled performance in volleyball: Evidence from eye-movements and verbal reports of thinking involving an in situ representative task. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(2), 339-345.
4. Aguilar, R. & Ramón, G. (2007). La solución mental y la solución motriz en escolares de ambos sexos de 4º, 5º y 6º y sus implicaciones en la enseñanza de los juegos colectivos. *Educación Física y Deporte*, 26(1), 73-85.
5. Alarcón, F., Cárdenas, D., Miranda, M.T., Ureña, N & Piñar M.I. (2010). La mejora de la capacidad de atención selectiva del jugador de baloncesto. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 5(14), 101-108.
6. Aguilar, J., Chiroso, L.J., Martín I. & Chiroso, I.J. (2012). Influencia del número de jugadores/as en la toma de decisiones y el rendimiento en la enseñanza del balonmano. *Revista de Ciencias del Deporte*, 8(3), 253-263.
7. Araújo, D. (2013). The study of decision-making behavior in sport. *International Journal of Sport Science*, 9(31), 1-4.
8. Araújo, D., Travassos, B., Torrents, C. & Vives, M. (2011). La toma de decisiones en el deporte escolar. Un ejemplo aplicado al fútbol. *Innovació en Educació Física (IN & EF)*, 3(2), 1-7.
9. Araujo, D., Davids, K. & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise* 7(6), 653-676.
10. Arias, J.L. (2008). El proceso de formación deportiva en la iniciación a los deportes colectivos fundamentado en las características del deportista experto. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 13, 28-32.
11. Balagué, N., Hristovski, R. & Vázquez, P. (2008). Ecological dynamics approach to decision making in sport. Training issues.

- Journal Education Physical Training and Sport*, 4(71), 11-22.
12. Benis, W. & Pachur, T. (2006). Fast and frugal heuristics in sports. *Psychology of sport and exercise*, 7(6), 611-629.
13. Berry, J., Abemethy, B., & Coté, J. (2008). The contribution of structured activity and deliberate play to the development of expert perceptual and decision-making skill. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 3 (6), 685-708.
14. Blomqvist, M., Vääntinen, T. & Luhtanen, P. (2005). Assessment of secondary school students' decision-making and game-play ability in soccer. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 10(2), 107-119.
15. Bossard, C. & Kermarrec, G. (2010). La prise de decision des joueurs de sports collectives. Une revue de question en psychologie du sport. *Movement & Sport Science*, 73(1), 3-22.
16. Buszard, T., Farrow, D. & Kemp, J. (2013). Examining the influence of acute instructional approaches on the decision-making performance of experienced team field sport players. *Journal of Sports Sciences*, 31(3), 238-247.
17. Cadavid, N. (2008). Neuropsicología de la construcción de la función ejecutiva. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
18. Carrasco, F. (2012). Análisis de los procesos cognitivos de los jugadores de voleibol en la acción de defensa. Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura.
19. Carvalho, J., Araújo, D., García, L. & Iglesias, D. (2011). El entrenamiento de la toma de decisiones en el tenis: ¿qué fundamentos científicos se pueden aplicar en los programas de entrenamiento? *Revista de Psicología del Deporte*, 2 (2), 767-783.
20. Casterlenas, D. (2012). Desempeño de las funciones ejecutivas en niñas y niños de zonas populares de Caracas. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela.
21. Coll, M. V. G., Pérez, L. M. R., & Coll, C. G. (2014). Competencia emocional y percepción de toma de decisiones en jugadores de voleibol. *Athlos: Revista internacional de ciencias sociales de la actividad física, el juego y el deporte*, (6), 9-24.
22. Cordovil, R., Araújo, D., Davids, K., Gouveia, L., Barreiros, J., Fernandes, O. & Serpa, S. (2009). The influence of instructions and body-scaling as constraints on decision-making processes in team sports. *European Journal of Sport Science*, 9(3), 169-179.

23. Davids, K., Araujo, D., Correia, V. y Vilar, L. (2013). How small-sided and conditioned games enhance acquisition of movement and decision making skills. *Exercises and Sport Sciences Reviews*, 41(3), 154-161.
24. Del Missier, F., Mäntylä, T. & Bruine de Bruin, W. (2010). Executive functions in decision making: An individual differences approach. *Thinking & Reasoning*, 16(2), 69-97.
25. Duarte, R., Freire, L., Gazimba, V. & Araújo, D. (2010). A Emergência da Tomada de Decisão no Futebol: da Decisão Individual para a Colectiva. *Psicologia do desporto: actas do VII Simpósio Nacional de Investigação em Psicologia. Universidade do Minho, Portugal*, 1829-1839.
26. Echevarri, J.A. (2012). Algunas consideraciones sobre los deportes de cooperación y oposición. *Revista de Educación Física*, 1(1), 79-87.
27. Faubert, J. & Sidebottom, L. (2012). Perceptual-Cognitive Training of Athletes. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 6(1), 85-102.
28. Fernández-Echeverría, C., Arroyo, A. M., Arias, A. G., Rabaz, F. C., & Arroyo, M. P. M. (2014). Estudio del conocimiento procedimental, experiencia y rendimiento, en jóvenes jugadores de voleibol. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (25), 13-16.
29. Figueiredo, L.M., Lago, C. & Fernández, M.A. (2008). Análisis del efecto de un modelo de evaluación recíproca sobre el aprendizaje de los deportes de equipo en el contexto escolar. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 21(1), 99-117.
30. Franco, J. & Sousa, L. (2011). Lóbulos frontales y funciones ejecutivas. *Revista del Hospital Privado de Comunidad*, 14(1), 11-13.
31. Friesen, A., Devonport, T., Sellars, C. & Lane, A. (2013). A narrative account of decision-making and interpersonal emotion regulation using a social-functional approach to emotions. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(2), 203-214.
32. Fruchart, E.; Paques, P. & Mullet, E. (2010). Decision-making in basketball and handball games: A developmental perspective. *European Review of Applied Psychology*, 60(1), 27-34.
33. Furley, P., Memmert, D. & Heller, C. (2010). The dark side of visual awareness in sport: Inattention blindness in a real-world basketball task. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(5), 1327-1337.

34. Furley, P. & Memmert, D. (2012). Working memory capacity as controlled attention in tactical decision making. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 34(3), 322-344.
35. García, V., Ruíz, L.M. & Graupera, J.L. (2009). Perfiles decisionales de jugadores y jugadoras de voleibol de distinto nivel de pericia. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 5(4), 123-137.
36. García, L., Moreno, M.P., Moreno, A., Iglesias, D. & Del Villar, F. (2009). Estudio de la relación entre conocimiento y toma de decisiones en jugadores de tenis, y su influencia en la pericia deportiva. *International Journal of Sport Science*, 5(17), 60-75.
37. García, L., Araújo, D., Carvalho, J. & Del Villar, F. (2011). Panorámica de las teorías y métodos de investigación en torno a la toma de decisiones en el tenis. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(2), 645-666.
38. García, S., Rodríguez, A. & Garzón, A. (2011). Conceptualización de inteligencia táctica en fútbol: consideraciones para el desarrollo de un instrumento de evaluación en campo desde las funciones ejecutivas. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(1), 69-78.
39. Gil, A., Jiménez, R., Moreno, M.P., Moreno, B., Del Villar, F. & García, L. (2010). Análisis de la motivación intrínseca a través de las necesidades psicológicas básicas y la dimensión subjetiva de la toma de decisiones en jugadores de voleibol. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 5(1), 29-44.
40. Gil, A.; Del Villar, F.; Claver, F.; Moreno, A., García, L. & Moreno, P. (2012). ¿Existe relación entre el nivel de competición y el conocimiento del juego en voleibol? *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 21(1), 53-57.
41. Gréhaigne, J.F., Wallian, N. & Godbout, P. (2005). Tactical-decision learning model and students' practices. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 10(3), 255-269.
42. Iglesias, D., Sanz, D., García, T., Cervelló, E.M. & Del Villar, F. (2005). Influencia de un programa de supervisión reflexiva sobre la toma de decisiones y la ejecución del pase en jóvenes jugadores de baloncesto. *Revista de Psicología del Deporte*, 14(2), 209-223.
43. Ingrid Buller P. (2010). Evaluación neuropsicológica efectiva de la función ejecutiva. Propuesta de compilación de pruebas neuropsicológicas para la

- evaluación del funcionamiento ejecutivo. *Cuadernos de Neuropsicología*, 4(1), 63-86.
44. Injoque-Ricle, I. & Burin, D. (2011). Memoria de Trabajo y Planificación en niños: validación de la prueba Torre de Londres. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 3(2), 31-38.
45. Jiménez, A.C.; Sáenz, P.; Ibáñez, S.J. & Lorenzo, A. (2012). Percepción de las jugadoras internacionales de baloncesto sobre su toma de decisiones. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 12(47), 589-609.
46. Mann, D., Williams, A., Ward, P. & Janelle, C. (2007). *Journal of Sport & Exercise Psychology* 29(4), 457-478.
47. Martínez de Quel, Ó., López E., Sillero M. & Saucedo F. (2010). La toma de decisión en tareas de entrenamiento de la esgrima y su relación con el tiempo de reacción. *Revista de Ciencias del Deporte*, 7(Suppl.), 3-12.
48. Martínez, M.V. & Manoilloff, L.M. (2011). Evaluación Neuropsicológica de la Función Ejecutiva en Adolescentes con Diferentes Patrones de Consumo de Alcohol. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 2(1), 14-23.
49. Martos, J. & Paula, I. (2011). Una aproximación a las funciones ejecutivas en el trastorno del espectro autista. *Revista de Neurología*, 52(1), 147-153.
50. Memmert, D. & Harvey, S. (2008). The Game Performance Assessment Instrument (GPAI): Some concerns and solutions for further development. *Journal of Teaching in Physical Education*, 27(2), 220-240.
51. Montalbán, J. (2014). Aproximación metodológica en la escuela de tenis: un camino hacia la autonomía y comprensión. *Revista Pedagógica Adal*, 16(27), 25-29.
52. Mora-Mérida, J.A., Díaz, J. & Elósegui, E. (2009). Estudio de las estrategias cognitivas en algunos deportes con interacción motriz y sin interacción motriz. *Revista de Psicología del Deporte*, 18(2), 165-180.
53. Moreno, A. (2010). Aplicación de un programa de supervisión reflexiva para la optimización del conocimiento, la toma de decisiones y la ejecución en jugadores de voleibol en etapas de formación. Tesis doctoral. Edita: Universidad de Extremadura Servicio de Publicaciones.
54. Mulligan, D., McCracken, J. & Hodges, N. (2012). Situational familiarity and its relation to decision quality in ice-hockey,

- International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 10(3), 198-210.
55. Oslin, J.L., Mitchell, S.A. & Griffin, L.L. (1998). The Game Performance Assessment Instrument (GPAI): Development and preliminary validation. *Journal of Teaching in Physical Education*, 17(2), 231-243.
 56. Otero, F.M., González, J.A. & Calvo, A. (2012). Validación de instrumentos para la medición del conocimiento declarativo y procedimental y la toma de decisiones en el fútbol escolar. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación* 22, 65-69.
 57. Papazian, O., Alfonso, I & Luzondo, R.J. (2006). Trastornos de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 42(3), 45-50.
 58. Pereira, F., Castro, A., Mesquita, I. & Moreno, P. (2009). Análisis del desempeño táctico en voleibol en contexto escolar. *Revista Española de Educación Física y Deporte*, 12, 11-26.
 59. Poveda, J. & Benítez, J.D. (2010). Fundamentos teóricos y aplicación práctica de la toma de decisiones en el deporte. *Revista de Ciencias del Deporte*, 6(2), 101-110.
 60. Raab, M., Oliveira, R. & Heinen, T. (2009). How do people perceive and generate options? *Progress in Brain Research*, 174, 49-59.
 61. Refoyo, I., Sampedro, J. & Sillero, M. (2009). The relationship between exercise intensity and performance in drills aimed at improving the proficiency, technical and tactical skills of basketball players. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 14(5), 1-10.
 62. Roca, A, Williams, A. & Ford, P. (2012): Developmental activities and the acquisition of superior anticipation and decision making in soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1643-1652.
 63. Rodríguez, M., López, M., García, A. & Rubio, J.C. (2011). Funciones ejecutivas y discapacidad intelectual: evaluación y relevancia. *Campo Abierto*, 30(2), 79-93.
 64. Royal, K., Farrow, D., Mújica, I., Halson, S. & Pyne, D. y Abernethy, B. (2006). The effects of fatigue on decision making and shooting skill performance in water polo players. *Journal of Sport Sciences*, 24(8), 807-815.
 65. Ruíz, L.M. & Graupera, J.L. (2005). Dimensión subjetiva de la toma de decisiones en el deporte: desarrollo y validación del cuestionario CETD de estilo de decisión en el deporte. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 14, 95-107.

66. Rulence, P., Fruchart, E., Dru, V. & Mullet, E. (2005). Decision-making in soccer games: A developmental perspective. *European Review of Applied Psychology*, 55(2), 131-136.
67. Sánchez, J. A., Tamayo, I. M., & Ríos, L. J. C. (2014). Estudio de la dimensión subjetiva de la toma de decisiones en estudiantes de bachillerato mediante el cuestionario de estilo de decisión en el deporte (CETD). *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, 9(1), 209-220.
68. Serra, J., García, L.M. & Sánchez-Mora, D. (2011). El juego modificado, recurso metodológico en el fútbol de iniciación. Retos. *Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 20, 37-42.
69. Serra, J., González, S. & García, L.M. (2011). Comparación del rendimiento de juego de jugadores de fútbol de 8-9 años en dos juegos modificados 3 contra 3. *Cuadernos de Psicología*, 11(2), 77-91.
70. Soprano, A. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista de Neurología*, 37(1), 44-50.
71. Tenenbaum, G., Basevitch, I., Gershgoren, L. & Filho, E. (2013). Emotions–decision-making in sport: Theoretical conceptualization and experimental evidence. *International Journal of Sport and Exercise Psychology* 11(2),151-168.
72. Tomporowski, P., Davis, C., Miller, P. y Naglieri, J. (2008). Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educational Psychology Review*, 20(2), 111-131.
73. Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A.M., Mazyn, L & Philippaerts, R.M. (2007). The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(2), 147-169.
74. Valencia Agudo, F. (2014). Funciones Ejecutivas: Concepto, evaluación y rehabilitación.
75. Verburch, L., Königs, M., Scherder, E. & Oosterlaan, J. (2014). Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. *British Journal of Sport Medicine*, 48(12), 973-979.
76. Verburg, L., Scherder, E., Van Lange, P. & Oosterlaan, J. (2014). Executive functioning in highly talented soccer players. *PLoS ONE* 9(3), e91254.
77. Verdejo, A & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones

- ejecutivas. *Psicothema* 22(2), 227-235.
78. Vila-Maldonado, S., García, L.M. & Contreras, O.R. (2012). The research of the visual behaviour, from the cognitive-perceptual focus and the decision making in sports. *Journal of Sport and Health Research* 4(2), 137-156.
79. Vilar, L., Araújo, D., Davids, K., Correia, V. & Esteves, P. (2013): Spatial-temporal constraints on decision-making during shooting performance in the team sport of futsal. *Journal of Sports Sciences* 30 (12), 1285-1293.
80. Young, W., & Rogers, N. (2014). Effects of small-sided game and change-of-direction training on reactive agility and change-of-direction speed. *Journal of sports sciences*, 32(4), 307-314.
81. Zois, J., Obispo, D., Fairweather, I., Bola, K & Aughey, R. (2013). High intensity re-warm-ups enhance soccer performance. *International Journal of Sport Medicine*, 34(9), 800-805.

CAPÍTULO IV

Metodología y objetivos

Metodología y objetivos

La prevalencia de inactividad física es motivo de preocupación ya que una proporción importante de los jóvenes tienen niveles de actividad física inferiores a los deseables para una buena salud, manteniéndose estos bajos niveles estables desde la adolescencia a la edad adulta. El motivo principal que genera este trabajo es la convicción de la necesidad de incrementar el número de horas semanales de Educación Física programadas en los colegios, dadas las carencias existentes de actividad física en la sociedad actual, y en concreto en una edad tan delicada como es la adolescencia. Uno de los objetivos de esta investigación es estudiar los efectos producidos por el incremento de 90 minutos semanales de práctica física basada en SSG en un centro escolar de educación secundaria.

Otro de los propósitos que tiene este trabajo es sentar las bases para investigar de forma más profunda el impacto que tiene la práctica física sobre variables de tipo cognitivo que inciden en el aprendizaje de los niños y adolescentes. En los centros escolares se presta más atención a las tareas de tipo cognitivo que a las físicas, olvidándose en muchas ocasiones que la salud biológica de las personas es fundamental para obtener resultados en otras dimensiones de la persona. Tanto en el estudio I como en el II, el objetivo principal fue analizar los efectos de un programa de actividad física, basada en juegos reducidos 3vs 3 sobre la función ejecutiva. Del mismo modo, nos planteamos como objetivo relacionar

aspectos vinculados a la función ejecutiva con la toma de decisiones en situaciones de juego real, para evaluar los nexos de unión entre ambos factores. En el estudio III el objetivo es analizar la toma de decisiones en juegos reducidos 3 vs 3 y determinar su evolución tras el programa. En el estudio IV el objetivo es analizar los efectos del programa de actividad física sobre la percepción subjetiva del esfuerzo, la frecuencia cardíaca y conductas colectivas como la participación en el juego.

Para cumplir estos objetivos, se llevó a cabo un programa de intervención en un periodo de tiempo estructurado y constando de dos partes fundamentales: el programa propiamente dicho y la evaluación. Esta última tiene por objetivo conocer el estado inicial de nuestros estudiantes y conocer los cambios producidos por el programa de intervención. La intervención duró 8 semanas y consistió en aumentar la práctica física semanal en 90 minutos (grupo experimental), en una sesión de 60 y otra de 30 minutos (implementadas en días diferentes a las clases de Educación Física y en horario escolar), pasando de 120 minutos (clases de educación física ordinarias) a 210 minutos semanales. Durante el programa, ambos grupos siguieron las sesiones programadas en clases de educación física, divididas en un primer bloque de deportes colectivos (enseñanza del baloncesto) y un segundo de expresión corporal (aerobic y bailes modernos). Para poder llevar a cabo el estudio, la asignatura de proyecto

integrado se adaptó para realizar el programa, de modo que no se alterase el resto de las horas de clase. También se utilizó un recreo a la semana.

En la sesión de 60 minutos se efectuaron 6 juegos reducidos 3 vs. 3 (2 de fútbol sin portero, 2 de baloncesto y 2 de balonmano sin portero) y en la sesión de 30 minutos 3 juegos reducidos 3 vs 3 (1 de fútbol sin portero, 1 de baloncesto y 1 de balonmano sin portero). En ambas sesiones los juegos tuvieron una duración de 6 minutos cada uno y un descanso de 1 minuto, así como un calentamiento de 7 minutos que consistió en ejercicios de activación, movilidad articular y en un juego 3 vs. 3 en el que había que mantener la posesión de un balón de gomaespuma utilizando para las acciones de pase y recepción las manos. El área de juego total fue, para cada ejercicio, de 240 m² (20x12 m), siendo el área relativa por jugador de 40 m².

Los instrumentos utilizados fueron los siguientes.

a) *Trail Making Test*, formas A y B (Reitan, 1958; Reitan, 1992; Tombaugh, 2004). Estas pruebas evalúan fundamentalmente la atención y la flexibilidad cognitiva.

b) Tests Dígitos (D) y Letras y Números (LN) de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños (*WISC-IV*; Wechsler, 2003, 2005). Estas dos pruebas se emplean para evaluar la memoria de trabajo.

c) *Test Stroop* (Stroop, 1935; Golden, 1994). Este instrumento, que consta de tres pruebas, se emplea para

evaluar la función ejecutiva, en concreto la capacidad para seleccionar información, inhibiendo respuestas automáticas y formulando las adecuadas (Soprano, 2003).

d) Evaluación de parámetros de condición física para la distribución de la muestra y el control de la actividad. Una de las pruebas utilizadas fue el test de *Course Navette* (*EUROFIT*, 1993) para calcular, de forma indirecta, el consumo máximo de oxígeno (VO_2max). También se ha empleado un bioimpedanciómetro (Tanita® *Body Composition Monitor* modelo BF-350) para medir el porcentaje de masa grasa, magra e índice de masa corporal, introduciendo previamente la altura.

e) *Game Performance Assessment Instrument* (GPAI). Sistema multidimensional diseñado para evaluar los comportamientos de los deportistas en situaciones reales de juego, demostrando de esta manera la comprensión táctica, así como la habilidad para resolver problemas tácticos mediante la selección y aplicación de las habilidades apropiadas (Oslin, Mitchell y Griffin 1998).

Se llevaron a cabo las siguientes actuaciones:

Se informó, por escrito, al centro escolar y a los padres de los alumnos sobre el estudio que se quería realizar. Tras ello, se obtuvo consentimiento informado de los padres y el permiso de la dirección del centro. Además, durante el proceso de la investigación, también se respetaron los principios de la declaración de Helsinki.

Se efectuaron dos evaluaciones, antes y después del programa de intervención, empleándose en cada una de

ellas 30 minutos por alumno, para las pruebas neuropsicológicas y de composición corporal. Tras obtener los datos iniciales se formaron al azar los grupos control y experimental, aunque en función de la composición corporal y consumo de oxígeno máximo, para partir de grupos con valores similares en estas medidas.

Diseño

El diseño utilizado ha sido cuasi-experimental, con dos grupos aleatorizados. Como variables independientes se definieron el *grupo*, con dos niveles (control y experimental) manipulados intersujetos y la variable pre-post con dos niveles y manipulados intrasujeto. El estudio cuasi-experimental se utiliza dentro del contexto psicológico y social ya que, por razones prácticas y éticas, los estudios de carácter aplicado que se generan en dichos contextos, son imposibles de realizarlos mediante métodos experimentales. El diseño, permite realizar una evaluación antes y después de la intervención y debido a que la asignación de las unidades de observación no es al azar, busca el estudio de los cambios que se observan en los sujetos en función del tiempo.

Se ha trabajado por tanto con una muestra natural, en este caso se seleccionó de un centro escolar de la localidad de Priego de Córdoba. Tras la toma de datos, se distribuyó a los participantes al azar en los grupos control y experimental, teniendo en cuenta las variables género, composición corporal y consumo máximo de oxígeno. No se incluyeron los alumnos que habían repetido curso y los que realizaban

actividad física de forma regular más de dos días a la semana, para evitar posibles interferencias en los datos. Asimismo, la existencia de patologías que pudieran influir en los resultados se consideró un criterio de exclusión.

Análisis de los resultados

Tanto en el estudio I como en el estudio II, los resultados ponen de manifiesto efectos positivos del programa de actividad física sobre la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva, lo cual contribuye a consolidar la importancia del ejercicio físico sobre el desarrollo cognitivo en la adolescencia. En el estudio I se encontraron diferencias significativas en las medidas de los test dígitos, letras y números de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños (*WISC-IV*; Wechsler, 2003, 2005), índice de memoria de trabajo y *Trail Making Test* forma B. En el estudio II se encontraron diferencias significativas para las medidas del *Trail Making Test* forma B, test de dígitos, índice de memoria de trabajo, mostrándose indicios de significación en el test de letras y números.

En el estudio III se mostraron valores significativos para las medidas Índice de Cobertura, Índice de Participación en el Juego e Índice de Rendimiento en el Juego. Por otro lado, para el deporte balonmano, los efectos de la interacción mostraron valores significativos para las medidas Índice de Toma de decisiones, Índice de Cobertura, Índice de Participación en el Juego e Índice de Rendimiento en el Juego. Asimismo, para el deporte baloncesto, los efectos de la interacción mostraron valores significativos para las medidas Índice de Toma de decisiones,

Índice de Ejecución Técnica, Índice de Cobertura, Índice de Participación en el Juego e Índice de Rendimiento en el Juego. Estos resultados han puesto de manifiesto que, tras el periodo de intervención, ha existido una evolución positiva de la toma de decisiones en los deportes analizados.

En el estudio IV se observaron resultados significativos en los efectos de la interacción para las medidas posteriores al ejercicio 2 y el ejercicio 3, habiendo además indicios de significación en los valores posteriores al ejercicio 1 y 5

minutos después del ejercicio 3. También se apreciaron efectos significativos para las medidas índice de participación en el juego e índice de rendimiento en el juego en los tres deportes. Estos resultados ponen de manifiesto una disminución significativa en la percepción del esfuerzo realizado en el grupo experimental tras el programa de intervención, lo cual ofrece indicios de como el aprendizaje generado gracias a estos juegos reducidos produce una adaptación en los procesos de toma de decisión que podrían estar en la base de la disminución de la percepción de esfuerzo.

CAPÍTULO V. Estudio I

Efectos de un programa de actividad física sobre las funciones ejecutivas en una muestra de adolescentes

Efectos de un programa de actividad física sobre las funciones ejecutivas en una muestra de adolescentes

ESTUDIO I

Resumen

El propósito de este trabajo fue analizar los efectos de un programa de actividad física, con una duración de 8 semanas y basado en juegos reducidos, sobre diversas variables cognitivas vinculadas al constructo funciones ejecutivas como memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva. Los participantes fueron 54 adolescentes, físicamente inactivos, de la ciudad de Priego (Córdoba, España), con edades entre los 15 y 16 años ($M= 15.35$; $DT= .48$). Se empleó un diseño pre-post con dos grupos aleatorizados, control y experimental. Los instrumentos utilizados para evaluar las habilidades cognitivas fueron el test Dígitos y el test Letras y Números, de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños (*WISC-IV*), el *Trail Making Test* y el *Test Stroop*. Se realizó un análisis de la varianza mixta 2x2 para determinar los efectos del tratamiento. Los resultados indicaron efectos positivos del programa de actividad física sobre la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva, aunque con un tamaño del efecto bajo. Se propone incrementar el tiempo de intervención y aplicar diferentes programas para observar el impacto del tipo de actividad en futuras investigaciones.

Palabras clave: actividad física; adolescencia; cognitivo; juegos reducidos.

Introducción

Los beneficios que la práctica de actividad física tiene sobre los seres humanos se ha puesto de manifiesto en numerosas investigaciones (Gómez-Cabello, Ara, González-Agüero, Casajús y Vicente-Rodríguez, 2012; Mota, Santos, Silva, Aires, Martins y Vale, 2012; Padilla-Moledo et al., 2012). En concreto, la relación entre la práctica física y el funcionamiento cognitivo, aunque ha sido objeto de interés desde hace muchos años, sólo desde hace varias décadas se está evaluando de manera sistemática. Entre otros motivos, el avance de la tecnología y el perfeccionamiento de técnicas como la neuroimagen contribuyen a dar respuesta cuestiones que han sido difíciles de resolver anteriormente (Chaddock et al., 2010; Hillman, Erickson y Kramer, 2008). Aunque la mayoría de los estudios se han ocupado de población adulta y avanzada edad, existen aquellos que han centrado su interés en niños y adolescentes. Además, este fenómeno ha sido identificado tanto tras la realización de una sesión de ejercicio físico como después de un programa estructurado en el tiempo, siendo el ejercicio aeróbico el que ha demostrado mayor efectividad (Chaddock, Hillman, Pontifex, Jonhson, Raine y Kramer, 2011; Kempermann et al., 2010; O’Leary, Pontifex, Scudder, Brown y Hillman, 2011).

La cognición es un término general referido a un conjunto de procesos mentales que el ser humano es capaz de llevar a cabo. En este espectro, las funciones ejecutivas es un constructo empleado para aglutinar a una serie de capacidades cognitivas implicadas en el control del pensamiento y la conducta (Zelazo y Carlson, 2012). Entre otras habilidades, permiten organizar y planificar una tarea, seleccionar adecuadamente unos objetivos, iniciar un plan de acción y mantenerlo mentalmente, ser flexible en las estrategias para alcanzar una meta o inhibir estímulos irrelevantes (Banich, 2009; Shallice, 1994; Soprano, 2003). Además, son esenciales para adaptarse al medio y tener un funcionamiento social adecuado. Asimismo, en ámbitos específicos como el deportivo, están implicadas en el éxito de numerosas tareas que hay que resolver durante la práctica física (Davidson, Amso, Anderson y Diamond, 2006; Hillman, Snook y Jerome, 2003; Lezak, 2004).

Diversos modelos han pretendido contextualizar las bases teóricas, funcionales y neuroanatómicas de las funciones ejecutivas. De esta forma existen aquellos que las consideran un constructo único y otros que sugieren una estructura disociada, aunque pudieran sus componentes relacionarse entre sí (Burgess et al., 2006; Stelzer, Mazzoni y Cervigni, 2014). Desde esta última perspectiva, Diamond (2006) propuso que la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva eran procesos constituyentes de las funciones ejecutivas aunque con tendencias evolutivas particulares. De igual modo, señaló que la capacidad que poseían estos elementos para coordinarse tenía unos periodos más

sensibles que otros a lo largo del desarrollo de la propia persona.

Diversos trabajos han centrado su interés en relacionar la actividad física, tanto aguda como prolongada, con las funciones ejecutivas en niños y adolescentes, siendo recogidos en diferentes revisiones (Best, 2010; Tomporowski, Davis, Miller y Naglieri, 2008; Tomporowski, Lambourne y Okumura, 2011). En ellas, uno de los aspectos reseñables es la existencia de mayor cuerpo de conocimiento en población infantil y preadolescente que en edades más avanzadas. Como ejemplo, en un estudio realizado por Davis et al. (2011) sobre 171 niños con sobrepeso ($IMC = 26 \pm 4.6 \text{ kg/m}^2$) entre 7 y 11 años, encontraron que tras un programa de 13 semanas de ejercicio aeróbico, hubo un beneficio sobre la capacidad de planificación. Otro trabajo realizado por Hillman, Pontifex, Raine, Castelli, Hall y Kramer (2009) con un grupo de 20 niños preadolescentes con una media de edad de 9.5 años, señaló el efecto agudo que tuvo un ejercicio aeróbico en tapiz rodante, que consistía en caminar durante 20 minutos al 60% de la frecuencia cardíaca máxima, sobre el control inhibitorio. En otro estudio de Kubesch et al. (2009), con 81 adolescentes alemanes entre 13 y 14 años, observaron los efectos agudos positivos de 30 minutos de ejercicio aeróbico sobre la inhibición y la memoria de trabajo.

En esta línea, aunque con diferente enfoque, otros trabajos se han centrado en valorar aspectos de la condición física y su relación con las funciones ejecutivas. Buck, Hillman y Castelli (2007) consideraron, tras un estudio con preadolescentes entre 7 y 12

años, que la capacidad aeróbica estaba relacionada positivamente con la flexibilidad cognitiva. Por su parte, Rigoli, Piek, Kane y Oosterlaan (2012), en un trabajo con 93 adolescentes de edades comprendidas entre los 12 y 16 años, encontraron relaciones de la coordinación motora con la memoria de trabajo y la inhibición. Del mismo modo, sobre esta última habilidad, Wu et al. (2011) encontraron resultados positivos tras realizar un estudio con 48 preadolescentes de entre 8 y 11 años, en el que relacionaban los resultados de una tarea de control cognitivo con el consumo de oxígeno máximo. Una investigación efectuada por Stroth, Kubesch, Dieterle, Ruschow, Heim y Kiefer (2009) con adolescentes entre 13 y 14 años, evaluando la condición física mediante un test incremental en cicloergómetro, observaron que un mejor rendimiento físico estaba asociado a mejores respuestas en tests cognitivos que medían diversos aspectos relacionados con las funciones ejecutivas.

El conjunto de habilidades que constituyen las funciones ejecutivas está controlado, básicamente, por los circuitos de la corteza prefrontal (Davis et al., 2011), aunque requieren la participación de otras estructuras implicadas en el control ejecutivo como la corteza cingulada anterior, los ganglios basales, el cerebelo o el núcleo talámico dorsomedial (Goldberg y Bougakov, 2005; Verdejo-García y Bechara, 2010). A diferencia de otras áreas cerebrales, la maduración de la corteza prefrontal sucede más lentamente. Por esta razón, ciertas experiencias pueden facilitar su desarrollo en edades más avanzadas como la adolescencia (Best, 2010; Manga y Ramos, 2011; O'Hare y Sowell, 2008). El

impacto de la práctica física sobre el rendimiento cognitivo, y en concreto sobre las funciones ejecutivas, puede proceder de las demandas cognitivas inherentes al ejercicio, los cambios fisiológicos producidos en el cerebro y las implicaciones cognitivas existentes cuando se realiza una tarea motora compleja, por lo que el tipo de ejercicio físico es una variable que hay que especificar (Best, 2010; Castelli, Hillman, Buck y Erwin, 2007; Tomporowski et al., 2008).

Los juegos colectivos pueden ser una buena herramienta para la estimulación de las funciones ejecutivas en niños y adolescentes, pues además del impacto fisiológico del propio ejercicio, requieren una continuada implicación cognitiva. De hecho, se considera que existe una mayor activación de nuestro cerebro cuando los juegos y ejercicios físicos contienen numerosas situaciones a resolver, lo que se ajusta a este tipo de tareas (Best, 2010; Ratey, 2008). En concreto, los deportes colectivos tienen implícitas tareas como colaborar con un compañero, anticiparse a las acciones de los oponentes, elaborar estrategias para alcanzar el éxito en una jugada o ser capaz de inhibir estímulos accesorios y centrarse en los importantes. En esta línea, en una investigación realizada por Cortis et al. (2011), con jugadores italianos de baloncesto categoría cadete, se puso de manifiesto la importancia de generar actividades que haya que resolver rápidamente para aumentar el control sobre la atención y otras funciones cognitivas.

En el ámbito del deporte colectivo, los juegos reducidos (*small sided games*) son ejercicios que actualmente se utilizan frecuentemente, como en es el caso del

fútbol, como método alternativo al trabajo tradicional para mejorar aspectos fisiológicos, como el rendimiento aeróbico, así como técnicos y tácticos. Para ello, diversas variables pueden ser modificadas como las dimensiones del terreno de juego, el número de jugadores, reglas de juego u objetivos del mismo (Escolano-Pérez, Herrero-Nivela y Echeverría-Expósito, 2014; Frencken, Van DerPlaats, Visscher y Lemmink, 2013; Hill-Hass, Coutts, Dawson y Rowsell, 2010; Hill-Hass, Rowsell, Dawson y Coutts, 2009; Sampaio, Abrantes y Leite, 2009). Como ejemplo, la intensidad del ejercicio y la percepción subjetiva del esfuerzo es inversamente proporcional al número de jugadores (Casamichana, Castellano, Blanco-Villaseñor y Usabiaga, 2012; Hill-Hass, Dawson, Impellizzeri y Coutts, 2011). Además, se puede conseguir aumentar la participación, incrementando el número de intervenciones y decisiones a tomar, al disminuir el terreno de juego, el número de jugadores o el tiempo de juego (Casamichana y Castellano, 2009; Duarte, Batalha, Folgado y Sampaio, 2009; Jones y Drust, 2007).

A partir del modelo propuesto por Diamond (2006) y tras analizar la literatura existente, en la que se aprecia la necesidad de aumentar las evidencias científicas en el periodo adolescente, el presente estudio analiza los efectos de un programa de ocho semanas de actividad física sobre la memoria de trabajo, la inhibición y la flexibilidad cognitiva.

Método

Participantes

Participaron en la investigación 54 adolescentes del municipio de Priego de

Córdoba (Córdoba, España), siendo el 25.93% chicos ($n_1= 14$) y el 74.07% chicas ($n_2= 40$), con edades comprendidas entre los 15 y 16 años ($M \pm DT$: edad= $15.35 \pm .48$ años; altura= 163.61 ± 6.98 cm; peso= 61.27 ± 10.72 kg; IMC= 22.91 ± 3.93 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$; masa grasa= 24.42 ± 9.95 %; masa magra: 45.72 ± 7.09 %; FCmax= 198.47 ± 6.95 ppm; VO₂max= 40.69 ± 4.67 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). La muestra se seleccionó de un centro escolar de dicha localidad, donde se realizó la intervención y las mediciones pertinentes. Los criterios de exclusión fueron repetir curso, realizar actividad física de forma regular (entrevista personal) y la existencia de patologías de algún tipo, lo que fue consultado al departamento de orientación de dicho centro.

Instrumentos

a) Tests Dígitos (D) y Letras y Números (LN) de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños (*WISC-IV*; Wechsler, 2003, 2005). Se emplearon estos instrumentos para analizar la memoria de trabajo. Estas pruebas muestran un índice de memoria de trabajo (IMT), que consiste en la capacidad para mantener información de un modo activo y poder utilizarla para dar una respuesta adecuada (Swanson, 1996). La prueba Dígitos consiste en memorizar y repetir una secuencia de números, cada vez más amplia, después de que el evaluador haya leído en voz alta dicho conjunto con una cadencia de un segundo entre número y número. Un primer grupo de secuencias hay que repetirlos en el orden establecido, y un segundo conjunto hay que realizarlo en orden inverso. La prueba Letras y Números consiste en un ejercicio en el que se ofrece una secuencia desordenada de letras y números, con el

mismo lapso de tiempo, y la persona que lo ejecuta debe ordenar los números en sentido ascendente y las letras en orden alfabético.

b) *Trail Making Test*, formas A y B (Reitan, 1958; Reitan, 1992; Reitan y Wolfson, 1985; Tombaugh, 2004). Se utilizó para analizar la flexibilidad cognitiva. La forma A está compuesta por una prueba en la que se presentan 25 números distribuidos en una hoja y los participantes tienen que conectarlos con una línea en orden ascendente, pasando de manera correlativa por todos los números. En la forma B, hay que alternar números y letras uniéndolos de forma ascendente y ordenada 13 números, así como las letras desde la A hasta la L. Antes de realizar cada una de las pruebas se permite efectuar un ensayo sobre un ejemplo diferente al ejercicio evaluado. Se ha contabilizado el tiempo, indicando al participante que debía volver al último ítem correcto cuando se equivocase. El *Trail Making Test* se considera apropiado para evaluar las funciones ejecutivas, siendo la forma B un buen indicador de flexibilidad cognitiva. De hecho, debe modificar una tarea similar a la que había practicado en la parte A para alternar los números con las letras. La persona que presta menos atención y es menos flexible suele cometer más errores durante su ejecución (Soprano, 2003).

c) *Test Stroop* (Stroop, 1935; Golden, 1994). Se empleó para evaluar el control inhibitorio. Esta prueba trata de evaluar la capacidad para seleccionar información, inhibiendo respuestas automáticas y formulando la respuesta correcta (Soprano, 2003). Consta de 3 partes, palabras, colores y palabras/colores.

En la primera, se presenta una lista de 100 palabras, en la que el ejecutante debe decir el mayor número de ellas en 45 segundos, empezando de nuevo si no se ha consumido el tiempo aún cuando llega a la última. De igual forma, en la segunda lámina se presenta el texto XXXX escrito en un color determinado, en otra lista de 100 elementos. Hay que resolverlo indicando, en este caso, el color en que está escrito y siguiendo el procedimiento anterior. En la tercera hoja, se presentan 100 palabras que indican un color pero escritas en otro diferente, debiéndose decir el color en el que están impresas. En esta tercera lámina, el efecto de interferencia que genera el color que indica la palabra con el que está escrito debe ser solventado por el que ejecuta la prueba para resolverla con éxito.

d) Evaluación de la condición física para clasificar y aleatorizar la muestra. Se ha utilizado una prueba de la batería *EUROFIT* (1993), el test de *Course Navette*, para calcular de forma indirecta el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}). El test de *Course Navette* consiste en un test incremental de ida y vuelta, sobre una distancia de 20 metros, con un aumento de la velocidad de 0.5 km cada minuto, con una velocidad inicial de 8.5 km/h. Para el cálculo concreto del consumo de oxígeno se aplicó la fórmula $VO_{2max} = 31.025 + 3.238V - 3.248E + 0.1536VE$ (siendo V la velocidad alcanzada en la última etapa completada y E la edad del participante). Además, se han obtenido valores de la frecuencia cardíaca máxima (FC_{max}) y la FC de trabajo para el control de la actividad. Para ello, se han utilizado pulsómetros *Polar®* modelo S610, que registra frecuencia cardíaca cada 5 segundos. También se ha empleado un

bioimpedanciómetro (Tanita® *Body Composition* Monitor modelo BF-350) para medir el porcentaje de masa grasa, magra e índice de masa corporal, introduciendo previamente la altura. El modelo utilizado, que posee electrodos en 4 puntos de contacto para la planta del pie, es un aparato funcional que mediante señal de baja frecuencia permite obtener medidas instantáneas de porcentaje de agua y grasa corporal, peso óseo, masa muscular, índice metabólico basal o masa muscular, entre otros.

Procedimiento

Inicialmente, se informó mediante carta al centro escolar y a los padres sobre el estudio que se pretendía realizar. Se obtuvo consentimiento informado de los padres y el permiso de la dirección del centro. Además, durante el proceso de la investigación, se respetaron los principios de la declaración de Helsinki. Se realizaron dos evaluaciones a todos los participantes, antes de comenzar el programa y al finalizarlo, empleándose aproximadamente 30 minutos para cada uno de ellos en las pruebas neuropsicológicas y las medidas de composición corporal. Además, en grupos de 12-14 se realizó el test de *Course Navette*, siendo necesario 20 minutos para cada uno. Se contó con la participación de psicólogos especializados y varios colaboradores, que desconocían la pertenencia de los participantes al grupo control o experimental. Al analizar la composición corporal, y para que los resultados obtenidos con la Tanita® BF-350 tuvieran un mínimo margen de error, se tuvieron en cuenta una serie de pautas y recomendaciones, como las propuestas por George, Fisher, y Vehrs (2007) para la

estimación de la composición corporal. El protocolo a seguir fue: no realizar ejercicios agotadores el día anterior, no alterar significativamente la alimentación el día previo a la prueba, vestir ropa cómoda, controlar la toma de medicamentos que puedan alterar los niveles de agua corporal y evitar retener líquidos.

Tras la primera toma de datos, se distribuyó a los participantes al azar en los grupos control y experimental, teniendo en cuenta las variables género, composición corporal y consumo de oxígeno máximo. Se intervino durante 8 semanas sobre el grupo experimental, aumentando la práctica física semanal 90 minutos, divididos en una sesión de 60 y otra de 30 minutos, pasando de 120 (clases de educación física ordinarias) a 210 minutos semanales. Estas sesiones se implementaron en días diferentes a las clases de Educación Física, lo que hizo que los integrantes del grupo experimental practicara actividad física 4 días a la semana en horario escolar. Durante el programa, ambos grupos siguieron las sesiones programadas en clases de educación física, que estuvieron divididas en un primer bloque de deportes colectivos (enseñanza del baloncesto) y un segundo de expresión corporal (aerobic y bailes modernos).

Diversos colaboradores estuvieron presentes durante la intervención para ayudar al control del juego y asegurar el máximo tiempo útil posible. En la sesión de 60 minutos, se efectuaron 6 juegos reducidos 3vs3 (2 de fútbol sin portero, 2 de baloncesto y 2 de balonmano sin portero) con una duración de 6 minutos cada uno y un descanso de 1 minuto. En la sesión de 30 minutos, se efectuaron 3 juegos en espacios

reducidos 3vs3 (1 de fútbol sin portero, 1 de baloncesto y 1 de balonmano sin portero) con una duración de 6 minutos cada uno y un descanso de 1 minuto. Se efectuó un calentamiento de 7 minutos en cada una de las sesiones, que consistió en ejercicios de activación, movilidad articular y en un juego 3vs3 en el que había que mantener la posesión de un balón de gomaespuma utilizando las manos. El área de juego total fue, para cada ejercicio, de 240 m² (20x12 m), siendo el área relativa por jugador de 40 m². La frecuencia cardiaca media con la que se participó fue de 175.96 ± 10.26 ppm (81.03 ± 7.82 %FCR) y una percepción media de esfuerzo (Borg) de 13.36 ± 1.39.

Análisis de los datos

Para valorar el propósito principal del estudio, se realizó un ANOVA factorial mixto para cada medida cognitiva (memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva) definidas como variables dependientes. Como variables independientes se definieron el grupo con dos niveles (control y experimental) manipulados intersujeto y la variable *pre-post* con dos niveles y manipulados intrasujeto. Se estudiaron los efectos principales y la interacción entre variables.

La significación de cada efecto se analizó mediante comparaciones de *Bonferroni*. También se realizaron pruebas *t-student*, tras analizar la normalidad con la prueba de *Kolmogorov-Smirnov*, para analizar la homogeneidad de los grupos en diversas variables previas al programa de actividad física. De igual forma se estudió la homogeneidad de los grupos en función del género, aplicando pruebas *t-student* en chicas y *U Mann-Whitney* en chicos (por ser un grupo pequeño). El programa estadístico utilizado fue el SPSS en su versión 20.

Resultados

Descriptivos previos y homogeneidad de los grupos

En la tabla 1 se pueden observar los valores de condición física de los grupos control y experimental obtenidos tras la distribución de los participantes. Se realizó análisis de normalidad mediante la prueba de *Kolmogorov-Smirnov* y análisis de la *asimetría* y *curtosis*. La prueba de comparación de medias empleada (*t-student*) indicó la homogeneidad existente entre los grupos al no hallarse diferencias significativas.

Tabla 1: Medidas previas al programa de actividad física, así como la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y t-student para observar diferencias entre grupos.

		<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>As</i>	<i>K</i>	<i>Z</i>	<i>t</i>
Masa grasa	Control	25.52	10.27	-.27	-1.17	.56 ^a	1.12 ^a
	Experimental	22.65	8.34	-.10	-.89	.52 ^a	
Masa magra	Control	45.58	6.5	1.06	1.35	.89 ^a	-.14 ^a
	Experimental	45.86	7.73	.81	-.04	.91 ^a	
IMC	Control	23.54	4.24	.65	-.02	.72 ^a	1.18 ^a
	Experimental	22.28	3.56	.59	-.25	.60 ^a	
VO2max	Control	40.46	4.82	.02	-1.38	.85 ^a	-.36 ^a
	Experimental	40.92	4.59	.13	-1.12	.80 ^a	
FCmax	Control	197.75	1.42	.58	.25	.59 ^a	.29 ^a
	Experimental	197.21	1.94	-.52	1.36	.64 ^a	

^ap> .05

IMC= Índice de masa corporal; Vo2max= Consumo de oxígeno máximo; FCmax= Frecuencia cardíaca máxima

As= Asimetría; K= Kurtosis

En la tabla 2 se pueden observar los valores de condición física para ambos grupos en función del género. Las pruebas de comparación de medias empleadas (*t-*

student, para chicas, y *U Mann-Whitney*, para chicos) indicaron que los grupos eran homogéneos.

Tabla 2: Medidas previas al programa de actividad física en función del género

		Chicos			Chicas		
		<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>Z</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>t</i>
Masa grasa	Control	13.20	5.18	-.06 ^a	29.83	7.76	1.86 ^a
	Experimental	14.24	7.40		25.59	6.54	
Masa magra	Control	53.34	6.87	-.71 ^a	42.86	3.67	.39 ^a
	Experimental	55.82	6.41		42.36	4.40	
IMC	Control	21.01	2.64	-.70 ^a	24.43	4.37	1.62 ^a
	Experimental	21.98	3.76		22.38	3.57	
VO2max	Control	45.63	2.33	-.61 ^a	38.65	4.24	-.54 ^a
	Experimental	45.44	3.91		39.34	3.73	
FCmax	Control	202.57	6.53	-1.29 ^a	195.85	5.63	-.23 ^a
	Experimental	198.86	6.91		196.35	7.21	

^ap> .05

IMC= Índice de masa corporal; Vo2max= Consumo de oxígeno máximo; FCmax= Frecuencia cardíaca máxima

Evaluación cognitiva

En la tabla 3 se muestran los análisis descriptivos para cada medida y grupo, así como los resultados de la prueba de *Levene* para analizar la homogeneidad de

las varianzas. Como se puede apreciar, no hubo problemas de homogeneidad de varianza en ninguna prueba tanto antes como después de la intervención.

Tabla 3: Estadísticos descriptivos de las pruebas de evaluación cognitiva

		Control		Experimental		Levene
		<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>	
D	Pre	14.81	2.62	15.82	1.92	1.88 ^a
	Post	16.07	2.22	18.15	2.07	.06 ^a
LN	Pre	16.44	2.41	17.52	2.28	.01 ^a
	Post	17.37	2.62	19.44	1.83	2.76 ^a
IMT	Pre	31.26	4.34	33.26	3.62	.04 ^a
	Post	33.41	4.48	37.59	3.35	2.83 ^a
TMT-A	Pre	28.25	10.32	26.39	7.37	.99 ^a
	Post	25.93	6.62	21.58	6.18	.67 ^a
TMT-B	Pre	64.09	17.23	65.18	16.53	.35 ^a
	Post	58.52	16.51	51.01	12.23	2.56 ^a
TS-P	Pre	104.48	10.02	108.04	11.49	.28 ^a
	Post	107.93	9.96	115.01	12.77	.51 ^a
TS-C	Pre	71.11	9.17	75.48	10.41	.12 ^a
	Post	73.59	9.65	80.96	12.39	1.04 ^a
TS-PC	Pre	43.04	9.98	46.07	8.99	.33 ^a
	Post	50.44	10.99	51.74	9.53	.01 ^a

^a*p* > .05

D= Test de Dígitos; *LN*= Test de Letras y Números; *IMT*= Índice de memoria de trabajo; *TMT-A*= Trail Making Test forma A; *TMT-B*= Trail Making Test forma B; *TS-P*= Test Stroop Palabras; *TS-C*= Test Stroop Colores; *TS-PC*= Test Stroop Palabras-Colores.

En la tabla 4 se muestran los resultados de los ANOVAs factoriales mixtos realizados, para el test de Dígitos, Test de Letras y Números, Índice de Memoria de Trabajo, *Trail Making Test* y *Test Stroop*. Como se puede apreciar, existen diferencias significativas en los efectos principales de la variable pre y post para todas las medidas evaluadas, y de la variable grupo en el *test de dígitos*, *test de letras y números*, *índice de memoria de*

trabajo, *test stroop palabras* y *test stroop colores*. Por otro lado, en los efectos de interacción, hay diferencias significativas en las medidas de los *tests dígitos* ($F_{[1,52]} = 6.47$; $p < .05$; $\eta^2 = .11$; $1-\beta = .70$), *letras y números* ($F_{[1,52]} = 4.76$; $p < .05$; $\eta^2 = .09$; $1-\beta = .57$), *en el índice memorias de trabajo* ($F_{[1,52]} = 8.66$; $p < .01$; $\eta^2 = .14$; $1-\beta = .82$) y *en el Trail Making Test forma B* ($F_{[1,52]} = 4.12$; $p < .05$; $\eta^2 = .07$; $1-\beta = .51$).

Tabla 4. Resultados de los ANOVAs factoriales mixtos para cada prueba de evaluación cognitiva. Se muestran los valores de la F , el valor p , el tamaño del efecto (η^2) y la potencia del contraste ($1-\beta$)

		Pre-post	Grupo	Interacción
Test Dígitos	F	72.38***	7.36**	6.47*
	η^2	.58	.12	.11
	$1-\beta$	1.00	.76	.70
Test Letras y Números	F	35.38***	7.13**	4.76*
	η^2	.41	.12	.09
	$1-\beta$	1.00	.75	.57
Índice de Memoria de Trabajo	F	79.74***	9.18**	8.66**
	η^2	.61	.15	.14
	$1-\beta$	1.00	.85	.82
Trail Making Test A	F	10.15**	2.96	1.23
	η^2	.16	.05	.02
	$1-\beta$	.88	.39	.19
Trail Making Test B	F	21.73***	.75	4.12*
	η^2	.29	.02	.07
	$1-\beta$	.99	.14	.51
Test Stroop Palabras	F	24.87***	3.50	2.84
	η^2	.32	.06	.05
	$1-\beta$	.99	.45	.38
Test Stroop Colores	F	26.07***	4.58*	3.70 ^a
	η^2	.33	.08	.07
	$1-\beta$	.99	.56	.47
Test Stroop Palabras / Colores	F	34.03***	.78	.60
	η^2	.40	.02	.01
	$1-\beta$	1.00	.14	.12

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

^a $p = .060$

Como se puede observar en la tabla 5, el grupo experimental mejoró las puntuaciones en todas las pruebas tras la intervención. De igual forma, el grupo control también mejoró los resultados, aunque en el *Trail Making Test* las diferencias no fueron significativas. Atendiendo a los valores pretest, no hubo diferencias significativas entre los grupos

control y experimental salvo en el valor *Índice de Memoria de Trabajo*. En el postest, si hubo diferencias significativas en todos los casos entre los grupos, menos en la puntuación del *Test Stroop palabras/colores*. En la figura 1 se muestran los resultados pre y post de ambos grupos en aquellas medidas cuya interacción fue significativa.

Tabla 5: Comparaciones entre grupos e intragrupos para cada prueba de evaluación cognitiva

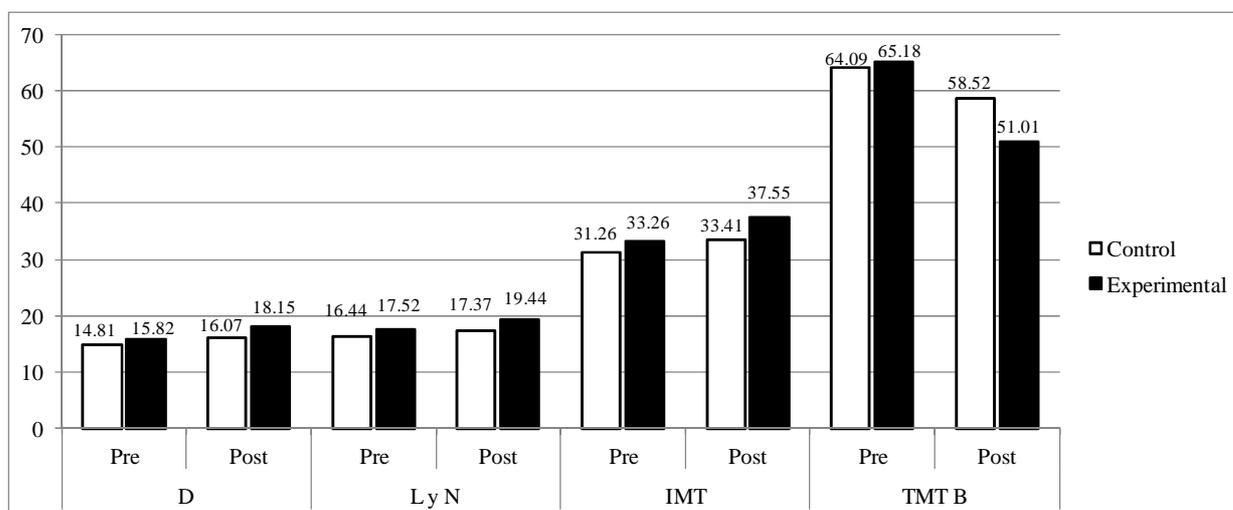
	<i>Grupo</i>		<i>Factor</i>	
	<i>Control</i> Pre vs. Post	<i>Experimental</i> Pre vs. Post	<i>Pretest</i> C vs. E	<i>Posttest</i> C vs. E
D	-1.26***	-2.33***	-1.01	-2.08***
LN	-.93*	-2.00***	-1.08	-2.07***
IMT	-2.18***	-4.33***	-2.00	-4.15***
TMT - A	2.32	4.80**	1.86	4.35*
TMT - B	5.57 ^a	14.17***	1.08	7.52*
TS-P	-3.44*	-6.96***	-3.56	-7.07*
TS-C	-2.48*	-5.48***	-4.37	-7.37*
TS-PC	-7.41***	-5.67***	-3.04	-1.29

*p< .05; **p< .01; ***p< .001

^ap= .068

D= Test de Dígitos; LN= Test de Letras y Números; IMT= Índice de memoria de trabajo; TMT-A= Trail Making Test forma A; TMT-B= Trail Making Test forma B; TS-P= Test Stroop Palabras; TS-C= Test Stroop Colores; TS-PC= Test Stroop Palabras-Colores.

Figura 1: Gráfico de las puntuaciones obtenidas en el Test de Dígitos, Test de Letras y Números, Índice de memoria de trabajo y Trail Making Test, en función de las variables grupo y medidas pre-post



Discusión

Este trabajo pretendía poner de manifiesto los efectos de un programa de ejercicio físico sobre diversas variables vinculadas a las funciones ejecutivas, como el control del impulso en la respuesta, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva.

Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto efectos positivos de la intervención en las medidas memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva, lo que satisface el objetivo de la investigación. Aunque el efecto del programa no se

aprecia en todas las variables y el tamaño del mismo no es muy elevado, la duración del periodo de intervención, que no fue excesivamente extenso, y la edad de los participantes, adolescencia media, permiten considerar interesantes los resultados hallados en este trabajo.

Los resultados obtenidos se encuentran en la línea de otros estudios que han analizado los efectos de la práctica de actividad física sobre variables de índole cognitiva en niños y adolescentes (Chaddock, Pontifex, Hillman y Kramer, 2011; Hillman et al., 2008; Hillman, Kamijo y Scudder, 2011), y en concreto aquellos que han estudiado aspectos específicos de las funciones ejecutivas (Best, 2010; Davis et al., 2011; Tomporowski et al., 2008; Tomporowski et al., 2011). Hay que destacar que la mayoría de las investigaciones realizadas al respecto se han efectuado con muestras de edades inferiores a la de este trabajo, siendo difícil encontrar estudios que analicen este fenómeno con grupos situados en la adolescencia media y avanzada. En este sentido, existen evidencias que ponen de manifiesto la evolución que experimentan las funciones ejecutivas a lo largo de toda la adolescencia o, incluso, la juventud temprana. Éstas se fundamentan en el desarrollo que continúa teniendo el cerebro humano en estas edades, sobre todo en áreas como la corteza prefrontal (Blakemore y Choudhury, 2006; O'Hare y Sowell, 2008; Powell y Voeller, 2004; Tomporowski et al., 2011), lo que hace viable el estudio sobre el impacto que puede tener la actividad física en edades adolescentes más avanzadas.

En este tipo de trabajos es importante seleccionar con precisión las variables que se van a evaluar dado que el proceso madurativo de los niños y adolescentes determina las capacidades sobre las que se podrá incidir más. Como sugieren Tomporowski et al. (2008) hay aspectos que se pueden seguir estimulando en edad escolar media, como la memoria de trabajo, pero otras como el control inhibitorio será más complicado en edades avanzadas (Best, Miller y Jones, 2009). Este tipo de factores han podido influir en los resultados encontrados, dado que los cambios en las tareas en las que estaba implicada la memoria de trabajo han resultado significativos, pero en aquellas que valoraban el control de la impulsividad han sido menos favorables. Determinar con precisión este tipo de aspectos debe ser una línea prospectiva de investigación. De hecho, concretar las relaciones causales específicas entre la actividad física y las habilidades cognitivas estudiadas, así como la edad apropiada de aplicación, es necesario para poder utilizar la práctica física como una herramienta con verdadero valor en este tipo de procedimientos (Kramer y Erickson, 2007).

Por otro lado, tal y como señalan autores como Fedewa y Ahn (2011) o Tomporowski et al. (2008), dentro del conjunto de programas de actividad física que se han llevado a cabo para mejorar las habilidades cognitivas, aquellos que se centran en trabajar aspectos vinculados al rendimiento aeróbico son los que han dado mejores resultados. La intervención llevada a cabo en este trabajo se ha realizado con juegos reducidos 3vs3, estando ampliamente estudiado que este tipo de actividades contribuyen a trabajar y

desarrollar dicha capacidad (Hill-Hass et al., 2011). Aunque no se han realizado pruebas físicas para observar cambios en esta capacidad, lo que se convierte en una limitación del estudio y futura línea de trabajo, sí se han obtenido datos sobre la frecuencia cardíaca media durante la realización de los ejercicios, que indican que se estuvo trabajando a una intensidad adecuada para dicho objetivo.

Además, Diamond y Lee (2011) sugieren que la actividad física desarrollada en el contexto deportivo puede tener un mayor impacto sobre el funcionamiento cerebral, dada la gran implicación cognitiva que tienen estas situaciones, derivadas de la alta intensidad del juego, e incluso por las implicaciones socioemocionales que conllevan. En el marco de la actividad deportiva, el trabajo con juegos en espacios reducidos 3vs3 genera un mayor número de intervenciones que otras versiones con un mayor número de participantes, incrementando la cantidad de estímulos a los que hay que atender y los problemas que hay que resolver (Dellal, Drust y Lago-Penas, 2012; Dellal, Hill-Hass, Lago-Penas y Chamari, 2011). Katis y Kellis (2009) consideran, en concreto, que el juego 3x3 tiene ventajas sobre otros con mayor número de participantes y lo aconsejan para mejorar la condición física y las habilidades técnicas. En su conjunto, estos factores se encontrarían en la base que, según diversos investigadores, explicarían los efectos de este tipo de ejercicios sobre las habilidades cognitivas (Best, 2010).

Estos resultados, aportan nuevos datos sobre este fenómeno y sugieren que se debe continuar profundizando en aquellos aspectos de la actividad física que

pueden incidir en el desarrollo cognitivo de los niños y adolescentes. De este modo, hay que hacer hincapié en la necesidad de valorar el papel de la asignatura de Educación Física en la escuela, debiéndose incrementar el tiempo dedicado a esta asignatura en los centros escolares. De hecho, los hallazgos encontrados en el área del desarrollo cognitivo indican la necesidad de que la Educación Física sea una parte importante del currículum de los alumnos (Berg, 2010). Además, esta necesidad se hace más evidente cuando los resultados de encuestas sobre la práctica física frecuente en niños y adolescentes indican niveles elevados de sedentarismo, afectando también a otros aspectos que pueden influir en el rendimiento cognitivo de los adolescentes como es la obesidad (Moral-García, Redecillas-Peiró, y Martínez-López, 2012; Ramos, Rivera, Moreno, y Jiménez-Iglesias, 2012; Verdejo-García et al., 2010).

Como ya se ha comentado, este trabajo presenta algunas limitaciones, que sin desvirtuar los hallazgos encontrados, permiten plantear nuevas acciones en futuras investigaciones. En primer lugar, se podrían aumentar los periodos de intervención y realizar mediciones intermedias, para observar los cambios en el tiempo. También sería interesante evaluar, paralelamente, los cambios físicos y fisiológicos ocurridos durante la intervención, para intentar determinar su impacto específico y, de esta manera, poder diferenciarlo del efecto que pueden tener otros factores como el entrenamiento cognitivo al que está sometido un participante en dichas actividades. Además, se podría comparar el efecto de los juegos en espacios reducidos con ejercicios en

situaciones de práctica real, para observar si la mayor implicación y participación que acontece en los *small sided games* es un factor determinante para este tipo de variables. En cualquier caso, y a pesar de la necesidad de mejorar ciertos aspectos, el presente estudio aporta nuevos datos sobre el impacto que la actividad física tiene sobre la cognición, en concreto sobre las funciones ejecutivas.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que el programa de actividad física aplicado ha tenido un efecto positivo sobre el Índice de Memoria de Trabajo de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños (WISC-IV) y el tiempo en realizar las pruebas *Trail Making Test B*. Esto contribuye a consolidar la importancia de la actividad física regular sobre el desarrollo cognitivo de los adolescentes y muestra una forma de trabajo que puede resultar adecuada (*small sided games*) para conseguir estos efectos. Los datos hallados sugieren la importancia de aumentar la práctica física en los centros educativos, dados los beneficios que de ella se pueden derivar, y la necesidad de que los profesionales adapten sus programas con aquellas actividades que contribuyan a potenciar estos efectos.

Referencias

1. Banich, M.T. (2009). Executive Function: The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*, 18(2), 89-94.

2. Berg, K. (2010). Justifying physical education based on neuroscience evidence. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 81(3), 24-29.
3. Best, J.R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331-351.
4. Best, J.R., Miller, P.H. & Jones, L.L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180-200.
5. Blakemore, S.J. & Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(3), 296-312.
6. Buck, S.M., Hillman, C.H. & Castelli, D.M. (2008). The relation of aerobic fitness to stroop task performance in preadolescent children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(1), 166-172.
7. Burgess, P.W., Alderman, N., Forbes, C., Costello, A., Coates, L.M., Dawson, D.R. & Channon, S. (2006). The case for the development and use of "ecologically valid" measures of executive function in experimental and clinical neuropsychology. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12(2), 194-209.

8. Casamichana, D. & Castellano, J. (2009). Análisis de los diferentes espacios individuales de interacción y los efectos en las conductas motrices de los jugadores. Aplicaciones al entrenamiento en fútbol. *Motricidad. European Journal of Human Movement, 15*(23), 143-167.
9. Casamichana, D., Castellano, J., Blanco-Villaseñor, A. & Usabiaga, O. (2012). Estudio de la percepción subjetiva del esfuerzo en tareas de entrenamiento en fútbol a través de la teoría de la generalizabilidad. *Revista de Psicología del Deporte, 21*(1), 35-40.
10. Castelli, D.M., Hillman, C.H., Buck, S.M. & Erwin, H. (2007). Physical fitness and academic achievement in 3rd and 5th grade students. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 29*(2), 239-252.
11. Chaddock, L., Erickson, K.I., Prakash, R.S., Kim, J.S., Voss, M.W., VanPatter, M. & Kramer, A.F. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume and memory performance in preadolescent children. *Brain Research, 1358*, 172-83.
12. Chaddock, L., Hillman, C.H., Pontifex, M.B., Jonhson, C.R., Raine, L.B. & Kramer, A.F. (2011). Childhood aerobic fitness predicts cognitive performance one year later. *Journal of Sport Sciences, 30*(5), 421-430.
13. Chaddock, L., Pontifex, M.B., Hillman, C.H. & Kramer, A.F. (2011). A Review of the Relation of Aerobic Fitness and Physical Activity to Brain Structure and Function in Children. *Journal of the International Neuropsychological Society, 17*(6), 1-11.
14. Cortis, C., Tessitore, A., Lupo, C., Pesce, C., Fossile, E., Figura, F. & Capranica, L. (2011). Inter-limb coordination and strength, jump, and sprint performances following a youth men's basketball game. *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*(1), 135-142.
15. Davidson, M.C., Amso, D., Anderson, L.C. & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia, 44*(11), 2037-2078.
16. Davis, C.L., Tomporowski, P.D., McDowell, J E., Austin, B.P., Miller, P.H., Yanasak, N.E. & Naglieri, J.A. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial. *Health psychology: official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association, 30*(1), 91-98.
17. Dellal, A., Drust, B. & Lago-Penas, C. (2012). Variation of activity demands in small-sided soccer games. *International Journal of Sport Medicine, 33*(5), 370-375.

18. Dellal, A., Hill-Haas, S., Lago-Penas, C. & Chamari, K. (2011). Small-sided games in soccer: Amateur vs. professional players' physiological responses, physical, and technical activities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2371-2381.
19. Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. En E. Bialystok y F. I. Craik (Eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (pp. 70-95). Oxford: Oxford University Press.
20. Diamond, A. & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in Children 4-12 years old. *Science*, 133(6045), 959-964.
21. Duarte, R., Batalha, N., Folgado, H. & Sampaio, J. (2009). Effects of exercise duration and number of players in heart rate responses and technical skills during futsal small-sided games. *The Open Sports Sciences Journal*, 3(2), 13-15.
22. Escolano-Pérez, E., Herrero-Nivela, M.L. & Echeverría-Expósito, R. (2014). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza para el aprendizaje de la táctica ofensiva en la categoría pre-benjamín de fútbol 8. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 209-217.
23. Eurofit (1993). *Eurofit Tests of Physical Fitness* (2ª ed.). Strasbourg: Committee of Experts on Sports Research.
24. Fedewa, A.L. & Ahn, S. (2011). The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: a meta-analysis. *Research Quarterly For Exercise and Sport*, 82(3), 521-535.
25. Frencken, W., Van DerPlaats J., Visscher, C. & Lemmink, K. (2013). Size matters: pitch dimensions constrain interactive team behaviour in soccer. *Journal of Systems Science and Complexity*, 26(1), 85-93.
26. George, J.D., Fisher, A.G. & Vehrs, P.R. (2007). *Tests y pruebas físicas (4ª ed.)*. Barcelona: Paidotribo.
27. Goldberg, E. & Bougakov, D. (2005). Valoración neuropsicológica de la disfunción del lóbulo frontal. *Psychiatric Clinics of North America*, 28(3), 567-580.
28. Golden, C.J. (1994). *Stroop: Test de colores y palabras*. Madrid: TEA Ediciones.
29. Gómez-Cabello, A., Ara, I., González-Agüero, A., Casajús, J. A. & Vicente-Rodríguez, G. (2012). Effects of Training on Bone Mass in Older Adults. *Sports Medicine*, 42(4), 301-325.
30. Hill-Hass, S.V., Coutts, A.J., Dawson, B.T. & Rowsell, G.J. (2010). Time-motion characteristics of physiological response of small-sided games in elite youth players: The influence of player number and rule changes. *Journal of*

Strength and Conditioning Research, 24(8), 2149-2156.

International Journal of Psychophysiology, 48(3), 307-314.

31. Hill-Hass, S.V., Dawson, B.T., Impellizzeri, F.M. & Coutts, A.J. (2011). Physiology of small-sided games training in football. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220.
32. Hill-Hass, S.V., Rowsell, G.J., Dawson, B.T. & Coutts, A.J. (2009). Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-sided training regimes in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 111-115.
33. Hillman, C.H., Erickson, K.I. & Kramer, A.F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58-65.
34. Hillman, C.H., Kamijo, K. & Scudder, M. (2011). A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Preventive Medicine*, 52, S21-S28.
35. Hillman, C.H., Pontifex, M.B., Raine, L.B., Castelli, D.M., Hall, E.E. & Kramer, A.F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control of academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159(3), 1044-1054.
36. Hillman, C.H., Snook, E.M. & Jerome, G.J. (2003). Acute cardiovascular exercise and executive control function. *International Journal of Psychophysiology*, 48(3), 307-314.
37. Jones, S. & Drust, B. (2007). Physiological and technical demands of 4 v 4 and 8 v 8 games in elite youth soccer players. *Kinesiology*, 39(2), 150-156.
38. Katis, A. & Kellis, E. (2009). Effects of small-sided games on physical conditioning and performance in young soccer players. *Journal of Sport Science and Medicine*, 8(3), 374-380.
39. Kempermann, G., Fabel, K., Ehninger, D., Babu, H., Leal-Galicia, P., Garthe, A. & Wolf, S.A. (2010). Why and how physical activity promotes experience-induced brain plasticity. *Frontiers in Neuroscience*, 4(189), 1-9.
40. Kramer, A.F. & Erickson, K.I. (2007). Capitalizing on cortical plasticity: influence of physical activity on cognition and brain function. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(8), 342-348.
41. Kubesch, S., Walk, S., Spitzer, M., Kammer, T., Lainburg, A., Heim, R. & Hille, K. (2009). A 30-minute physical education program improves students' executive attention. *Mind, Brain, and Education*, 3(4), 235-242.
42. Lezak, M.D. (2004). *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press.
43. Manga, D. & Ramos, F. (2011). El legado de Luria y la neuropsicología

- escolar. *Psychology, Society, & Education*, 3(1), 1-13.
44. Moral-García, J.E., Redecillas-Peiró, M.T. & Martínez-López, E.J. (2012). Hábitos sedentarios de los adolescentes andaluces. *Journal of Sport and Health Research*, 4(1), 67-82.
45. Mota, J., Santos, R.M., Silva, P., Aires, L., Martins, C. & Vale, S. (2012). Associations between self-rated health with cardiorespiratory fitness and obesity status among adolescent girls. *Journal of physical activity & health*, 9(3), 378-381.
46. O'Hare, E.D. & Sowell, E.R. (2008). Imaging developmental changes in gray and white matter in the human brain. En C.A. Nelson y M. Luciana (Eds.), *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience* (pp. 23-38). Cambridge, MA: MIT Press.
47. O'Leary, K.C., Pontifex, M.B., Scudder, M.R., Brown, M.L. & Hillman, C.H. (2011). The effects of single bouts of aerobic exercise, exergaming, and videogame play on cognitive control. *Clinical Neurophysiology*, 122, 1518-1525.
48. Padilla-Moledo, C., Castro-Piñero, J., Ortega, F.B., Mora, J., Márquez, S., Sjöström, M. & Ruiz, J.R. (2012). Positive health, cardiorespiratory fitness and fatness in children and adolescents. *The European Journal of Public Health*, 22(1), 52-56.
49. Powell, K.B. & Voeller, K.K.S. (2004). Prefrontal executive function syndromes in children. *Journal of Child Neurology*, 19(10), 785-797.
50. Ramos, P., Rivera, F., Moreno, C. & Jiménez-Iglesias, A. (2012). Análisis de clúster de la actividad física y las conductas sedentarias de los adolescentes españoles, correlación con la salud biopsicosocial. *Revista de Psicología del Deporte*, 21(1), 99-106.
51. Ratey, J. (2008). *Spark. The revolutionary new science of exercise and the brain*. New York: Little, Brown and Company.
52. Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indication of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skills*, 5, 271-276.
53. Reitan, R. M. (1992). *Trail making test: Manual for administration and scoring*. Tucson, AZ: Reitan Neuropsychology Laboratory.
54. Reitan, R.M. & Wolfson, D. (1985). *The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery: Therapy and clinical interpretation*. Tucson, AZ: Neuropsychological Press.
55. Rigoli, D., Piek, J.P., Kane, R. & Oosterlaan, J. (2012). An examination of the relationship between motor coordination and executive functions in adolescents. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 54(11), 1025-1231.

56. Sampaio, J., Abrantes, C. & Leite, N. (2009). Power, heart rate and perceived responses to 3x3 and 4x4 basketball small-sided games. *Revista de Psicología del Deporte, 18*(suppl.), 463-467.
57. Shallice, T. (1994). Multiple levels of control processes. En C. Umiltà y M. Moscovitch (Eds.), *Attention and performance XV* (pp. 395-420). Cambridge, MA: MIT Press.
58. Soprano, A.M. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología, 37*(1), 44-50.
59. Stelzer, F., Mazzoni, C.C. & Cervigni, M.A. (2014). Cognitive models of executive functions development. Methodological limitations and theoretical challenges. *Anales de Psicología, 30*(1), 329-336.
60. Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology, 18*, 643-662.
61. Stroth, S., Kubesch, S., Dieterle, K., Ruschow, M., Heim, R. & Kiefer, M. (2009). Physical fitness, but no acute exercise modulates event-related potential indices for executive control in healthy adolescents. *Brain Research, 1269*, 114-124.
62. Swanson, H.L. (1996). Individual and age-related differences in children's working memory. *Memory and Cognition, 24*(1), 70-82.
63. Tombaugh, T. N. (2004). Trail Making Test A and B: Normative data stratified by age and education. *Archives of Clinical Neuropsychology, 19*(2), 203-214.
64. Tomporowski, P.D., Davis, C.L., Miller, P.H. & Naglieri, J.A. (2008). Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educational Psychology Review, 20*(2), 111-131.
65. Tomporowski, P.D., Lambourne, K. & Okumura, M.S. (2011). Physical activity interventions and children's mental function: An introduction and overview. *Preventive Medicine, 52*(Suppl 1), S3-S9.
66. Verdejo-García, A. & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema, 22*(2), 227-235.
67. Verdejo-García, A., Pérez-Expósito, M., Schmidt-Río-Valle, J., Fernández-Serrano, M.J., Cruz, F., Pérez-García, M. & Campoy, C. (2010). Selective Alterations Within Executive Functions in Adolescents With Excess Weight. *Obesity, 18*(8), 1572-1578.
68. Wechsler, D. (2003). *Wechsler Intelligence Scale for Children - Fourth Edition: Technical and interpretative manual*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
69. Wechsler, D. (2005). *Manual de aplicación y corrección del WISC-IV*. Madrid: TEA Ediciones, S.A.

70. Wu, C.T., Pontifex, M.B., Raine, L.B., Chaddock, L., Voss, M.W., Kramer, A.F. & Hillman, C.H. (2011). Aerobic fitness and response variability in preadolescent children performing a cognitive control task. *Neuropsychology*, 25(3), 333-341.
71. Zelazo, P.D. & Carlson, S. (2012). Hot and Cool Executive Function in Childhood and Adolescence: Development and Plasticity. *Child Development Perspectives*, 6 (4) 354–360.

CAPÍTULO VI. Estudio II

Actividad física y función ejecutiva en una muestra de chicas adolescentes

Actividad física y función ejecutiva en una muestra de chicas adolescentes

ESTUDIO II

Resumen

El objetivo de este trabajo fue analizar los efectos de un programa de actividad física, con una duración de 8 semanas y basados en juegos reducidos, sobre la función ejecutiva en un grupo de chicas. Las participantes fueron 39 adolescentes del municipio de Priego (Córdoba, España), con edades entre los 15 y 16 años ($M= 15.41$; $DT= .50$), que eran físicamente inactivas. Se empleó un diseño pre-post con dos grupos aleatorizados, control y experimental. Las herramientas empleadas para medir las habilidades cognitivas fueron el test Dígitos y el test Letras y Números, de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños (*WISC-IV*), el *Trail Making Test* (A y B) y el *Test Stroop*. Se realizó un análisis de la varianza bifactorial para determinar los efectos de la intervención. Los datos hallados en el estudio pusieron de manifiesto efectos significativos del programa de actividad física en algunas de las medidas de la Escala de Inteligencia de *Wechsler* y el *Trail Making Test*. Este trabajo contribuye a elevar el número de evidencias existentes sobre los beneficios de la actividad física en el funcionamiento cognitivo en la adolescencia.

Palabras clave: actividad física; adolescencia; salud; función ejecutiva; juegos reducidos.

Introducción

Los beneficios que la práctica de actividad física tiene sobre los niños y adolescentes, en aspectos de diferente índole, ha sido puesto de manifiesto en numerosos trabajos (Drenowatz et al., 2013; Mota et al., 2012; Padilla-Moledo et al., 2012). Entre ellos, los asociados al funcionamiento cognitivo están siendo objeto de un intenso estudio en los últimos años y se han estableciendo interesantes líneas de trabajo (Chaddock et al., 2012; Chaddock, Pontifex, Hillman y Kramer, 2011; Hillman, Kamijo y Scudder, 2011). Entre otros factores, el avance de las herramientas de investigación, como las técnicas de neuroimagen, está permitiendo profundizar en estos factores y dar respuesta a cuestiones que no se habían podido resolver con anterioridad, ayudando así a consolidar un cuerpo de conocimiento cada vez más amplio (Chaddock et al., 2010; Chaddock et al., 2013; Hillman, Erickson y Kramer, 2008).

Actualmente, entre las variables asociadas a las capacidades cognitivas, la función ejecutiva está concentrando gran parte de los análisis, apareciendo en los últimos años un número considerable de trabajos en población infantil y adolescente (Best, 2010; Tomporowski, Davis, Miller y Naglieri, 2008; Tomporowski, Lambourne y Okumura, 2011). Como ejemplo, Davis et al. (2011) observaron los efectos de 13 semanas de ejercicio aeróbico, en una

muestra de 171 niños con sobrepeso entre 7 y 11 años, encontrando resultados positivos sobre la función ejecutiva. De igual forma, Hillman et al. (2009) pusieron de manifiesto efectos agudos positivos del ejercicio aeróbico, en una muestra de 20 niños preadolescentes con una media de 9.5 años. También, Kubesch et al. (2009) observaron efectos agudos y positivos, en una muestra de 81 adolescentes entre 13 y 14 años.

Dicha función se refiere a un constructo que comprende un conjunto de capacidades que permiten organizar y planificar una tarea, seleccionar adecuadamente los objetivos, iniciar y mantener un plan de acción, ser flexible en las estrategias para alcanzar una meta o inhibir estímulos irrelevantes (Banich, 2009; Diamond, 2006; Soprano, 2003). La importancia de este tipo de habilidades se fundamenta en su implicación para el desarrollo y eficacia de la conducta, permitiendo tener una correcta adaptación al medio y un funcionamiento social adecuado (Davidson, Amso, Anderson y Diamond, 2006; Richland y Burchinal, 2013; Wenner, Bianchi, Figueredo, Rushton y Jacobs, 2013). En contextos como la escuela, son cada vez más numerosas las estrategias educativas que se centran en la mejora de estas capacidades, entendiendo que se trata de un elemento fundamental para la construcción de los niños y adolescentes (Diamond, 2013).

Además, el predominio de estilos de vida poco activos y el incremento de conductas sedentarias contribuyen al aumento del sobrepeso y la obesidad, así como al empeoramiento de la condición física, lo que se ha visto implicado también

en la salud cognitiva (Chen y Lee, 2013). De hecho, se han observado asociaciones negativas entre diversos factores de la función cognitiva y la obesidad (Verdejo-García et al., 2010; Smith, Hay, Campbell y Trollor, 2011) o aspectos de la condición física, como una pobre capacidad aeróbica (Stroth et al., 2009; Wu et al., 2011). Por ello, es importante que se valore la importancia que tiene la actividad física sobre la salud, no sólo en el plano físico sino también en otros como el cognitivo. De hecho, se observa cada vez más el interés que despierta este tipo de planteamientos y la aplicación que está teniendo en el ámbito escolar, aunque queda mucho por hacer (Castelli y Hillman, 2012; Diamond, 2012).

El control del funcionamiento ejecutivo está sustentado, en gran medida, por la corteza prefrontal, aunque en él participan otras estructuras como la corteza cingulada anterior, los ganglios basales, el cerebelo o el núcleo talámico dorsomedial (Davis et al., 2011; Goldberg y Bougakov, 2005; Verdejo-García y Bechara, 2010). La evolución de la función ejecutiva está vinculada a la maduración de la corteza prefrontal, la cual sucede más lentamente que otras estructuras del cerebro. Aunque este tipo de habilidades hace aparición en edades tempranas de la vida, es en etapas más avanzadas cuando se expresan con más intensidad y consolidan (Manga y Ramos, 2011; O'Hare y Sowell, 2008). Debido a este fenómeno, la adolescencia es un periodo sensible para el desarrollo de estas capacidades, a cuya evolución natural puede contribuir el conjunto de experiencias y estímulos vividos durante ella (Díaz et al., 2012; Parada et al., 2012).

La práctica de actividad física, y en concreto el deporte colectivo, pueden ser una herramienta eficaz para mejorar el funcionamiento cognitivo en niños y adolescentes. Se han descrito diferentes mecanismos por los que este tipo de actividades pueden actuar, como son las demandas cognitivas presentes durante la práctica física, tanto las necesarias para poner en marcha diferentes gestos motores como aquellas implicadas en la toma de decisiones, o los cambios fisiológicos que pueden afectar al propio desarrollo biológico del organismo (Best, 2010; Castelli, Hillman, Buck y Erwin, 2007). De ahí, que los deportes colectivos puedan ser un instrumento adecuado para la estimulación y mejora de la función ejecutiva. La sucesiva toma de decisiones que hay que llevar a cabo, elaborando continuos planes de actuación, siendo flexibles a la hora de actuar por los múltiples cambios que ocurren en cada acción del juego, etc., incrementan las implicaciones cognitivas durante el juego.

En el conjunto de actividades físicas que se pueden llevar a cabo, los juegos reducidos (SSG) son ejercicios procedentes de la modificación de los deportes colectivos que se están empleando como método de trabajo alternativo de entrenamiento por su versatilidad. Gracias a la modificación de diversos elementos del juego, se pueden conseguir diferentes objetivos, tanto de tipo físico como técnico-táctico (Abrantes, Nunes, Maças, Leite y Sampaio, 2012; Frencken, Van Der Plaats, Visscher y Lemmink, 2013; Hill-Hass, Coutts, Dawson y Rowsell, 2010). Entre otros factores, a través de la modificación de este tipo de juegos, se pueden conseguir efectos en la participación de los jugadores,

incrementándose el número de intervenciones y las decisiones que tienen que tomar, por ejemplo, al disminuir el tiempo de juego, el número de jugadores por equipo o el espacio de juego (Casamichana y Castellano, 2009; Da Silva et al., 2011; Duarte, Batalha, Folgado y Sampaio, 2009; Jones y Drust, 2007).

En función de los antecedentes descritos, este trabajo pretende analizar los efectos de un programa de actividad física, basado en juegos reducidos 3 vs. 3, sobre la función ejecutiva en una muestra de chicas adolescentes.

Método

Participantes

Participaron en la investigación 39 adolescentes del municipio de Priego (Córdoba, España), que fueron seleccionadas de un centro escolar, con edades comprendidas entre los 15 y 16 años ($M \pm DT$: edad= 15.41 \pm .50 años; altura= 160.62 \pm 4.88 cm; peso= 60.53 \pm 11.14 kg; IMC= 23.45 \pm 4.12 kg·m⁻²; masa grasa= 27.71 \pm 7.50 %; masa magra: 42.66 \pm 4.05 %; FCmax= 196.18 \pm 6.85 ppm; VO₂max= 38.89 \pm 3.95 ml·kg⁻¹·min⁻¹). Los criterios de exclusión fueron: haber repetido curso, realizar actividad física extraescolar de manera regular y el padecimiento de algún tipo de patología que pudiera influir en los resultados. Del total de la muestra, el 48.72% (n=19) formó el grupo control y el 51.28% (n=20) el experimental.

Instrumentos

a) *Trail Making Test*, formas A y B (Reitan, 1958; Reitan, 1992; Tombaugh, 2004). Estas pruebas evalúan fundamentalmente la atención y la

flexibilidad cognitiva. La primera parte (forma A) está formada por una prueba en la que hay que conectar 25 números distribuidos en una hoja, de forma ascendente y correlativa desde el 1 al 25. En la segunda parte (forma B), se presentan 13 números y letras desde la A hasta la L. En este caso, hay que alternar números y letras uniéndolos de forma ascendente y ordenada desde el 1 hasta la 13, pasando por las letras correspondientes. Antes de realizar cada una de las pruebas se permite efectuar un ensayo sobre un ejemplo, diferente al ejercicio que se va a realizar posteriormente. Para puntuar la prueba, se mide el tiempo empleado para completarla, indicando al participante que debe volver al último ítem correcto cuando haya una equivocación. Esta prueba se considera apropiada para evaluar la función ejecutiva, siendo la forma B un buen indicador de flexibilidad cognitiva. La persona que presta menos atención y es menos flexible suele cometer más errores durante su ejecución, empleando más tiempo en su elaboración (Soprano, 2003).

b) Tests Dígitos (D) y Letras y Números (LN) de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños (*WISC-IV*; Wechsler, 2003, 2005). Estas dos pruebas se emplean para evaluar la memoria de trabajo. De hecho, la combinación de ambas puntuaciones ofrece tal medida (IMT). La prueba Dígitos consiste en memorizar y repetir una secuencia de números, aumentando el conjunto de números a medida que avanza la prueba, después de que el evaluador los haya leído previamente con un lapso de tiempo entre uno y otro de un segundo. Esta prueba tiene dos fases, en la primera las secuencias hay que repetir las en el orden establecido, y en

la segunda hay que realizarlo en orden inverso. En la prueba Letras y Números se ofrece un conjunto de números y letras desordenados con el mismo intervalo de tiempo entre un elemento y otro. En este caso, la persona ejecutante debe ordenar los números en sentido ascendente y las letras en orden alfabético.

c) *Test Stroop* (Stroop, 1935; Golden, 1994). Este instrumento, que consta de tres pruebas, se emplea para evaluar la función ejecutiva, en concreto la capacidad para seleccionar información, inhibiendo respuestas automáticas y formulando las adecuadas (Soprano, 2003). En la primera, se presenta una lista de 100 palabras, en la que se debe nombrar el mayor número de ellas en 45 segundos, empezando de nuevo si no se ha consumido el tiempo al llegar al final. En la segunda, se presenta el texto XXXX escrito en un color, en otra lista de 100 elementos. Hay que resolverlo indicando el color en que está escrito, procediendo de forma similar al anterior. En la tercera, hay 100 palabras escritas en un color pero indican otro diferente. Hay que decir el color en el que están escritas, inhibiendo el significado de la palabra y superando el efecto interferencia que generan ambos estímulos.

d) Evaluación de parámetros de condición física para la distribución de la muestra y el control de la actividad. Una de las pruebas utilizadas fue el test de *Course Navette* (*EUROFIT*, 1993) para calcular, de forma indirecta, el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}). Se trata de un test incremental de ida y vuelta, realizado sobre una distancia de 20 metros, en el que se aumenta la velocidad en 0.5 km/h cada minuto, partiendo de una velocidad inicial

de 8.5 km/h. Para el cálculo concreto del consumo de oxígeno se aplicó la fórmula $VO_{2max} = 31.025 + 3.238V - 3.248E + 0.1536VE$ (siendo V la velocidad alcanzada en la última etapa completada y E la edad del participante). También se ha empleado un bioimpedanciómetro (Tanita® *Body Composition Monitor* modelo BF-350) para medir el porcentaje de masa grasa, magra e índice de masa corporal, introduciendo previamente la altura. El modelo utilizado posee electrodos en 4 puntos de contacto para la planta del pie y mediante señal de baja frecuencia permite obtener medidas instantáneas de porcentaje de agua y grasa corporal, peso óseo, masa muscular, índice metabólico basal o masa muscular, entre otros. Por otro lado, se han obtenido valores de la frecuencia cardíaca máxima (FCmax) y la FC de trabajo para el control de la actividad, utilizando para ello pulsómetros *Polar®* modelo S610, que registran la frecuencia cardíaca cada 5 segundos.

Procedimiento

Se informó, por escrito, al centro escolar y a los padres de los alumnos sobre el estudio que se quería realizar. Tras ello, se obtuvo consentimiento informado de los padres y el permiso de la dirección del centro. Además, durante el proceso de la investigación, también se respetaron los principios de la declaración de Helsinki.

Se efectuaron dos evaluaciones, antes y después del programa de intervención, empleándose en cada una de ellas 30 minutos por alumno, para las pruebas neuropsicológicas y de composición corporal. Además, en grupos de 10-15 se realizó la prueba de *Course*

Navette, empleándose 20 minutos en cada uno de ellos. Para que los resultados obtenidos con la Tanita® BF-350 (composición corporal) tuvieran un mínimo margen de error, se tuvieron en cuenta una serie de pautas y recomendaciones: no realizar ejercicios agotadores el día anterior, no alterar significativamente la alimentación el día previo a la prueba, vestir ropa cómoda, controlar la toma de medicamentos que puedan alterar los niveles de agua corporal y evitar retener líquidos (George, Fisher, y Vehrs, 2007).

Tras obtener los datos iniciales se formaron al azar los grupos control y experimental, aunque en función de la composición corporal y consumo de oxígeno máximo, para partir de grupos con valores similares en estas medidas. El grupo control estuvo constituido por 19 adolescentes y el grupo experimental por 20. La intervención duró 8 semanas y consistió en aumentar la práctica física semanal en 90 minutos (grupo experimental), en una sesión de 60 y otra de 30 minutos (implementadas en días diferentes a las clases de Educación Física y en horario escolar), pasando de 120 (clases de educación física ordinarias) a 210 minutos semanales. Durante el programa, ambos grupos siguieron las sesiones programadas en clases de educación física, divididas en un primer bloque de deportes colectivos (enseñanza del baloncesto) y un segundo de expresión corporal (aerobic y bailes modernos). Para poder llevar a cabo el estudio, la asignatura de proyecto integrado se adaptó para realizar un programa de actividad física y salud, de modo que no se alterase el resto de las horas de clase. También se utilizó un recreo a la semana para realizar la práctica física.

En la sesión de 60 minutos se efectuaron 6 juegos reducidos 3 vs. 3 (2 de fútbol sin portero, 2 de baloncesto y 2 de balonmano sin portero) y en la sesión de 30 minutos 3 juegos reducidos 3 vs. 3 (1 de fútbol sin portero, 1 de baloncesto y 1 de balonmano sin portero). En ambas sesiones los juegos tuvieron una duración de 6 minutos cada uno y un descanso de 1 minuto, así como un calentamiento de 7 minutos que consistió en ejercicios de activación, movilidad articular y en un juego 3 vs. 3 en el que había que mantener la posesión de un balón de gomaespuma utilizando para las acciones de pase y recepción las manos. El área de juego total fue, para cada ejercicio, de 240 m² (20x12 m), siendo el área relativa por jugador de 40 m². La frecuencia cardiaca media con la que se participó fue de 175.68 ± 11.39 ppm (80.96 ± 8.01 %FCR) y una percepción media de esfuerzo (Borg) de 13.20 ± 1.53.

Tanto para las evaluaciones como durante las sesiones, se contó con la participación de psicólogos especializados (que desconocían la pertenencia de los participantes al grupo control o experimental) y colaboradores para ayudar al control del juego y asegurar el máximo tiempo útil de trabajo.

Análisis de los datos

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) bifactorial para cada prueba cognitiva realizada (test de Dígitos, test de

Letras y Números, Índice de Memoria de Trabajo – *suma de las puntuaciones de las dos pruebas anteriores, Trail Making Test y Test Stroop*), siendo un primer factor el grupo con dos niveles (control y experimental) y un segundo factor la variable *pre-post* con dos niveles (valores previos y tras la intervención). Se estudiaron los efectos principales y la interacción entre variables. La significación de los efectos se analizó mediante comparaciones de *Bonferroni*. Por otro lado, también se efectuaron pruebas *t-student*, tras analizar la normalidad con la prueba de *Kolmogorov-Smirnov* y estudiar tanto la *asimetría* como la *curtosis*, para analizar la homogeneidad de los grupos en diversas variables previas a la intervención. El programa estadístico utilizado fue el SPSS en su versión 20.

Resultados

Descriptivos previos y homogeneidad de los grupos

Como se puede observar, en la tabla 1 aparecen los valores relativos a los parámetros de condición física obtenidos tras la distribución de los participantes en los grupos control y experimental. Se realizó análisis de normalidad mediante la prueba de *Kolmogorov-Smirnov*, además del estudio de la *asimetría* y *curtosis*. Asimismo, la prueba *t-student* indicó que no hubo diferencias significativas entre ambos grupos.

Tabla 1: Medidas previas al programa de actividad física, así como la prueba de normalidad de *Kolmogorov-Smirnov* y *t-student* para observar diferencias entre grupos.

		<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>As</i>	<i>K</i>	<i>Z</i>	<i>t</i>
Masa grasa	Control	28.89	7.71	-.57	-.95	.79 ^a	1.43 ^a
	Experimental	25.59	6.54	.11	-1.12	.47 ^a	
Masa magra	Control	42.97	3.73	-.54	.26	.55 ^a	.47 ^a
	Experimental	42.36	4.40	.07	-.60	.74 ^a	
IMC	Control	24.58	4.45	.32	-.31	.51 ^a	1.70 ^a
	Experimental	22.38	3.57	.66	-.30	.72 ^a	
VO2max	Control	38.41	4.21	.85	.29	.82 ^a	-.73 ^a
	Experimental	39.34	3.73	.14	-1.08	.68 ^a	
FCmax	Control	195.97	5.73	.52	-.02	.54 ^a	-.16 ^a
	Experimental	196.35	7.21	-.64	1.48	.60 ^a	

^ap> .05

IMC= Índice de masa corporal; *VO2max*= Consumo de oxígeno máximo; *FCmax*= Frecuencia cardíaca máxima

As= Asimetría; *K*= Kurtosis

Evaluación cognitiva

En la tabla 2 se muestran los análisis descriptivos para las medidas evaluadas en función del grupo, control y experimental. También se indican los

resultados obtenidos tras efectuar la prueba de *Levene* que permite analizar la homogeneidad de las varianzas. Como se puede apreciar, no hubo problemas de homogeneidad de varianza en ningún momento del programa, tanto al comienzo como tras su finalización.

Tabla 2: Estadísticos descriptivos de las pruebas de evaluación cognitiva

		Control		Experimental		Levene
		<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>	
TMT-A	Pre	27.95	7.77	26.34	8.26	.12 ^a
	Post	25.50	6.38	21.36	5.59	.96 ^a
TMT-B	Pre	60.68	16.79	62.26	16.08	.57 ^a
	Post	58.18	17.02	50.61	12.66	2.23 ^a
D	Pre	14.74	2.71	15.70	2.06	1.01 ^a
	Post	15.95	2.30	18.15	2.18	.05 ^a
LN	Pre	16.32	2.56	17.65	2.27	.03 ^a
	Post	17.26	2.58	19.70	1.75	1.45 ^a
IMT	Pre	31.05	4.61	33.35	3.77	.04 ^a
	Post	33.21	4.44	37.85	3.33	2.32 ^a
TS-P	Pre	106.05	9.50	109.55	9.61	.05 ^a
	Post	109.63	9.24	115.80	9.11	.07 ^a
TS-C	Pre	71.74	10.05	77.05	7.44	2.17 ^a
	Post	73.79	9.78	82.02	8.61	.49 ^a
TS-PC	Pre	43.95	8.80	46.45	7.94	.25 ^a
	Post	47.37	7.26	52.25	7.64	.05 ^a

^a*p* > .05

TMT-A= Trail Making Test forma A; TMT-B= Trail Making Test forma B; D= Test de Dígitos; LN= Test de Letras y Números; IMT= Índice de Memoria de Trabajo; TS-P= Test Stroop Palabras; TS-C= Test Stroop Colores; TS-PC= Test Stroop Palabras-Colores.

Los resultados de los análisis de la varianza (ANOVA) factorial se muestran en la tabla 3. Como se puede observar, hubo diferencias significativas en los efectos principales de la variable *pre-post* para todas las medidas evaluadas, y de la variable *grupo* para las variables *test de Dígitos, test de Letras y Números, Índice de Memoria de Trabajo y Test Stroop colores*. Además, los efectos de la interacción mostraron valores significativos para las medidas de los instrumentos *Trail Making Test forma B* ($F_{[1,37]} = 4.98; p < .05; \eta^2 = .12;$

$1-\beta = .58$), *tests Dígitos* ($F_{[1,37]} = 5.88; p < .05; \eta^2 = .14; 1-\beta = .66$) y en el *Índice de Memoria de Trabajo* ($F_{[1,37]} = 6.93; p < .05; \eta^2 = .16; 1-\beta = .73$). En el *tests Dígitos y Letras* se apreciaron indicios de significación ($F_{[1,37]} = 3.54; p = .07; \eta^2 = .09; 1-\beta = .45$).

Por otro lado, tal y como se muestra en la tabla 4, no hubo diferencias significativas entre los grupos control y experimental en ninguna de las medidas obtenidas previas a la intervención. Sin

embargo, tras ella, hubo diferencias significativas entre ambos grupos en todas las evaluaciones. Por otro lado, el grupo experimental mejoró, de forma significativa, sus puntuaciones tras la

intervención. El grupo control también mejoró sus puntuaciones en todas las evaluaciones *postest*, menos en *Trail Making Test forma* y *Test Stroop colores*.

Tabla 3. Resultados de los ANOVAs factoriales mixtos para cada prueba de evaluación cognitiva. Se muestran los valores de la *F*, el valor *p*, el tamaño del efecto (η^2) y la potencia del contraste ($1-\beta$)

		Pre-post	Grupo	Interacción
Trail Making Test A	<i>F</i>	11.16**	2.12	1.28
	η^2	.23	.05	.03
	$1-\beta$	.90	.30	.20
Trail Making Test B	<i>F</i>	11.90**	.44	4.98*
	η^2	.24	.02	.12
	$1-\beta$	.92	.10	.59
Test Dígitos	<i>F</i>	51.33***	5.16*	5.88*
	η^2	.58	.12	.14
	$1-\beta$	.99	.59	.66
Test Letras y Números	<i>F</i>	26.14***	7.71**	3.54 ^a
	η^2	.41	.17	.09
	$1-\beta$	.99	.77	.45
Índice de Memoria de Trabajo	<i>F</i>	55.97***	8.06**	6.93*
	η^2	.60	.18	.16
	$1-\beta$	.99	.79	.73
Test Stroop Palabras	<i>F</i>	18.95***	3.20	1.40
	η^2	.34	.08	.04
	$1-\beta$	.99	.41	.21
Test Stroop Colores	<i>F</i>	12.70**	6.27*	2.17
	η^2	.26	.15	.06
	$1-\beta$	.93	.68	.30
Test Stroop Palabras / Colores	<i>F</i>	17.91***	2.59	1.19
	η^2	.33	.07	.03
	$1-\beta$	.98	.35	.19

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

^a $p = .068$

Tabla 4: Comparaciones entregrupos e intragrupos para cada prueba de evaluación cognitiva

	<i>Grupo</i>		<i>Factor</i>	
	<i>Control</i>	<i>Experimental</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
	Pre vs. Post	Pre vs. Post	C vs. E	C vs. E
TMT - A	2.46	4.98**	1.62	4.14*
TMT - B	2.50	11.65***	-1.58	7.57*
D	-1.21**	-2.45***	-0.96	-2.20**
LN	-.95*	-2.05***	-1.33	-2.44**
IMT	-2.16**	-4.50***	-2.29	-4.64***
TS-P	-3.58*	-6.25***	-3.50	-6.17*
TS-C	-2.05	-4.95***	-5.31	-8.21*
TS-PC	-3.42*	-5.80***	-2.50	-4.88*

*p< .05; **p< .01; ***p< .001

TMT-A= Trail Making Test forma A; TMT-B= Trail Making Test forma B; D= Test de Dígitos; LN= Test de Letras y Números; IMT= Índice de Memoria de Trabajo; TS-P= Test Stroop Palabras; TS-C= Test Stroop Colores; TS-PC= Test Stroop Palabras-Colores.

Discusión

El propósito del presente trabajo era evaluar los efectos de un programa de actividad física sobre diferentes variables relacionadas con el constructo función ejecutiva. Los resultados encontrados han puesto de relieve efectos positivos de la intervención sobre la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva. Aunque en ambos grupos existen mejores resultados respecto al inicio del programa, posiblemente este fenómeno esté asociado al efecto aprendizaje que tienen estos instrumentos de evaluación, por lo que es necesario focalizar la atención en los efectos de la interacción establecidos por los análisis estadísticos efectuados. Dicho lo cual, estas aportaciones ofrecen nuevos datos a un cuerpo de conocimiento cada vez más amplio sobre las relaciones entre la práctica de actividad física y la cognición en niños y adolescentes (Chaddock et al., 2012; Donnelly y Lambourne, 2011; Hillman, Kamijo y Scudder, 2011; Ploughman,

2008), concretamente sobre la función ejecutiva (Best, 2010; Davis et al., 2011; Kubesch et al., 2009). Además, esta investigación se ha realizado en una población específica, como son las chicas adolescentes, sobre la que no existen demasiados datos.

En este sentido, aunque la mayoría de los estudios efectuados se han llevado a cabo sobre poblaciones de edad inferior, siendo complicado encontrar estudios de similar naturaleza sobre adolescentes situados en un tramo de edad como los de esta investigación, existen evidencias científicas que hacen viable formular hipótesis como las planteadas en este trabajo. De hecho, hay datos que indican la progresiva evolución que sigue experimentando el cerebro, sobre todo a nivel de la corteza prefrontal, durante la adolescencia, implicando a capacidades como las funciones ejecutivas. Incluso se considera que este tipo de habilidades pueden seguir estimulándose tras la

adolescencia, lo que amplía considerablemente el intervalo de edad sobre el que se puede incidir y las posibilidades de implementar programas de esta naturaleza (O'Hare y Sowell, 2008; Posner y Rothbart, 2007; Tomporowski et al., 2011).

Sí es necesario, dado el proceso evolutivo que el organismo humano experimenta a lo largo de la vida, conocer aquellas funciones que pueden ser más sensibles y cuáles menos cuando se plantean este tipo de cuestiones. En este sentido, analizando el constructo función ejecutiva, se ha postulado que el control inhibitorio será más sensible en los primeros estadios evolutivos y otras como la memoria de trabajo serán más accesibles en etapas posteriores. Es esencial delimitar estos aspectos, dado que la capacidad que posee la actividad física para contribuir al desarrollo de estas capacidades debe sustentarse en el conocimiento específico de este tipo de factores (Best, Miller y Jones, 2009; Brocki y Bohlin, 2004; Kramer y Erickson, 2007; Tomporowski et al., 2008). En este trabajo, aquellas variables que evaluaban variables como la memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva, han sido más sensibles al cambio. Sin embargo, aquellas medidas vinculadas al control de la impulsividad no han sufrido

cambios relevantes. Esto tiene coherencia respecto a lo establecido en la literatura consultada y se sitúa próximo a este tipo de consideraciones.

De igual forma, es fundamental concretar el tipo de actividad realizada para conocer qué tarea es la que mejor se ajusta a los objetivos perseguidos. En este sentido, el tipo de juego desarrollado ha permitido llevar a cabo un ejercicio ubicado en un intervalo de intensidad adecuado para el desarrollo de la capacidad aeróbica, descrita como aquella que mejores resultados tiene sobre la función cognitiva (Chaddock, Neider, Lutz, Hillman Kramer, 2012; Chaddock, Voss y Kramer, 2012; Kempermann et al., 2010; Monti, Hillman, Neal y Cohen, 2012). Además, en el contexto del deporte colectivo, el juego reducido 3 vs. 3 ha sido definido como una modalidad que incrementa la participación de los jugadores y el número de intervenciones por persona respecto a otras, lo que permite aumentar las demandas cognitivas de cada participante y generar una estimulación mayor que contribuya a desarrollar un trabajo cognitivo más prolongado (Diamond y Lee, 2011; Da Silva et al., 2011; Dellal, Drust y Lago-Penas, 2012; Duarte, Batalha, Folgado y Sampaio, 2009).

Dadas las evidencias existentes y las que se siguen poniendo de manifiesto, se debe mantener e incrementar el interés por la práctica de actividad física en la infancia y adolescencia, implementando programas adecuados a cada edad y así aprovechar los beneficios que tiene este tipo de conductas sobre las personas (Landry y Driscoll, 2012; Rigoli, Piek, Kane y Oosterlaan, 2012; Roberts, Freed y McCarthy, 2010). Por ello, se debe poner en valor la práctica de actividad física en contextos como la escuela, aprovechando el espacio permanente de trabajo establecido en horario lectivo. La educación física debe ser una materia necesaria para promover el desarrollo integral de los alumnos, siendo un complemento indispensable a otras asignaturas que tradicionalmente han tenido más relevancia (Chaddock et al., 2013; Chang, Tsai, Chen y Hung, 2013; Cooper, Bandelow, Nute, Morris y Nevill, 2012; Pontifex et al., 2011).

En futuros estudios, siendo contemplado como limitación del presente, se deberían comparar los efectos del los juegos reducidos 3 vs. 3 con otro tipo de actividad, para observar si realmente esta modalidad de juego genera mayores beneficios y seguir profundizando en esta cuestión. Con este trabajo se puede indicar que la actividad realizada ha producido efectos, aunque no se puede determinar específicamente cuáles de sus características han sido las que han provocado esos efectos, si la mera actividad física desarrollada o el trabajo cognitivo

llevado a cabo durante ella. Además, sería interesante profundizar en el impacto de la práctica física sobre el funcionamiento cognitivo en función del género, para ver si se pueden generalizar las actuaciones en chicos y en chicas. En este sentido, este trabajo aporta datos sobre la población femenina, siendo un aspecto a tener en cuenta del presente estudio, aunque sería interesante valorar diferencias o similitudes respecto a los chicos.

Conclusiones

En cualquier caso, los datos que se han hallado en la presente investigación ponen de manifiesto el impacto positivo del programa de actividad física aplicado en la muestra de chicas adolescentes sobre el Índice de Memoria de Trabajo de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños (WISC-IV) y el *Trail Making Test* en su forma B, lo que contribuye a consolidar la importancia del ejercicio físico sobre el desarrollo cognitivo en la adolescencia. Además, aporta información en un tramo de la adolescencia en el que es difícil encontrar estudios de este tipo y utilizando un tipo de actividad como son los SSG, que pueden ser una herramienta útil para la gestión de este tipo de programas por su versatilidad. Este tipo de trabajos hacen hincapié en la necesidad de promocionar la práctica física en la infancia y adolescencia, sugiriendo a los organismos competentes que pongan en valor este tipo de hábitos y le otorguen el sitio que se merecen en contextos como los educativos.

Referencias

1. Abrantes, C.I., Nunes, M.I., Maças, V.M., Leite, N.M. & Sampaio, J.E. (2012). Effects of the number of players and game type constraints on heart rate, rating of perceived exertion and technical actions of small-sided soccer games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 976-981.
2. Banich, M.T. (2009). Executive Function: The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*, 18(2), 89-94.
3. Best, J.R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental
4. research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331-351.
5. Best, J.R., Miller, P.H. & Jones, L.L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180-200.
6. Brocki, K.C. & Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: a dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 26(2), 571-593
7. Casamichana, D. & Castellano, J. (2009). Análisis de los diferentes espacios individuales de interacción y los efectos en las conductas motrices de los jugadores. Aplicaciones al entrenamiento en fútbol. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 15(23), 143-167.
8. Castelli, D.M., Hillman, C.H., Buck, S.M. & Erwin, H. (2007). Physical fitness and academic achievement in 3rd and 5th grade students. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29(2) 239-252.
9. Castelli, D.M. & Hillman, C.H. (2012). Physical activity, cognition, and school performance: From neurons to neighborhoods. En A.L. Meyer y T.P. Gullotta (Eds.), *Physical Activity Across the Lifespan* (pp. 41-63). New York: Springer.
10. Chaddock, L., Erickson, K.I., Prakash, R.S., Kim, J.S., Voss, M.W., VanPatter, M., Pontifex, M.B., Raine, L.B., Konkel, A., Hillman, C.H., Cohen, N.J. & Kramer, A.F. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume and memory performance in preadolescent children. *Brain Research*, 1358, 172-83.
11. Chaddock, L., Erickson, K.I., Voss, M.W., Knecht, A.M., Pontifex, M.B., Castelli, D.M., Hillman, C.H. & Kramer, A.F. (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: a randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 1-13.

12. Chaddock, L., Hillman, C.H., Pontifex, M.B., Jonhson, C.R., Raine, L.B. & Kramer, A.F. (2012). Childhood aerobic fitness predicts cognitive performance one year later. *Journal of Sport Sciences*, 30(5), 421-430.
13. Chaddock, L., Neider, M.B., Lutz, A., Hillman, C.H. & Kramer, A.F. (2012). Role of childhood aerobic fitness in successful street crossing. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(4), 749-753.
14. Chaddock, L., Pontifex, M.B., Hillman, C.H. & Kramer, A.F. (2011). A Review of the Relation of Aerobic Fitness and Physical Activity to Brain Structure and Function in Children. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(6), 1-11.
15. Chaddock, L., Voss, M.W. & Kramer, A.F. (2012). Physical activity and fitness effects on cognition and brain health in children and older adults. *Kinesiology Review*, 1, 37-45.
16. Chang, Y., Tsai, Y., Chen, T. & Hung, T. (2013). The impacts of coordinative exercise on executive function in kindergarten children: An ERP study. *Experimental Brain Research*, 225(2), 187-196.
17. Chen, J. & Lee, Y. (2013). Physical activity for health: Evidence, theory, and practice. *Journal of Preventive Medicine & Public Health*, 46(Suppl 1), S1-S2.
18. Cooper, S.B., Bandelow, S., Nute, M.L., Morris, J.G. & Nevill, M.E. (2012). The Effects of a Mid-Morning Bout of Exercise on Adolescents' Cognitive Function. *Mental Health and Physical Activity*, 5(2), 183-190.
19. Da Silva, C., Impellizzeri, F., Natali, A., De Lima, J., Bara-Filho, M., Silami-García, E. & Marins, J. (2011). Exercise intensity and technical demands of small-sided games in young brazilian soccer players: effect of number of players, maturation, and reliability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2746–2751.
20. Davis, C.L., Tomporowski, P.D., McDowell, J E., Austin, B.P., Miller, P.H., Yanasak, N.E., Allison, J.D. & Naglieri, J.A. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial. *Health psychology: official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 30(1), 91-98.
21. Davidson, M.C., Amso, D., Anderson, L.C. & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037-2078.
22. Dellal, A., Drust, B. & Lago-Penas, C. (2012). Variation of activity demands in small-sided soccer games.

23. Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. En E. Bialystok y F. I. Craik (Eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (pp. 70-95). Oxford: Oxford University Press.
24. Diamond, A. & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in Children 4-12 years old. *Science*, 333(6045), 959-964.
25. Diamond, A. (2012). Activities and programs that improve children's executive functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 335-341.
26. Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.
27. Díaz, A., Martín, R., Jiménez, J.E., García, E., Hernández, S. & Rodríguez, C. (2012). Torre de Hanoi: Datos normativos y desarrollo evolutivo de la planificación. *European Journal of Education and Psychology*, 5(1), 79-91.
28. Donnelly, J.E. & Lambourne, K. (2011). Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *Preventive Medicine*, 52(Suppl 1), S36-S42.
29. Drenowatz, C., Steiner, R.P., Brandstetter, S., Klenk, J, Wabitsch, M. & Steinacker, J.M. (2013). Organized Sports, overweight, and physical fitness in primary school children in Germany. *Journal of Obesity*, Article ID 935245, 1-7.
30. Duarte, R., Batalha, N., Folgado, H. & Sampaio, J. (2009). Effects of exercise duration and number of players in heart rate responses and technical skills during futsal small-sided games. *The Open Sports Sciences Journal*, 3(2), 13-15.
31. Eurofit (1993). *Eurofit Tests of Physical Fitness* (2^a ed.). Strasbourg: Committee of Experts on Sports Research.
32. Frencken, W., Van Der Plaats, J., Visscher, C. & Lemmink, K. (2013). Size matters: pitch dimensions constrain interactive team behaviour in soccer. *Journal of Systems Science and Complexity*, 26(1), 85-93.
33. George, J.D., Fisher, A.G. & Vehrs, P.R. (2007). *Tests y pruebas físicas (4^a ed.)*. Barcelona: Paidotribo.
34. Goldberg, E. & Bougakov, D. (2005). Valoración neuropsicológica de la disfunción del lóbulo frontal. *Psychiatric Clinics of North America*, 28(3) 567-580.
35. Golden, C.J. (1994). *Stroop: Test de colores y palabras*. Madrid: TEA Ediciones.
36. Hillman, C.H., Erickson, K.I. & Kramer, A.F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58-65.

37. Hillman, C.H., Kamijo, K. & Scudder, M. (2011). A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Preventive Medicine*, 52(Suppl 1), S21-S28.
38. Hillman, C.H., Pontifex, M.B., Raine, L.B., Castelli, D.M., Hall, E.E. & Kramer, A.F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control of academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159(3), 1044-1054.
39. Hill-Hass, S.V., Coutts, A.J., Dawson, B.T. & Rowsell, G.J. (2010). Time-motion characteristics of physiological response of small-sided games in elite youth players: The influence of player number and rule changes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2149-2156.
40. Jones, S. & Drust, B. (2007). Physiological and technical demands of 4 v 4 and 8 v 8 games in elite youth soccer players. *Kinesiology*, 39(2), 150-156.
41. Kempermann, G., Fabel, K., Ehninger, D., Babu, H., Leal-Galicia, P., Garthe, A. & Wolf, S.A. (2010). Why and how physical activity promotes experience-induced brain plasticity. *Frontiers in Neuroscience*, 4(189), 1-9.
42. Kramer, A.F. & Erickson, K.I. (2007). Capitalizing on cortical plasticity: influence of physical activity on cognition and brain function. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(8), 342-348.
43. Kubesch, S., Walk, S., Spitzer, M., Kammer, T., Lainburg, A., Heim, R. & Hille, K. (2009). A 30-minute physical education program improves students' executive attention. *Mind, Brain, and Education*, 3(4), 235-242.
44. Landry, B.W. & Driscoll, S.W. (2012). Physical Activity in Children and Adolescents. *Exercise and Sport for Health Promotion*, 4(11), 826-832.
45. Manga, D. & Ramos, F. (2011). El legado de Luria y la neuropsicología escolar. *Psychology, Society, & Education*, 3(1), 1-13.
46. Monti, J. M., Hillman, C.H. & Cohen, N.J. (2012). Aerobic fitness enhances relational memory in preadolescent children: The FITKids randomized control trial. *Hippocampus*, 22(9), 1876-1882.
47. Mota, J., Santos, R. M., Silva, P., Aires, L., Martins, C. & Vale, S. (2012). Associations between self-rated health with cardiorespiratory fitness and obesity status among adolescent girls. *Journal of Physical Activity & Health*, 9(3), 378-381.
48. O'Hare, E.D. & Sowell, E.R. (2008). Imaging developmental changes in gray and white matter in the human brain. En C.A. Nelson y M. Luciana (Eds.), *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience* (pp. 23-38). Cambridge, MA: MIT Press.

49. Padilla-Moledo, C., Castro-Piñero, J., Ortega, F.B., Mora, J., Márquez, S., Sjöström, M. & Ruiz, J.R. (2012). Positive health, cardiorespiratory fitness and fatness in children and adolescents. *The European Journal of Public Health*, 22(1), 52-56.
50. Parada, M., Corral, M., Mota, N., Crego, A., Rodríguez-Holguín, S. & Cadaveira, F. (2012). Executive functioning and alcohol binge drinking in university students. *Addictive Behaviors*, 37(2), 167-172.
51. Ploughman, M. (2008). Exercise is brain food: the effects of physical activity on cognitive function. *Developmental Neurorehabilitation*, 11(3), 236-240.
52. Pontifex, M.B., Raine, L.B., Johnson, C.R., Chaddock, L., Voss, M.W., Cohen, N.J., Kramer, A.F. & Hillman, C. H. (2011). Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(6), 1332-1345.
53. Posner, M.I. & Rothbart, M.K. (2007). *Educating the Human Brain*. Washington, DC: American Psychological Association.
54. Reitan, R.M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indication of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skills*, 5, 271-276.
55. Reitan, R.M. (1992). *Trail making test: Manual for administration and scoring*. Tucson, AZ: Reitan Neuropsychology Laboratory.
56. Richland, L.E. & Burchinal, M.R. (2013). Early executive function predicts reasoning development. *Psychological Science*, 24(1), 87-92.
57. Rigoli, D., Piek, J.P., Kane, R. & Oosterlaan, J. (2012). An examination of the relationship between motor coordination and executive functions in adolescents. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 54(11), 1025-1231.
58. Roberts, C.K., Freed, B. & McCarthy, W.J. (2010). Low aerobic fitness and obesity are associated with lower standardized test scores in children. *Journal of Pediatrics*, 156(5), 711-718.
59. Smith, E., Hay, P., Campbell, L. & Trollor, J. (2011). A review of the relationship between obesity and cognition across the lifespan: Implications for novel approaches to prevention and treatment. *Obesity Reviews*, 12(9), 740-755.
60. Soprano, A.M. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 37(1), 44-50.
61. Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.

62. Stroth, S., Kubesch, S., Dieterle, K., Ruschow, M., Heim, R. & Kiefer, M. (2009). Physical fitness, but no acute exercise modulates event-related potential indices for executive control in healthy adolescents. *Brain Research*, 1269, 114-124.
63. Tombaugh, T.N. (2004). Trail Making Test A and B: Normative data stratified by age and education. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(2), 203-214.
64. Tomporowski, P., Davis, C., Miller, P. & Naglieri, J. (2008). Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educational Psychology Review*, 20(2), 111-131.
65. Tomporowski, P.D., Lambourne, K. & Okumura, M.S. (2011). Physical activity interventions and children's mental function: An introduction and overview. *Preventive Medicine*, 52(Suppl 1), S3-S9.
66. Verdejo-García, A. & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22(2), 227-235.
67. Verdejo-García, A., Pérez-Expósito, M., Schmidt-Río-Valle, J., Fernández-Serrano, M.J., Cruz, F., Pérez-García, M., López-Belmonte, G., Martín-Matillas, M., Martín-Lagos, J.A., Marcos, A. & Campoy, C. (2010). Selective Alterations Within Executive Functions in Adolescents With Excess Weight. *Obesity*, 18(8), 1572-1578.
68. Wechsler, D. (2003). *Wechsler Intelligence Scale for Children - Fourth Edition: Technical and interpretative manual*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
69. Wechsler, D. (2005). *Manual de aplicación y corrección del WISC-IV*. Madrid: TEA Ediciones, S.A.
70. Wenner, C.J., Bianchi, J., Figueredo, A.J., Rushton, J. & Jacobs, W.J. (2013). Life History theory and social deviance: The mediating role of executive function. *Intelligence*, 41(2), 102-113.
71. Wu, C.T., Pontifex, M.B., Raine, L.B., Chaddock, L., Voss, M.W., Kramer, A.F. & Hillman, C.H. (2011). Aerobic fitness and response variability in preadolescent children performing a cognitive control task. *Neuropsychology*, 25(3), 333-341.

CAPÍTULO VII. Estudio III

Toma de decisiones en juegos reducidos en una muestra de chicas adolescentes

Toma de decisiones en juegos reducidos en una muestra de niñas adolescentes

ESTUDIO III

Resumen

El propósito de este trabajo fue analizar la evolución de la toma de decisiones en juegos reducidos 3 vs. 3 de los deportes fútbol-sala, balonmano y baloncesto, tras un periodo de 8 semanas de práctica, en niñas adolescentes no entrenadas. Las participantes fueron 44 chicas adolescentes del municipio de Priego (Córdoba, España), con edades comprendidas entre los 15 y 16 años ($M=15.36$; $DT=.49$). Se empleó un diseño cuasi-experimental pre-post con dos grupos aleatorizados, control y experiencial. El instrumento para medir la toma de decisiones fue el *Game Performance Assessment Instrument* (GPAI). Para estimar la calidad de los datos se efectuó un análisis de componentes de la varianza, así como otro de generalizabilidad. Asimismo, para determinar los efectos de la intervención se realizaron análisis de la varianza bifactorial para factor del GPAI. Los datos hallados en el estudio ponen de manifiesto una evolución positiva de la toma de decisiones tras 8 semanas de práctica en los juegos reducidos de los 3 deportes analizados. Por tanto, los resultados indican que los juegos reducidos pueden ser una buena herramienta en los procesos de enseñanza de los deportes colectivos.

Palabras clave: Juegos reducidos; toma de decisiones; adolescentes; deporte colectivo.

Introducción

La práctica de cualquier deporte colectivo requiere la resolución continua de problemas, cuestión fundamental para tener éxito en el juego (Blomqvist, Vanttinen y Luhtanen, 2005; Vila-Maldonado, García y Contreras, 2012). Durante su práctica, las circunstancias cambian constantemente, debido a la gran interacción existente entre los participantes y el condicionamiento generado por los factores espacio y tiempo. Además, elegir la opción más favorable requiere la explotación del medio y la detección de posibilidades de acción, lo que debe estar en consonancia con las características del individuo (Araujo, 2013; Gréhaigne, Godbout, y Bouthier, 2001). Por ello, este tipo de habilidades requieren un esfuerzo cognitivo para integrar la información existente y elaborar una respuesta adecuada, siendo un complejo procedimiento que está influenciado por factores emocionales, motivaciones, el nivel de fatiga, la experiencia, etc. (Jiménez, Sáenz, Ibáñez y Lorenzo, 2012; Tenenbaum, Basevitch, Gershoren y Filho, 2013).

A pesar de la importancia que tiene la toma de decisiones en el desarrollo del juego, en su enseñanza todavía están presentes situaciones de mejora táctica, técnica o de habilidades fuera del contexto real. En lugar de trabajar de forma parcial y aislada, se deberían proponer tareas representativas del juego para un mejor acoplamiento entre la percepción y la acción (Araújo, Davids y Passos, 2007). Los ejercicios se deberían focalizar sobre aspectos funcionales, que permitieran la exploración guiada y el descubrimiento, relacionando la información relevante con las tareas a desarrollar (Araújo, 2011). En este sentido, los juegos en espacios reducidos (*Small Sided Games*), se han convertido en estrategias útiles para la mejora técnico-táctica, física y psicológica en los deportes colectivos. De hecho, mantienen su lógica interna pero permiten modificar elementos estructurales y funcionales que facilitan el trabajo específico de diferentes objetivos (Casamichana y Castellano, 2010; Hill-Hass, Dawson, Impellizzeri y Coutts, 2011).

Gracias a ellos, los deportistas consiguen mejorar su rendimiento físico, pero simultáneamente se incrementa su implicación, elevándose el número de decisiones a tomar y permitiendo entrenar las habilidades necesarias para decidir acertadamente bajo condiciones de esfuerzo y estrés (Foster, Twist, Lamb y Nicholas, 2010; Impellizzeri et al., 2006; Katis y Kellis, 2009). Asimismo, se ha observado que es un medio adecuado para desarrollar y transferir conocimientos técnico-tácticos de un deporte específico, teniendo un nivel de adaptación a las características del participante muy alto (Buchheit et al., 2009;

Gabbett, Jenkins y Abernethy, 2009; Sampaio, Abrantes y Leite, 2009). En función de los objetivos que se pretendan, algunos de los elementos que pueden verse alterados en los juegos en espacios reducidos son las dimensiones del terreno de juego, el número de jugadores, las reglas de juego, la presencia o no de porteros en los deportes que lo requieran, la duración del partido, la presencia activa del entrenador, etc. (Dellal, Drust y Lago-Peñas, 2012; Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri y Coutts, 2011; Kelly y Drust, 2009).

Para analizar el rendimiento y toma de decisiones en el deporte, Oslin, Mitchell y Griffin (1998) diseñaron el *Game Performance Assessment Instrument* (GPAI) para evaluar la toma de decisiones y el rendimiento de los jugadores. El GPAI es un sistema multidimensional que tiene como objetivo evaluar los comportamientos que se producen durante el juego para demostrar los conocimientos tácticos de los jugadores, así como la habilidad de los mismos para resolver problemas tácticos seleccionando y aplicando técnicas apropiadas. El GPAI, analiza los componentes individuales del juego (toma de decisiones, ejecución técnica, apoyo, etc.) y el rendimiento global en el juego (participación en el juego y rendimiento). Diversos estudios han utilizado el GPAI en contexto escolar para evaluar los comportamientos de los alumnos tras periodos de enseñanza en los que se han utilizado los juegos reducidos en fútbol (Chatzopoulos, Drakou, Kotzamanidou y Tsorbatzoudis, 2006; Harvey, 2006; Harvey, Cushion, Wegis y Massa-González, 2010; Mesquita, Farias y Hastie, 2012; Mitchell, Oslin y Griffin, 1995),

fútbol-sala (Corrêa, Da Silva y Paroli, 2004) y balonmano (Balakrishnan, Rengasamy y Aman, 2011). Igualmente, Wright, McNeill, Fry y Wang (2005) utilizaron el GPAI para comparar un enfoque técnico con otro táctico (utilizando juegos reducidos) en futuros profesores de Educación Física.

Hasta donde se ha podido consultar, no existen estudios en los que se analice de forma simultánea la toma de decisiones mediante GPAI en diferentes deportes colectivos tras la aplicación de un programa de enseñanza basado en los *Small Sided Games*. Asimismo, son escasos aquellos en los cuales se han evaluado estos procesos en chicas adolescentes no entrenadas. Así, el objetivo de este trabajo fue analizar, en una muestra de chicas entre 15 y 16 años, la toma de decisiones en juegos reducidos 3 vs. 3, basados en los deportes colectivos fútbol-sala, baloncesto y balonmano, y determinar si había existido una evolución positiva tras un programa de ocho semanas de duración con una frecuencia de dos sesiones semanales y una duración de 60 y 30 minutos respectivamente.

Método

Participantes

Participaron en la investigación 44 chicas adolescentes del municipio de Priego (Córdoba, España), con edades entre los 15 y 16 años ($M \pm DT$: edad= 15.36 \pm .49 años; altura= 160.93 \pm 5.42 cm; peso= 60.73 \pm 10.82 kg; IMC= 23.43 \pm 4.01 kg·m⁻²; masa grasa= 27.44 \pm 8.45 %; masa magra: 42.83 \pm 6.01 %; FC_{max}= 196.14 \pm 6.48 ppm; VO_{2max}= 38.97 \pm 3.98 ml·kg⁻¹·min⁻¹). La muestra fue seleccionada de un

centro escolar, donde se realizó la intervención y las mediciones. Los criterios de exclusión fueron repetir curso, realizar actividad física regular dos o más días a la semana y la existencia de patologías que pudieran interferir en los resultados.

Instrumentos y material

a) Para analizar las conductas durante el juego se efectuó una *observación sistemática de la toma de decisiones*, utilizándose para su medición el *Game Performance Assessment Instrument* (GPAI) (Oslin et al., 1998). Esta herramienta permite observar la capacidad de los jugadores para resolver problemas tácticos empleando la técnica apropiada. Se observan las siguientes conductas: Toma de decisiones adecuada (TDA) e inadecuada (TDI), ejecución técnica eficaz (ETE) e ineficaz (ETI), apoyo adecuado (AA) e inadecuado (AI), cobertura adecuada (CA) e inadecuada (CI), y marca adecuada (MA) e inadecuada (MI). Posteriormente se transforman en las categorías: Toma de Decisiones (ITD), Ejecución Técnica (IET), Apoyo (IA), Cobertura (IC), Marcaje (IM), Participación en el juego (IPJ) y Rendimiento en el Juego (IRJ). Diversos estudios han analizado la fiabilidad y validez de este instrumento, obteniéndose resultados satisfactorios (Mitchell et al., 1995; Oslin et al. 1998; Wright et al., 2005).

b) Se evaluaron parámetros de condición física para clasificar y aleatorizar la muestra, y para el control de la actividad. Se utilizó el test de *Course Navette* (EUROFIT, 1993) para calcular, de forma indirecta, el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}). También se empleó un

bioimpedanciómetro (Tanita® *Body Composition* Monitor modelo BF-350) para medir el porcentaje de masa grasa, magra e índice de masa corporal. Por otro lado, se obtuvieron valores de la frecuencia cardíaca máxima (FCmax) y la FC de trabajo para el control de la actividad, utilizando para ello pulsómetros *Polar*® modelo S610.

c) Para los análisis efectuados se utilizó los paquetes estadístico SAS v.9.1 (Schlotzhauer y Littell, 1997; SAS Institute Inc., 1999) y el SPSS v.20.0, así como el programa de análisis de generalizabilidad SAGT v.1.0 (Hernández-Mendo, Ramos Pérez y Pastrana, 2012).

Procedimiento

Tras aceptar un comité ético de la Universidad de Granada el proyecto de investigación, se informó mediante carta al centro escolar y a los padres. Se recibió firmado el consentimiento informado por parte de los padres y se obtuvo permiso de la dirección del centro, respetándose además, los principios de la declaración de Helsinki. Tras evaluar inicialmente a los participantes y distribuirlos al azar en los grupos control y experimental, se intervino durante 8 semanas. Se aumentó la práctica física semanal en 90 minutos, divididos en una sesión de 60 minutos y otra de 30.

En la sesión de 60 minutos se efectuaron seis juegos reducidos 3 vs 3 (dos de fútbol-sala sin portero, dos de baloncesto y dos de balonmano sin portero) y en la sesión de 30 minutos tres juegos reducidos 3 v. 3 (uno de cada modalidad deportiva), con una duración de 6 minutos cada uno y un descanso de 1 minuto entre ellos. Ambas estuvieron precedidas por un calentamiento de 7 minutos basados en ejercicios de

activación, movilidad articular y en un juego de 3 vs 3 en el que había que mantener la posesión de un balón de gomaespuma utilizando, para las acciones de pase y recepción, las manos. El área de juego total para cada ejercicio fue de 240 m² (20x12 m) y por jugador de 40 m². La frecuencia cardiaca media con la que se participó fue de 175.22 ± 11.95 ppm (80.59 ± 8.09 %FCR) y la percepción media de esfuerzo, en una escala entre 6 y 20 (Borg, 1970, 1982), de 13.44 ± 1.57 .

Para obtener los datos a través del GPAI, el observador visionó los videos en dos ocasiones, con una diferencia entre una y otra de tres meses. Ambas evaluaciones fueron sometidas a un análisis de calidad del dato para determinar la fiabilidad, validez y precisión de la medida (Anguera, Blanco, Hernández-Mendo y Losada, 2011). Además, A lo largo de la intervención diversos colaboradores estuvieron presentes para ayudar al control de las sesiones, asegurando el máximo posible de tiempo útil. Para que los resultados obtenidos con la Tanita® BF-350 fueran fiables y tuvieran un mínimo margen de error, se tuvo en cuenta las pautas y recomendaciones propuestas por George, Fisher y Vehrs (2007) para la estimación de la composición corporal. El protocolo a seguir fue: no realizar ejercicios agotadores el día anterior, no alterar significativamente la alimentación el día previo a la prueba, vestir ropa cómoda, controlar la toma de medicamentos que puedan alterar los niveles de agua corporal y evitar retener líquidos.

Análisis de los datos

Para estimar la calidad de los datos se efectuó un análisis de componentes de la varianza con procedimientos de mínimos cuadrados (*Varcomp*) y de máxima verosimilitud (*GLM*), así como otro de generalizabilidad (Blanco, Castellano y Hernández-Mendo, 2000; Hernández-Mendo, Díaz-Martínez y Morales, 2010). Para valorar el objetivo principal del estudio se realizó un ANOVA bifactorial

mixto para cada factor del GPAI, definidos como variables dependientes, siendo un factor la variable *grupo* y otro la variable *pre-post*. Se han estudiado los efectos simples y los de interacción, analizando la significación mediante comparaciones de *Bonferroni*. También se han realizado pruebas *t-student* para analizar la homogeneidad de los grupos en diversas variables previas al programa, tras análisis de normalidad (*Kolmogorov-Smirnov*).

Resultados

Composición corporal, frecuencia cardiaca máxima y consumo de oxígeno máximo

En la tabla 1 se muestran las medidas de condición física previas al programa, así como los resultados de la prueba *Kolmogorov-Smirnov* para evaluar la normalidad de los datos y *t-student* para observar las diferencias entre grupos.

		<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>As</i>	<i>K</i>	<i>Z</i>	<i>t</i>
Masa grasa	Control	29.16	8.54	-.68	-.76	.74 ^a	1.36 ^a
	Experimental	25.73	7.29	.12	-1.06	.53 ^a	
Masa magra	Control	43.02	4.63	-.12	.86	.62 ^a	.21 ^a
	Experimental	42.64	5.11	.46	-.32	.78 ^a	
IMC	Control	24.28	4.32	.53	-.25	.53 ^a	1.43 ^a
	Experimental	22.58	3.62	.65	-.37	.81 ^a	
VO2max	Control	38.79	4.08	.56	.17	.79 ^a	-.32 ^a
	Experimental	39.16	3.73	.24	-.95	.73 ^a	
FCmax	Control	195.86	5.36	.62	.41	.55 ^a	-.28 ^a
	Experimental	196.41	7.09	-.68	1.54	.69 ^a	

Nota: *As*= Asimetría; *K*= Kurtosis

^a*p*> .05

Tabla 1. Análisis descriptivo de los parámetros de condición física, prueba de normalidad (*Z*) y *t-student*

Como se puede apreciar, no existieron diferencias significativas entre los grupos control y experimental en estas medidas previas al inicio del programa, lo que indica la homogeneidad de los grupos.

Calidad del dato

Para determinar la calidad del dato se han utilizado diferentes procedimientos. La fiabilidad intraobservador se ha estimado utilizando la Kappa de Cohen (1960), obteniéndose valores superiores a .70. También, se realizaron análisis de

componentes de la varianza y de generalizabilidad, a través de un diseño cruzado de cuatro facetas, dos de las cuales tienen tamaño muestral infinito, una finito y otra fijo:

- a) Participante (P): con 22 niveles diferenciando cada grupo (control y experimental).
- b) Momento experimental (M): esta faceta compuesto por dos niveles referido a la toma de datos, antes y después de del aplicar el programa de intervención.
- c) Deporte (D): Posee tres niveles, referidos a los tipos de deportes observados, fútbol-sala, balonmano y baloncesto.
- d) Situación (S): faceta formada por diez niveles, cada categoría del sistema GPAI.

Los resultados indican que el modelo es significativo ($F_{1319} = 2.54$; $p < .001$) y explica el 71.77% de la varianza. La varianza error estimada con un procedimiento de mínimos cuadrados (*Varcomp*) y por máxima verosimilitud (*GLM*) es igual, lo que permite asumir que los datos son normales, lineales y homocedásticos, y permite análisis paramétricos. Además, como se puede observar en la tabla 2, los resultados de los análisis de los datos tipo I y tipo III (Modelo *GLM*), son similares, lo que indica que los resultados de la muestra de cada faceta pueden ser asumible por la población de donde proceden. Además, se ha realizado un estudio de generalizabilidad para determinar la fiabilidad de la estructura (tabla 3), hallándose que los valores de los coeficientes de *G* relativo ($e^2 = .116$) y absoluto ($\Phi = .077$) indican que el modelo tiene un buen ajuste, siendo las categorías exhaustivas y mutuamente excluyentes (Blanco y Hernández-Mendo, 1998; Blanco, Castellano y Hernández-Mendo, 1999).

FV	g° de l	Procedimiento GLM					
		Tipo I			Tipo III		
		SC	F	Pr > F	SC	F	Pr > F
P	21	35.47	1.68	.027	35.64	1.69	.026
M	1	9.41	9.37	.002	9.33	9.29	.002
P*M	21	32.48	1.54	.056	32.50	1.54	.056
D	2	26.32	13.11	<.001	26.42	13.15	<.001
P*D	42	43.01	1.02	.437	43.03	1.02	.436
M*D	2	1.51	.75	.471	1.54	.76	.466
P*M*D	42	36.65	.87	.709	36.65	.87	.709
S	9	1601.19	177.17	<.001	1601.15	177.17	<.001
P*S	189	302.68	1.59	<.001	302.68	1.59	<.001
M*S	9	34.92	3.86	<.001	34.88	3.86	<.001
P*M*S	189	223.68	1.18	.060	223.67	1.18	.060
D*S	18	347.32	19.22	<.001	347.32	19.22	<.001
P*D*S	378	308.86	.81	.993	308.82	.81	.993
M*D*S	18	11.97	.66	.851	11.98	.66	.850
P*M*D*S	378	351.15	.93	.822	351.15	.93	.822

Nota: P= participante; M= momento experimental; D= deporte; S= situación; FV= Fuentes de variación; g° de l = Grados de libertad; SC= Suma de cuadrados; F= Valor del estadístico; Pr>F= grado de significación; Tipo I= Resultados pronosticados según distribución aleatoria; Tipo III= Resultados pronosticados según distribución obtenida

Tabla 2. Análisis de los componentes de variancia para el modelo de 4 facetas (participante*momento experimental*deporte*situación) mediante procedimiento de máxima verosimilitud (GLM)

FV	g° de l	SC	CM	SE	% var
P	21	35.47	1.68	.013	.00
M	1	9.41	9.37	.012	.11
P*M	21	32.48	1.54	.017	.39
D	2	26.32	13.11	.025	.00
P*D	42	43.01	1.02	.015	.30
M*D	2	1.51	.75	.003	.02
P*M*D	42	36.65	.87	.020	.00
S	9	1601.19	177.17	.577	36.23
P*S	189	302.68	1.59	.037	5.02
M*S	9	34.92	3.86	.025	1.28
P*M*S	189	223.68	1.18	.046	5.20
D*S	18	347.32	19.22	.139	12.29
P*D*S	378	308.86	.81	.045	11.96
M*D*S	18	11.97	.66	.010	.00
P*M*D*S	378	351.15	.93	.067	27.19

Nota: P= participante; M= momento experimental; D= deporte; S= situación; FV= Fuentes de variación; g° de l = Grados de libertad; SC= Suma de cuadrados; CM= Cuadrado de la media; SE= Error estándar; % var= Porcentaje de variancia

Tabla 3. Análisis de generalizabilidad para el modelo de 4 facetas (participante * momento experimental * deporte * situación)

Evaluación de la toma de decisiones (GPAI)

En la tabla 4 se muestran los análisis descriptivos para cada medida y grupo, indicando los valores previos a la intervención y tras ella.

		Fútbol-sala				Balonmano				Baloncesto			
		Control		Exp.		Control		Exp.		Control		Exp.	
		M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
ITD	Pre	.02	.11	.09	.29	.16	.35	.27	.45	.14	.28	.18	.39
	Post	.14	.32	.25	.43	.09	.23	.62	.48	.10	.29	.52	.49
IET	Pre	.33	.32	.39	.34	.66	.34	.74	.38	.48	.28	.38	.23
	Post	.33	.26	.61	.41	.64	.31	.84	.25	.41	.21	.54	.18
IA	Pre	.19	.36	.14	.35	.29	.43	.29	.55	.35	.45	.28	.42
	Post	.16	.36	.29	.45	.28	.45	.63	.49	.27	.46	.55	.51
IC	Pre	.05	.21	.05	.21	.09	.29	.00	.00	.00	.00	.00	.00
	Post	.00	.00	.41	.50	.05	.21	.25	.43	.00	.00	.29	.45
IM	Pre	.59	.50	.56	.48	.53	.50	.68	.47	.59	.52	.47	.51
	Post	.64	.46	.88	.31	.42	.48	.65	.49	.56	.49	.73	.42
IPJ	Pre	6.32	4.13	4.68	2.55	6.68	3.45	5.51	2.72	7.91	4.17	7.45	3.36
	Post	5.72	2.57	6.72	2.89	6.05	3.78	9.50	3.36	7.27	3.77	10.05	3.84
IRJ	Pre	.23	.15	.24	.21	.34	.21	.39	.19	.31	.16	.26	.17
	Post	.25	.16	.48	.17	.30	.20	.61	.24	.27	.17	.53	.22

Nota: ITD= índice de toma de decisiones; IET= índice de ejecución técnica; IA= índice de apoyo; IC= índice de cobertura; IM= índice de marcaje; IPJ= índice de participación en el juego; IRJ= índice de rendimiento en el juego.

Tabla 4: Estadísticos descriptivos para los valores del GPAI

En la tabla 5 se recogen los resultados de los análisis de la varianza efectuados sobre las diferentes medidas del GPAI. Como se puede observar, para el deporte *fútbol-sala*, los efectos de la interacción mostraron valores significativos para las medidas *Índice de Cobertura* ($F_{[1,42]} = 12.79$; $p < .01$; $\eta^2 = .23$; $1-\beta = .94$), *Índice de Participación en el Juego* ($F_{[1,42]} = 7.33$; $p < .01$; $\eta^2 = .15$; $1-\beta = .75$) e *Índice de Rendimiento en el Juego* ($F_{[1,42]} = 8.32$; $p < .01$; $\eta^2 = .17$; $1-\beta = .80$). Por otro lado, para el deporte *balonmano*, los efectos de la interacción mostraron valores significativos para las medidas *Índice de Toma de*

decisiones ($F_{[1,42]} = 5.68$; $p < .05$; $\eta^2 = .12$; $1-\beta = .65$), *Índice de Cobertura* ($F_{[1,42]} = 6.11$; $p < .05$; $\eta^2 = .12$; $1-\beta = .68$), *Índice de Participación en el Juego* ($F_{[1,42]} = 9.05$; $p < .01$; $\eta^2 = .18$; $1-\beta = .84$) e *Índice de Rendimiento en el Juego* ($F_{[1,42]} = 8.78$; $p < .01$; $\eta^2 = .17$; $1-\beta = .83$). Asimismo, para el deporte *baloncesto*, los efectos de la interacción mostraron valores significativos para las medidas *Índice de Toma de decisiones* ($F_{[1,42]} = 5.43$; $p < .05$; $\eta^2 = .11$; $1-\beta = .62$), *Índice de Ejecución Técnica* ($F_{[1,42]} = 4.31$; $p < .05$; $\eta^2 = .09$; $1-\beta = .53$), *Índice de Cobertura* ($F_{[1,42]} = 9.32$; $p < .01$; $\eta^2 = .18$; $1-\beta = .85$), *Índice de Participación en el Juego*

($F_{[1,42]} = 4.48$; $p < .05$; $\eta^2 = .10$; $1-\beta = .54$) e 17.81 ; $p < .01$; $\eta^2 = .30$; $1-\beta = .99$).
 Índice de Rendimiento en el Juego ($F_{[1,42]} =$

		Fútbol-sala			Balonmano			Baloncesto		
		P-P	G	I	P-P	G	I	P-P	G	I
ITD	F	5.58 ^a	1.55	.16	2.25	17.56 ^c	5.68 ^a	3.15	9.36 ^b	5.43 ^a
	η^2	.12	.04	.01	.05	.29	.12	.07	.18	.11
	1- β	.64	.23	.07	.31	.98	.65	.41	.85	.62
IET	F	2.15	6.09 ^a	2.02	.44	3.28	.94	.65	.27	4.31 ^a
	η^2	.05	.12	.05	.01	.07	.02	.02	.01	.09
	1- β	.30	.68	.29	.10	.43	.16	.12	.08	.53
IA	F	.64	.34	1.14	2.73	3.47	2.73	1.06	.87	3.52
	η^2	.02	.01	.03	.06	.08	.06	.03	.02	.07
	1- β	.12	.09	.18	.36	.44	.36	.17	.15	.45
IC	F	7.74 ^b	9.19 ^b	12.79 ^b	2.99	1.03	6.11 ^a	9.32 ^b	9.32 ^b	9.32 ^b
	η^2	.16	.18	.23	.07	.02	.12	.18	.18	.18
	1- β	.78	.84	.94	.39	.17	.68	.85	.85	.85
IM	F	4.08 ^a	1.08	2.31	.44	3.68	.19	1.44	.02	2.01
	η^2	.09	.03	.05	.01	.08	.01	.03	.01	.05
	1- β	.51	.17	.32	.10	.47	.07	.22	.05	.28
IPJ	F	2.23	.19	7.33 ^b	4.76 ^a	2.87	9.05 ^b	1.64	1.84	4.48 ^a
	η^2	.05	.01	.15	.10	.06	.18	.04	.04	.10
	1- β	.31	.07	.75	.57	.38	.84	.24	.26	.54
IRJ	F	11.34 ^b	11.93 ^b	8.32 ^b	3.23	15.41 ^c	8.78 ^b	9.26 ^b	6.29 ^a	17.81 ^c
	η^2	.21	.22	.17	.07	.27	.17	.18	.12	.30
	1- β	.91	.92	.80	.42	.97	.83	.84	.68	.99

Nota: ITD= índice de toma de decisiones; IET= índice de ejecución técnica; IA= índice de apoyo; IC= índice de cobertura; IM= índice de marcaje; IPJ= índice de participación en el juego; IRJ= índice de rendimiento en el juego; P-P= Pre-Post; G= Grupo; I= Intersección.

^a $p < .05$; ^b $p < .01$; ^c $p < .001$

Tabla 5: Resultados de los ANOVAs bifactoriales mixtos. Se muestran los valores de F, el valor p, el tamaño del efecto (η^2) y la potencia del contraste (1- β)

Tal y como se aprecia en la tabla 6, no hubo diferencias significativas entre los grupos en ninguna de las medidas, antes de la intervención. Sin embargo, tras ella, hubo diferencias significativas en diversos factores, siendo más evidente en los

deportes *balonmano* y *baloncesto*. A su vez, se observaron diferencias significativas entre la mayoría de las medidas postest y pretest en el grupo experimental y en los tres deportes, aunque no en el grupo control.

		<i>Grupo</i>		<i>Factor</i>	
		<i>Control</i> Pre vs. Post	<i>Experimental</i> Pre vs. Post	<i>Pretest</i> C vs. E	<i>Posttest</i> C vs. E
Fútbol-sala	ITD	-.11	-.16	-.07	-.11
	IET	-.01	-.22*	-.07	-.28*
	IA	.02	-.16	.05	-.14
	IC	.05	-.36***	.00	-.41***
	IM	-.05	-.32*	.03	-.24
	IPJ	.59	-2.05**	1.64	-1.00
	IRJ	-.02	-.24***	-.01	-.24***
Balonmano	ITD	.08	-.35**	-.11	-.54***
	IET	.02	-.11	-.07	-.20*
	IA	.00	-.34*	.00	-.34*
	IC	.05	-.26**	.09	-.21*
	IM	.11	.02	-.15	-.24
	IPJ	.64	-4.00***	1.18	-3.46**
	IRJ	.05	-.21**	-.05	-.31***
Baloncesto	ITD	.05	-.34**	.05	-.43**
	IET	.07	-.16*	.09	-.14*
	IA	.08	-.27*	.08	-.27
	IC	.00	-.30***	.00	-.29**
	IM	.02	-.27	.14	-.16
	IPJ	.63	-2.59*	.46	-.27*
	IRJ	.04	-.27***	.05	-.26***

Nota: ITD= índice de toma de decisiones; IET= índice de ejecución técnica; IA= índice de apoyo; IC= índice de cobertura; IM= índice de marcaje; IPJ= índice de participación en el juego; IRJ= índice de rendimiento en el juego.

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Tabla 6. Comparaciones entre grupos e intragrupos

Discusión

Los resultados hallados en el presente trabajo satisfacen los objetivos de la investigación y aportan datos sobre los procesos de formación deportiva en población femenina. De hecho, se ha puesto de manifiesto que, tras el periodo de intervención, ha existido una evolución positiva de la toma de decisiones en los deportes analizados. Además, este estudio se ha efectuado sobre una muestra de chicas adolescentes no entrenadas con edades entre 15 y 16 años, lo que puede ser de especial interés cuando se trabaja con este tipo de población en contexto de enseñanza deportiva de iniciación o escolar. De igual

forma, no existen estudios que evalúen procesos de enseñanza deportiva empleando simultáneamente tres deportes colectivos y en esta población, lo que incrementa el interés de esta investigación.

No obstante, aunque se ha mejorado la toma de decisión en las tres modalidades, se aprecian diferencias entre ellas. Concretamente, en fútbol-sala se ha mostrado una variación significativa en un menor número de categorías, siendo mayor en balonmano y baloncesto. Este aspecto no se ha analizado en profundidad, al no ser el objetivo principal de la investigación, lo que constituye una interesante línea futura de investigación. En cualquier caso, se

puede considerar que la participación en los juegos reducidos ha generado un aprendizaje satisfactorio y se ha mejorado la toma de decisión en el periodo planteado para esta investigación, lo que se sitúa en la línea de otros trabajos efectuados en contextos similares a éste (Balakrishnan et al., 2011; Chatzopoulos et al., 2006; Harvey, 2006; Harvey et al., 2010; Mesquita et al., 2012; Wright et al., 2005).

Los juegos en espacios reducidos permiten participar en un contexto de alta variabilidad y elevada implicación, lo que aumenta las posibilidades de llevar a cabo un mayor número de acciones y obtener un *feedback* más elevado. A su vez, en este tipo de juegos se pueden modificar diferentes elementos en función de las necesidades, como el número de jugadores, el tiempo de participación o las reglas del juego, lo que permite regular la dificultad de la tarea e intervenir en los procesos de toma de decisión (Casamichana y Castellano, 2009; Da Silva et al., 2011; Duarte, Batalha, Folgado y Sampaio, 2009; Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn y Philippaerts, 2007). Debido a ello, los *Small Sided Games* son herramientas que pueden contribuir a una asimilación más acelerada de diferentes conceptos del juego y permitir el aprendizaje de una manera más eficaz.

Por ello, además de contribuir a la mejora técnico-táctica, estas circunstancias satisfacen la necesidad de practicar en situaciones que involucran a procesos cognitivos y emocionales, implicados en el aprendizaje de una disciplina deportiva (Carvalho, Araújo, García e Iglesias, 2011; Poveda y Benítez, 2010). Asimismo, este tipo de situaciones favorecen el aprendizaje significativo y comprensivo, lo que

contribuye a la asimilación de los elementos y cauces de acción más favorables para superar los diferentes problemas que pueden plantearse durante un partido. Por ello, los juegos en espacios reducidos se consideran herramientas eficaces para la enseñanza y desarrollo de las personas que están practicando un deporte colectivo, estando en consonancia con otros autores que lo habían puesto de manifiesto con anterioridad (Berry, Abemethy y Coté, 2008; Casamichana y Castellano, 2010; Hill-Hass et al., 2011).

A su vez, los análisis efectuados indican que el instrumento utilizado para efectuar la observación sistemática es eficaz y válido para obtener este tipo de datos, lo cual estaba avalado por otros estudios que habían analizado sus propiedades para ello (Mitchell et al., 1995; Oslin et al. 1998; Wright et al., 2005). El *Game Performance Assessment Instrument* (GPAI) es un instrumento que se ha consolidado como uno de los más utilizados en la evaluación de la toma de decisión en los procesos de enseñanza y desarrollo de los deportistas, dada su facilidad de uso y versatilidad, pues posee una gran capacidad para adaptarse a diferentes deportes y situaciones (Aguilar, Chiroso, Martín y Chiroso, 2012; Balakrishnan et al., 2011; Harvey et al., 2010; Otero, González y Calvo, 2012). De hecho, tal y como se ha podido observar en este trabajo, ha permitido discriminar entre las diferentes mediciones efectuadas por categorías y en cada deporte evaluado.

Conclusiones

Este trabajo ha puesto de manifiesto la evolución positiva de la toma de decisión en diferentes juegos reducidos basados en

los deportes fútbol-sala, balonmano y baloncesto, tras un programa de 8 semanas de duración. Esto indica que este tipo de tareas son herramientas eficaces para implementarlos en los procesos de enseñanza de los deportes colectivos. Como perspectivas de investigación, se sugiere indagar en la progresión diferenciada de cada modalidad de juego reducido, así como las transferencias existentes entre ellas.

Referencias

1. Aguilar, J., Chiroso, L.J., Martin, I. & Chiroso, I. (2012). Influencia del número de jugadores/as en la toma de decisiones y el rendimiento en la enseñanza del balonmano. *E-Balonmano.com: Journal of Sport Science*, 8(3), 253-263.
2. Anguera, M.T., Blanco, A., Hernández-Mendo, A., & Losada, J.L. (2011). Diseños observacionales: ajuste y aplicación en psicología del deporte. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(2), 63-76.
3. Araújo, D. (2011). De la toma de decisiones, al curso de las decisiones. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(2), 639-643.
4. Araújo, D. (2013). The study of decision-making behavior in sport. *International Journal of Sport Science*, 9(31), 1-4.
5. Araújo, D., Davids, K. & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 653-676.
6. Araújo, D., Davids, K. & Passos, P. (2007). Ecological Validity, Representative Design and Correspondence between Experimental Task Constraints and Behavioral Settings. *Ecological Psychology*, 19(1), 69-78.
7. Balakrishnan, M., Rengasamy, S. & Aman, M.S. (2011). Effect of Teaching Games for Understanding approach on students' cognitive learning outcome. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 53, 961-963.
8. Berry, J., Abemethy, B. & Coté, J. (2008). The contribution of structured activity and deliberate play to the development of expert perceptual and decision-making skill. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 3(6), 685-708.
9. Blanco, A., Castellano, J. & Hernández-Mendo, A. (2000). Generalización de las observaciones de la acción del juego en el fútbol. *Psicothema*, 12(2 supl), 81-86.
10. Blomqvist, M., Vääntinen, T. & Luhtanen, P. (2005). Assessment of secondary school students' decision-making and game-play ability in soccer. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 10(2), 107-119.
11. Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2(2), 92-98.

12. Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 337-381.
13. Buchheit, M., Laursen, P.B., Kuhnle, J., Ruch, D., Renaud, C. & Ahmaidi, S. (2009). Game-based training in young elite handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 30(4), 251-258.
14. Carvalho, J., Araújo, D., García, L. & Iglesias, D. (2011). El entrenamiento de la toma de decisiones en el tenis: ¿qué fundamentos científicos se pueden aplicar en los programas de entrenamiento? *Revista de Psicología del Deporte*, 2(2), 767-783.
15. Casamichana, D. & Castellano, J. (2009). Análisis de los diferentes espacios individuales de interacción y los efectos en las conductas motrices de los jugadores. Aplicaciones al entrenamiento en fútbol. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 15(23), 143-167.
16. Casamichana, D. & Castellano, J. (2010). Time–motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1615-1623.
17. Chatzopoulos, D., Drakou, A., Kotzamanidou, M. & Tsorbatzoudis, H. (2006). Girls' soccer performance and motivation: games Vs Technique approach. *Perceptual & Motor Skills*, 103(2), 463-470.
18. Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37-46.
19. Da Silva, C., Impellizzeri, F., Natali, A., De Lima, J., Bara-Filho, M., Silami-García, E. & Marins, J. (2011). Exercise intensity and technical demands of small-sided games in young brazilian soccer players: effect of number of players, maturation, and reliability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2746–2751.
20. Dellal, A., Drust, B. & Lago-Penas, C. (2012). Variation of Activity Demands in Small-Sided Soccer Games. *International Journal of Sports Medicine*, 33(5), 370-375.
21. Duarte, R., Batalha, N., Folgado, H. & Sampaio, J. (2009). Effects of exercise duration and number of players in heart rate responses and technical skills during futsal small-sided games. *The Open Sports Sciences Journal*, 3(2), 13-15.
22. Foster, C.D., Twist, C., Lamb, K.L. & Nicholas, C.W. (2010). Heart rate responses to small sided games among elite junior rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 906-911.
23. Gabbett, T., Jenkins, D. & Abernethy, B. (2009). Game-Based Training for Improving Skill and Physical Fitness in Team Sport Athletes. *International*

- Journal of Sports Science & Coaching* 4(2), 273-283.
24. George, J.D., Fisher, A.G. & Vehrs, P.R. (2007). *Tests y pruebas físicas*. Barcelona: Paidotribo.
 25. Gréhaigne, J.F., Godbout, P. & Bouthier, D. (2001). The teaching and learning of decision making in team sports. *Quest*, 53(1), 59-76.
 26. Harvey, S. (2006). *Effects of Teaching Games for Understanding on game performance and understanding in middle school physical education*. Tesis doctoral, Universidad de Oregon, Estados Unidos.
 27. Harvey, S., Cushion, C.J., Wegis, H.M. & Massa-Gonzalez, A. N. (2010). Teaching games for understanding in American high-school soccer: a quantitative data analysis using the Game Performance Assessment Instrument. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 15(1), 29-54.
 28. Hernández-Mendo, A., Díaz Martínez, F. & Morales, V. (2010). Construcción de una herramienta observacional para evaluar las conductas prosociales en las clases de educación física. *Revista de Psicología del Deporte*, 19(2), 305-318.
 29. Hernández-Mendo, A, Ramos-Pérez, F, & Pastrana, JL. (2012). SAGT: Programa informático para análisis de Teoría de la Generalizabilidad. SAFE CREATIVE Código: 1204191501059.
 30. Hill-Haas, S.V, Dawson, B.T., Impellizzeri, F.M. & Coutts, A. J. (2011). Physiology of Small-Sided Games Training in Football A Systematic Review. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220.
 31. Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M. & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483-492.
 32. Jiménez, A.C., Sáenz, P., Ibáñez, S.J. & Lorenzo, A. (2012). Percepción de las jugadoras internacionales de baloncesto sobre su toma de decisiones. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 12(47), 589-609.
 33. Kelly, D. & Drust, B. (2009). The effect of pitch dimensions on heart rate responses and technical demands of small-sided soccer games in elite players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 475-479.
 34. Katis, A. & Kellis, E. (2009). Effects of Small sided games on physical conditioning and performance in young soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(3), 374-380.
 35. Mesquita, I., Farias, C. & Hastie, P. (2012). The impact of a hybrid Sport Education–Invasion Games Competence Model soccer unit on students’ decision making, skill

- execution and overall game performance. *European Physical Education Review*, 18(2), 205-219.
36. Mitchell, S.A., Oslin, J.L. & Griffin, L.L. (1995). The effects of two instructional approaches on game performance. *Pedagogy in Practice: Teaching & Coaching in Physical Education & Sports*, 1(1), 36-48.
37. Oslin, J.L., Mitchell, S.A. & Griffin, L. (1998). The Game Performance Assessment Instrument (GPAI): development and preliminary validation. *Journal of Teaching in Physical Education*, 17(2), 231-243.
38. Otero, F.M., González, J.A. & Calvo, A. (2012). Validación de instrumentos para la medición del conocimiento declarativo y procedimental y la toma de decisiones en el fútbol escolar. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 22, 65-69.
39. Poveda, J. & Benítez, J.D. (2010). Fundamentos teóricos y aplicación práctica de la toma de decisiones en el deporte. *Revista de Ciencias del Deporte*, 6(2), 101-110.
40. Ruíz, L.M. & Arruza, J. (2005). *El proceso de toma de decisiones en el deporte. Clave de la eficiencia y el rendimiento*. Barcelona: Paidós Ibérica.
41. Sampaio, J., Abrantes, C. & Leite, N. (2009). Power, heart rate and perceived exertion responses to 3x3 and 4x4 basketball small sided games. *Revista de Psicología del Deporte*, 18(3), 463-467.
42. SAS Institute Inc. (1999). *SAS/STAT User's Guide*, v. 7.1. Cary, NC: SAS Institute Inc.
43. Schlotzhauer, S.D., & Littell, R.C. (1997). *SAS System for Elementary Statistical Analysis*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
44. Tenenbaum, G., Basevitch, I., Gershgoren, L. & Filho, E. (2013). Emotions–decision-making in sport: Theoretical conceptualization and experimental evidence. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(2), 151-168.
45. Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A.M., Mazyn, L. & Philippaerts, R.M. (2007). The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(2), 147-169.
46. Vila-Maldonado, S., García, L.M. & Contreras, O.R. (2012). The research of the visual behaviour, from the cognitive-perceptual focus and the decision making in sports. *Journal of Sport and Health Research*. 4(2), 137-156.
47. Wright, S., McNeill, M., Fry, J. & Wang, J. (2005). Teaching teachers to play and teach games. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 10(1), 61-82.

CAPÍTULO VIII. Estudio IV

Percepción subjetiva del esfuerzo en un programa de actividad física basado en juegos
reducidos

Percepción subjetiva del esfuerzo en un programa de actividad física basado en juegos reducidos

ESTUDIO IV

Resumen

El objetivo de este trabajo fue analizar los efectos de un programa de actividad física basado en juegos colectivos reducidos, con una duración de ocho semanas, sobre la percepción subjetiva del esfuerzo, la frecuencia cardíaca y conductas colectivas, como la participación en el juego. La muestra estaba compuesta por 42 chicas adolescentes del municipio de Priego (Córdoba, España), con edades entre los 15 y 16 años ($M= 15.36$; $DT= .48$) y físicamente inactivas. Se utilizó un diseño cuasi-experimental con dos grupos aleatorizados, control y experimental y medidas pre y post. Las mediciones se realizaron a través de la Escala de Percepción Subjetiva de Esfuerzo de *Borg*, pulsómetros y el *Game Performance Assessment Instrument* (GPAI). Se realizó un análisis de la varianza bifactorial para

determinar los efectos de la intervención. Los resultados del estudio han puesto de manifiesto efectos significativos ($p < .05$) sobre la percepción de esfuerzo, que disminuyó en el grupo experimental tras el programa de intervención. Asimismo, no se encontraron diferencias ($p < .05$) en las frecuencias cardíacas de trabajo aunque sí en las conductas de participación y la eficacia en el juego. Como conclusión principal, este estudio ofrece indicios de como el aprendizaje generado gracias a estas situaciones especiales de enseñanza y la adaptación en los procesos de toma de decisión podrían estar en la base de la disminución de la percepción de esfuerzo.

Palabras clave: actividad física; adolescencia; percepción subjetiva del esfuerzo; juegos reducidos.

Introducción

El control de la carga de trabajo durante un ejercicio físico puede ser evaluado a través de diferentes herramientas. La magnitud de la carga se mide a través de índices internos y externos. Entre los índices de naturaleza interna, se pueden citar el consumo de oxígeno (VO₂), la frecuencia cardíaca o la concentración de ácido láctico, existiendo otros tantos externos como el tiempo de práctica, la distancia recorrida o la velocidad de desplazamiento (Cuadrado-Reyes, Chirisa-Ríos, Chirisa-Ríos, Martín-Tamayo y Aguilar-Martínez, 2012). La percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) (Borg, 1973, 1982) es una variable psicofísica de control interno que contribuye excepcionalmente a este análisis, siendo sensible a las diferentes demandas de la tarea realizada, así como a la fatiga acumulada durante el ejercicio (Monteiro, Farinatti, Oliveira y Araújo, 2011). De este modo, el uso de esta herramienta se ha extendido en las últimas décadas y ha sido ampliamente utilizada en el ámbito deportivo, tanto individual como colectivo (Faulkner, Parfitt y Eston, 2008; Hill-Haas, Coutts, Dawson y Rowsell, 2010; Milanez et al., 2010).

La PSE permite obtener datos sobre cómo se siente una persona cuando realiza un ejercicio físico, pudiéndose contrastar con otros análisis más objetivos, enriqueciendo, así, la evaluación que se efectúe sobre la situación (Borg, 1982). Aunque no tiene el grado de precisión de otras pruebas, se han encontrado relaciones significativas con factores de tipo fisiológico, que indica ser una medida válida y fiable para analizar la intensidad de la actividad y el grado de fatiga (Kilpatrick, Bortzfield y Giblin, 2012; Skatrud-Mickelson, Benson, Hannon y Askew,

2012). Además, tiene la ventaja de ser un método de análisis no invasivo y de fácil acceso, lo que reduce los costes de su administración e incrementa las posibilidades de aplicarlo en diferentes contextos (Alexiou y Coutts, 2008; Casamichana, Castellano, Blanco-Villaseñor y Usabiaga, 2012; Cuadrado-Reyes, et al. 2012).

En los deportes colectivos, la PSE puede ser un instrumento muy potente para explicar aspectos relacionados con la adaptación en el rendimiento y permitir ajustar diferentes elementos que afecta a la carga de entrenamiento. De hecho, aunque recoge sensaciones propias del trabajo físico, también integra otras de tipo motivacional, de personalidad o relacionadas con el esfuerzo llevado a cabo para resolver los diferentes problemas tácticos desarrollados durante un ejercicio (Beniscelli y Torregrosa, 2010; Guijarro, de la Vega y del Valle., 2009; Tenenbaum y Hutchinson, 2007). Entre los diferentes factores citados, la toma de decisión es un elemento esencial cuando se quiere analizar la PSE. Estos procesos complejos requieren un intenso y continuo esfuerzo cognitivo para atender las demandas técnico-tácticas de las tareas, así como elaborar la respuesta más adecuada en un contexto de alta variabilidad e incertidumbre continua (Araújo, 2013; Tenenbaum, Basevitch, Gershgoren y Filho, 2013; Vila-Maldonado, García y Contreras, 2012; Vilar, Araújo, Davids y Button, 2012).

En el conjunto de este tipo de deportes, los juegos reducidos (*small sided games*) son ejercicios que se emplean habitualmente como método de trabajo dirigido dentro de la táctica grupal y complementario debido a su alta versatilidad, estando su uso muy extendido en la actualidad (Casamichana, Castellano y

Dellal, 2013; Da Silva et al., 2011; Duarte, Batalha, Folgado y Sampaio, 2009; Hill-Hass et al., 2010; Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi y Marcora, 2004). En ellos, se modifican algunos elementos del juego real como el tiempo disponible, el número de jugadores, el espacio útil o las reglas de funcionamiento. Sin embargo, a pesar de dichas alteraciones, se consigue mantener la lógica interna del juego, lo que permite alcanzar interesantes objetivos tanto de tipo físico como técnico-táctico durante los entrenamientos (Abrantes, Nunes, Maças, Leite y Sampaio, 2012; Frencken, Van Der Plaats, Visscher y Lemmink, 2013; Hill-Hass, Dawson, Impellizzeri y Coutts, 2011).

La PSE ha sido utilizada en este tipo de ejercicios para evaluar la intensidad de la carga de entrenamiento, siendo un indicador sensible a las características e implicaciones de la actividad (Coutts, Rampinini, Marcora, Castagna e Impellizzeri, 2009; Cuadrado-Reyes et al. 2012; Hill-Hass et al., 2010; Hill-Hass, Rowsell, Dawson y Coutts, 2009). En este sentido, existen estudios que encontraron cambios en la PSE al modificarse el número de jugadores (Casamichana et al., 2012; Sampaio, Abrantes y Leite, 2009), el área de juego (Casamichana y Castellano, 2010; Köklü, Albayrak, Keysan, Alemdaroglu y Dellal, 2013; Rampinini et al., 2007), las reglas de juego (Dellal et al., 2012) o la experiencia acumulada en él (Casamichana, San Román-Quintana, Calleja-González y Castellano, 2013; Dellal, Hill-Haas, Lago-Penas y Chamari, 2011).

Paralelamente a la percepción del esfuerzo realizado, otras variables como la frecuencia cardiaca han sido utilizadas igualmente para el control del ejercicio en este contexto, observándose cambios en ella tras modificar aspectos como el número de

jugadores (Abrantes et al., 2012; Dellal et al., 2008) o las dimensiones del terreno de juego (Casamichana y Castellano, 2010; Toh, Guelfi, Wong y Fournier, 2011). En general, ambas variables han manifestado comportamientos similares en los estudios analizados, aunque en algunos se han apreciado ciertas particularidades (Dellal, Drust y Lago-Penas, 2012; Hill-Hass et al., 2011; Rampinini et al., 2007). Como ejemplo, Dellal, Hill-Haas et al. (2011) evaluaron a jugadores de fútbol y observaron que la PSE aumentaba cuando se limitaba el número de toques en un juego 3 vs. 3 y aumentaba la participación en el juego, aunque el incremento de frecuencia cardiaca no fue tan evidente. En otra, efectuada por Dellal, Lago-Penas, Wong y Chamari (2011) se pudo comprobar en un juego de fútbol 4 vs. 4, que limitar el ejercicio a dos toques, también generaba un aumento de la PSE sin que lo hiciera proporcionalmente la frecuencia cardiaca.

Las conductas desarrolladas durante los juegos reducidos han sido analizadas en diferentes estudios. En ellos, se ha observado que el número de acciones aumentaba si se disminuía el área de juego (Casamichana y Castellano, 2009) o si el número de jugadores era menor (Frencken et al., 2013; Jones y Drust, 2007). Para evaluar la participación y rendimiento de las acciones efectuadas en un deporte colectivo, Oslin, Mitchell y Griffin (1998) diseñaron un instrumento denominado *Game Performance Assessment Instrument* (GPAI). En concreto, diversos estudios han utilizado el GPAI en contexto escolar después de periodos de enseñanza en los que se utilizaron los juegos reducidos dentro del entrenamiento de fútbol (Harvey, Cushion, Wegis y Massa-González, 2010; Mesquita, Farias y Hastie, 2012), fútbol-sala (Corrêa, Da Silva y Paroli, 2004) o balonmano (Balakrishnan, Rengasamy y Aman, 2011).

No existen demasiados estudios en los que se examine de manera sistemática el impacto de la toma de decisiones en la PSE, aunque sí se pueden encontrar algunas investigaciones que han indagado en la relación entre estas variables en los juegos reducidos (Abrantes et al., 2012; Dellal, Chamari et al., 2011; Hill-Hass et al., 2011). Como ejemplo, Dellal, Hill-Haas et al. (2011) realizaron un estudio con jugadores de fútbol en el que observaron, tanto en juegos reducidos 2 vs. 2, 3 vs. 3 y 4 vs. 4, que cuando se limitaba el número de contactos con el balón existía un mayor número de acciones durante el juego y aumentaba la PSE. De igual forma, Dellal et al. (2012) efectuaron otro estudio con jugadores de fútbol en el que observaron valores más altos en la percepción de esfuerzo y en la intensidad del ejercicio cuando participaban en juegos reducidos 4 vs. 4 con un número libre de toques respecto a la obligatoriedad de golpear sólo una o dos veces el balón.

Hasta la fecha, la literatura existente no ha resuelto completamente, en el contexto de los juegos reducidos, la cuestión sobre el impacto que tiene la toma de decisión en la PSE. Por ello, el presente estudio pretende analizar la evolución en la PSE en un programa de actividad física con juegos en espacio reducido 3 vs. 3, midiendo la frecuencia cardiaca, así como la participación en el juego y la eficacia en la toma de decisiones. De esta forma, el objetivo principal de este trabajo fue determinar si la adaptación a las diferentes tareas que el jugador debe resolver durante la práctica deportiva tuvo efectos amortiguadores sobre la percepción del esfuerzo realizada.

Método

Participantes

Participaron en la investigación 42 mujeres adolescentes del municipio de Priego de Córdoba (Córdoba, España), con edades comprendidas entre los 15 y 16 años ($M \pm DT$: edad= $15.36 \pm .48$ años; altura= 161.10 ± 5.49 cm; peso= 60.85 ± 10.84 kg; IMC= 23.43 ± 4.02 kg·m⁻²; masa grasa= 27.58 ± 8.36 %; masa magra: 42.82 ± 6.12 %; FCmax= 196.21 ± 6.42 ppm; VO₂max= 38.93 ± 3.57 ml·kg⁻¹·min⁻¹). La muestra se seleccionó de un centro escolar de dicha localidad, donde se efectuaron la intervención y las mediciones pertinentes. No se incluyeron en el estudio aquellos adolescentes que habían repetido curso y los que realizaban actividad física de forma regular más de 2 días a la semana, para evitar que la práctica moderada e intensa de ejercicio físico generase interferencias en los datos. Asimismo, la existencia de patologías que pudieran influir en los resultados se consideró un criterio de exclusión.

Instrumentos

a) Para evaluar la PSE se utilizó la Escala de Percepción Subjetiva de Esfuerzo) con el rango de 6 a 20 (Borg, 1970). Esta escala se utiliza para evaluar el esfuerzo que percibe una persona cuando realiza un ejercicio físico, e integra la información procedente de diferentes sistemas orgánicos, tanto físicos como psicológicos.

b) Para analizar las conductas durante el juego se utilizó el *Game Performance Assessment Instrument* (GPAI) (Oslin et al., 1998), que permite registrar los siguientes aspectos: Toma de decisiones adecuada (TDA) e inadecuada (TDI), ejecución técnica eficaz (ETE) e ineficaz (ETI), apoyo adecuado (AA) e inadecuado

(AI), cobertura adecuada (CA) e inadecuada (CI), y marca adecuada (MA) e inadecuada (MI). Posteriormente se transforman en las categorías: Toma de Decisiones (ITD), Ejecución Técnica (IET), Apoyo (IA), Cobertura (IC), Marcaje (IM), Participación en el juego (IPJ) y Rendimiento en el Juego (IRJ). Para este trabajo, se utilizaron únicamente las categorías IPJ e IRJ como medidas de participación y eficacia en el juego. La fiabilidad y validez de este instrumento se ha evaluado de manera positiva en diversos trabajos (Mitchell et al., 1995; Wright et al., 2005), encontrándose valores en los coeficientes de correlación test-retest entre 0,84 y 0,99, así como valores de fiabilidad inter-observadores entre 0,81 y 0,83 (Oslin et al. 1998).

c) Se evaluaron tres parámetros de condición física, (1) el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), a través del test de *Course Navette* (EUROFIT, 1993); (2) la composición corporal utilizando un bioimpedanciómetro (Tanita® *Body Composition* Monitor modelo BF-350, Tanita Corporation, Tokyo, Japan); y, (3) la frecuencia cardíaca máxima (FC_{max}) y la FC de trabajo durante la actividad, empleando para ello pulsómetros (Polar® modelo S610, Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia).

d) Para el registro de imágenes se empleó una cámara SONY® modelo DCR-DVD 505E.

Procedimiento

Por escrito, se informó a los padres y al centro escolar del estudio que se quería llevar a cabo. Tras ello, se obtuvo el consentimiento informado de los padres y el permiso de la dirección del centro.

Además, durante el proceso de la investigación se respetaron los principios de la declaración de Helsinki (Edimburgo, 2000).

Tras evaluar inicialmente medidas de composición corporal y consumo de oxígeno máximo, se distribuyó aleatoriamente en los grupos control y experimental. Para obtener los valores de consumo de oxígeno se realizó, en grupos de 10-15, la prueba de *Course Navette*, empleándose 20 minutos en cada uno de ellos y siendo utilizada para efectuar el entrenamiento necesario para un buen uso de la PSE. Por otro lado, para obtener las medidas de composición corporal, se utilizó un bioimpedanciómetro. Con el objetivo de reducir el error, se tuvieron en cuenta unas pautas y recomendaciones como son: no realizar ejercicios agotadores el día anterior, no alterar significativamente la alimentación el día previo a la prueba, vestir ropa cómoda, controlar la toma de medicamentos que puedan alterar los niveles de agua corporal y evitar retener líquidos (George, Fisher y Vehrs, 2007). Además, para obtener los datos necesarios para los objetivos del trabajo, se efectuaron medidas, antes y después del programa de intervención, en el que se evaluó la toma de decisión en diferentes juegos reducidos, la PSE y la FC de trabajo. Para evaluar la toma de decisión, se grabaron las imágenes de los juegos deportivos y se utilizó la herramienta de observación GPAI. Para evaluar la fiabilidad intraobservador, se visionaron los videos en dos ocasiones, con una diferencia de tres meses.

El programa de intervención consistió en aumentar la práctica física semanal en 90 minutos, divididos en una sesión de 60 minutos y otra de 30 (implementadas en días diferentes a las clases de Educación Física y en horario escolar), pasando de 120 (clases de educación física ordinarias) a 210 minutos

semanales. Durante el programa, ambos grupos siguieron las sesiones programadas en clases de educación física, divididas en un primer bloque de deportes colectivos (enseñanza del baloncesto) y un segundo de expresión corporal (aerobic y bailes modernos). En la sesión de 60 minutos se efectuaron seis juegos 3 vs. 3 (dos de fútbol-sala sin portero, dos de baloncesto y dos de balonmano sin portero) y en la sesión de 30 minutos tres juegos 3 vs. 3 (uno de cada modalidad deportiva), con una duración de 6 minutos cada uno y un descanso de 1 minuto entre ellos. Ambas estuvieron precedidas por un calentamiento de 7 minutos basados en ejercicios de activación de sistemas vegetativos, movilidad articular y en un juego de 3 vs. 3 en el que había que mantener la posesión de un balón de gomaespuma utilizando, para el pase y recepción, las manos. El área de juego total fue de 240 m² (20 x 12 m) y por jugador de 40 m². La FC media con la que se participó fue de 175.47 ± 11.76 ppm (80.65 ± 8.04 %FCR) y la percepción media de esfuerzo de 13.37 ± 1.56.

Análisis de los datos

Se realizaron análisis de la varianza (ANOVA) bifactorial para cada medida de PSE, salvo para las previas al

calentamiento, y los índices IPJ e IRJ del GPAI, siendo un primer factor el *grupo* con dos niveles (control y experimental) y un segundo factor la variable *pre-post* con dos niveles (valores previos y tras la intervención). Se estudiaron los efectos principales y la interacción entre variables. La significación de los efectos se analizó mediante comparaciones de *Bonferroni*. Para analizar los valores de percepción de esfuerzo previos al calentamiento, dada la falta de distribución normal tras analizar la normalidad con la prueba de *Kolmogorov-Smirnov* y estudiar tanto la *asimetría* como la *curtosis*, se aplicaron las técnicas no paramétricas U de Mann-Whitney y Wilcoxon. El programa estadístico utilizado fue el SPSS en su versión 20.

Resultados

Percepción subjetiva de esfuerzo

En las tabla 1 se muestran las medias y desviaciones típicas de la PSE (Borg 6-20) para ambos grupos, antes y después del programa de intervención. Asimismo, en la tabla 2 se indican los valores de asimetría, curtosis y prueba de normalidad *Kolmogorov-Smirnov*.

Tabla 1: Medias y desviaciones típicas para los valores de PSE

		Control		Experimental	
		<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>
Pre-Cal	Pre	6.09	.29	6.05	.21
	Post	6.14	.35	6.09	.29
Post-Cal	Pre	10.32	1.09	10.27	1.16
	Post	10.50	1.10	10.05	1.13
Post-E1	Pre	13.32	1.84	13.67	2.10
	Post	13.64	1.76	12.82	1.84
Post-E2	Pre	14.00	1.75	14.36	1.59
	Post	14.23	1.60	13.14	1.93
Post-E3	Pre	14.05	1.65	14.45	1.68
	Post	14.55	1.63	13.18	1.82
5' Post-E3	Pre	9.23	1.11	9.55	1.18
	Post	9.50	1.10	9.09	1.15

^ap> .05*Cal= Calentamiento; E= Ejercicio.***Tabla 2:** Medidas de dispersión y normalidad para los valores de PSE

		Control			Experimental		
		<i>A</i>	<i>K</i>	<i>Z</i>	<i>A</i>	<i>K</i>	<i>Z</i>
Pre-Cal	Pre	3.06	8.08	2.48***	4.68	22.00	2.52***
	Post	2.27	3.49	2.41***	3.06	8.09	2.49***
Post-Cal	Pre	-.71	.25	1.10 ^a	-.58	-.54	1.31 ^a
	Post	-.24	.79	1.24 ^a	-.09	-.58	.78 ^a
Post-E1	Pre	-.97	1.29	.68 ^a	-1.12	1.15	.88 ^a
	Post	-.36	-.65	.81 ^a	-.61	.24	1.04 ^a
Post-E2	Pre	.01	-1.24	.69 ^a	-.82	.18	1.29 ^a
	Post	-.48	-.12	.80 ^a	-.12	-1.27	.92 ^a
Post-E3	Pre	-.15	-1.01	1.03 ^a	-.08	-1.09	.81 ^a
	Post	-.27	-.98	.84 ^a	-.66	1.57	.88 ^a
5' Post-E3	Pre	.88	.44	1.23 ^a	.07	-1.52	1.04 ^a
	Post	.01	-1.27	.82 ^a	.22	-.87	.90 ^a

^ap> .05*Cal= Calentamiento; E= Ejercicio; A= Asimetría; K= Kurtosis; Z= Prueba de normalidad (Kolmogorov-Smirnov)*

Como se puede observar en la tabla 2, los datos obtenidos para las medidas previas al calentamiento no mostraron una distribución normal. Por ello, se precedió a

utilizar técnicas estadísticas no paramétricas para estimar la significación de las diferencias entre los valores de cada grupo y momento experimental. Dada la

distribución normal del resto de medidas, se emplearon técnicas estadísticas paramétricas para el análisis estadístico de las mismas. En la tabla 3 se muestran las comparaciones efectuadas entre las medias

obtenidas por cada grupo tanto en la medida pretest como en la postest (*U* de *Mann-Whitney*), así como entre los resultados antes y después de la intervención en cada grupo (*Wilcoxon*).

Tabla 3: Comparaciones entre medias pre y post en cada grupo (*Wilcoxon*) y entre grupos en cada momento experimental (*U* de *Mann-Whitney*)

	<i>Control</i> Pre vs. Post	<i>Experimental</i> Pre vs. Post	<i>Pretest</i> C vs. E	<i>Posttest</i> C vs. E
Pre-Cal	-.45 ^a	-.58 ^a	-.59 ^a	-.47 ^a

^ap> .05
Cal= Calentamiento

Como se puede observar en la tabla 3, no existieron diferencias en ninguno de los casos. Asimismo, en las tablas 4 y 5 se muestran los resultados de los análisis de la varianza (ANOVA) factorial para el resto de medidas, así como las comparaciones entregrupos e intragrupos para cada una de ellas. Estos análisis se efectuaron tras

comprobar que no hubo problemas de homogeneidad de varianza en ningún momento del programa y en ninguno de los grupos. Para ello, se aplicó la prueba de *Levene* cuyos valores oscilaron entre .01 y 1.53, siendo no significativa en todos los casos.

Tabla 4. Resultados de las pruebas ANOVA factoriales mixtos para las medidas de PSE. Se muestran los valores de la *F*, el valor *p*, el tamaño del efecto (η^2) y la potencia del contraste ($1-\beta$)

		Pre-post	Grupo	Interacción
Posterior al calentamiento	<i>F</i>	.02	.74	1.40
	η^2	.01	.02	.03
	$1-\beta$	.05	.14	.21
Posterior al ejercicio 1	<i>F</i>	.84	.22	3.95 ^a
	η^2	.02	.01	.09
	$1-\beta$	.15	.07	.49
Posterior al ejercicio 2	<i>F</i>	2.44	.79	5.15*
	η^2	.06	.02	.11
	$1-\beta$	.33	.14	.60
Posterior al ejercicio 3	<i>F</i>	1.29	1.67	6.78*
	η^2	.03	.04	.14
	$1-\beta$	.19	.23	.72
5 minutos tras el ejercicio 3	<i>F</i>	.22	.03	3.60 ^b
	η^2	.01	.01	.08
	$1-\beta$	.08	.05	.46

**p*< .05; ^a*p*= .053; ^b*p*= .065

Tabla 5: Comparaciones entregrupos e intragrupos para cada prueba de evaluación cognitiva

	Grupo		Factor	
	Control	Experimental	Pretest	Postest
	Pre vs. Post	Pre vs. Post	C vs. E	C vs. E
Post-Cal	-.18	.23	.05	.46
Post-E1	-.32	.86*	-.35	.82
Post-E2	-.23	1.23*	-.36	1.09*
Post-E3	-.50	1.27*	-.41	1.36*
5' Post-E3	-.27	.45	-.32	.41

*p < .05

Cal= Calentamiento; E= Ejercicio;

Los resultados de los análisis de la varianza (ANOVA) factorial indicaron que no hubo diferencias significativas en los efectos principales de las variables *pre-post* y *grupo*, aunque sí en los efectos de la interacción para las medidas *posteriores al ejercicio 2* ($F_{[1,40]} = 5.15$; $p < .05$; $\eta^2 = .11$; $1-\beta = .60$) y *el ejercicio 3* ($F_{[1,40]} = 6.78$; $p < .05$; $\eta^2 = .14$; $1-\beta = .72$). Además, hubo indicios de significación en los valores *posteriores al ejercicio 1* ($F_{[1,40]} = 3.95$; $p = .053$; $\eta^2 = .09$; $1-\beta = .49$) y *5 minutos después del ejercicio 3* ($F_{[1,40]} = 3.60$; $p = .065$; $\eta^2 = .08$; $1-\beta = .46$). Por otro lado, las comparaciones simples mostraron diferencias significativas entre los grupos

control y experimental en las medidas postest tras el ejercicio 2 y el ejercicio 3, e intragrupos entre el pretest y el postest en el caso del grupo experimental y tras los ejercicios 1, 2 y 3.

Índices de participación en el juego y de rendimiento en el juego (GPAI)

En las tablas 6 y 7 se muestran los estadísticos descriptivos y los valores de normalidad (*Kolmogorov-Smirnov*) para los índices de participación en el juego y rendimiento en el juego.

Tabla 6: Medias y desviaciones típicas

			Control		Experimental	
			M	DT	M	DT
Fútbol-sala	IPJ	Pre	6.33	4.23	4.71	2.34
		Post	5.67	2.61	6.67	2.95
	IRJ	Pre	.23	.15	.25	.22
		Post	.25	.17	.49	.17
Balonmano	IPJ	Pre	6.57	3.51	5.71	2.59
		Post	6.24	3.89	9.47	3.44
	IRJ	Pre	.33	.20	.41	.18
		Post	.31	.19	.62	.24
Baloncesto	IPJ	Pre	7.95	4.27	7.48	3.39
		Post	7.29	3.86	10.04	3.94
	IRJ	Pre	.31	.16	.26	.18
		Post	.27	.17	.54	.21

^ap > .05

IPJ= Índice de participación en el juego; IRJ= Índice de rendimiento en el juego

Tabla 7: Medidas de dispersión y normalidad

			Control			Experimental		
			A	K	Z	A	K	Z
FS	IPJ	Pre	.78	.86	.91 ^a	.56	.37	.87 ^a
		Post	.12	-.26	.74 ^a	-.05	-.10	.77 ^a
	IRJ	Pre	.47	.49	.67 ^a	.84	.70	.76 ^a
		Post	.09	-.91	.45 ^a	-.05	-.15	.98 ^a
BM	IPJ	Pre	-.08	.21	.47 ^a	.10	-.35	.56 ^a
		Post	.98	.43	.84 ^a	.65	-.27	.65 ^a
	IRJ	Pre	.41	.35	.80 ^a	.12	.29	.99 ^a
		Post	.29	-.28	.44 ^a	-.37	-.86	.73 ^a
BC	IPJ	Pre	.87	.89	.62 ^a	.11	.94	.67 ^a
		Post	.61	-.20	.71 ^a	-.28	-.73	.54 ^a
	IRJ	Pre	.23	-.68	.58 ^a	.29	-.85	.63 ^a
		Post	.83	.78	.66 ^a	.08	.33	.55 ^a

^ap > .05

FS= Fútbol-sala; BM= Balonmano; BC= Baloncesto; IPJ= Índice de participación en el juego; IRJ= Índice de rendimiento en el juego

Como se puede observar en la tabla 7, los datos mostraron una distribución normal, por lo que se procedió a utilizar técnicas paramétricas para los análisis. En la tabla 8 y 9 se muestran los resultados de los análisis de la varianza (ANOVA) factorial y las comparaciones entregrupos e intragrupos para cada una de ellas. Estos análisis se efectuaron tras comprobar la inexistencia de problemas de homogeneidad de varianza en ningún caso. Para ello, se aplicó la prueba de *Levene*, cuyos valores oscilaron entre .01 y 2.02, siendo no significativa en todos los casos.

Como indica la tabla 8, los resultados de los análisis de la varianza (ANOVA) factorial indican que no hubo diferencias significativas en el efecto principal *grupo*, aunque sí para la variable *pre-post* en IPJ para balonmano ($F_{[1,40]} = 4.80$; $p < .05$; $\eta^2 = .11$; $1-\beta = .57$), así como en IRJ para fútbol-sala ($F_{[1,40]} = 10.60$; $p < .01$; $\eta^2 = .21$; $1-\beta = .88$), balonmano ($F_{[1,40]} = 5.18$; $p < .05$; $\eta^2 = .12$; $1-\beta = .60$) y

baloncesto ($F_{[1,40]} = 9.53$; $p < .01$; $\eta^2 = .19$; $1-\beta = .85$). Asimismo, se apreciaron resultados significativos en los efectos de la interacción para las medidas IPJ para fútbol-sala ($F_{[1,40]} = 6.67$; $p < .05$; $\eta^2 = .14$; $1-\beta = .71$), balonmano ($F_{[1,40]} = 6.85$; $p < .05$; $\eta^2 = .15$; $1-\beta = .72$) y baloncesto ($F_{[1,40]} = 4.18$; $p < .05$; $\eta^2 = .10$; $1-\beta = .51$), así como para las medidas IRJ para fútbol-sala ($F_{[1,40]} = 7.16$; $p < .05$; $\eta^2 = .15$; $1-\beta = .74$), balonmano ($F_{[1,40]} = 7.33$; $p < .01$; $\eta^2 = .16$; $1-\beta = .75$) y baloncesto ($F_{[1,40]} = 18.57$; $p < .001$; $\eta^2 = .32$; $1-\beta = .99$).

Por otro lado, como muestra la tabla 9, no hubo diferencias significativas entre los grupos antes de la intervención. Sin embargo, tras ella, sí existieron en todos los factores salvo en IPJ para fútbol-sala. A su vez, se observaron diferencias significativas entre todas las medidas *postest* y *pretest* en el grupo experimental y en los tres deportes, aunque no en el grupo control.

Tabla 8: Resultados de las pruebas ANOVA factoriales mixtos para las medidas del GPAI. Se muestran los valores de la F , el valor p , el tamaño del efecto (η^2) y la potencia del contraste ($1-\beta$)

			Pre-post	Grupo	Interacción
FS	IPJ	F	1.61	.16	6.67*
		η^2	.04	.01	.14
		$1-\beta$	.24	.07	.71
	IRJ	F	10.60**	11.73	7.16*
		η^2	.21	.23	.15
		$1-\beta$	.88	.92	.74
BM	IPJ	F	4.80*	2.93	6.85*
		η^2	.11	.07	.15
		$1-\beta$	.57	.39	.72
	IRJ	F	5.18*	17.34	7.33**
		η^2	.12	.30	.16
		$1-\beta$	.60	.98	.75
BC	IPJ	F	1.44	1.62	4.18*
		η^2	.04	.04	.10
		$1-\beta$	.22	.24	.51
	IRJ	F	9.53**	6.23	18.57***
		η^2	.19	.14	.32
		$1-\beta$	.85	.68	.99

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

FS= Fútbol-sala; BM= Balonmano; BC= Baloncesto; IPJ= Índice de participación en el juego; IRJ= Índice de rendimiento en el juego

Tabla 9: Comparaciones entre e intra grupos

		Grupo		Factor	
		Control	Experimental	Pretest	Postest
		Pre vs. Post	Pre vs. Post	C vs. E	C vs. E
FS	IPJ	.66	-1.52**	1.62	-1.00
	IRJ	-.02	-.24***	-.02	-.24***
BM	IPJ	.33	-3.76**	.86	-3.24**
	IRJ	.02	-.22**	-.08	-.31***
BC	IPJ	.66	-2.57*	-.47	-2.76*
	IRJ	.05	-.28***	.06	-.27***

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

FS= Fútbol-sala; BM= Balonmano; BC= Baloncesto; IPJ= Índice de participación en el juego; IRJ= Índice de rendimiento en el juego

Frecuencia cardiaca

En las tabla 10 se muestran las medias y desviaciones típicas de la frecuencia cardiaca de trabajo antes y

después de la intervención, así como el porcentaje de masa grasa y masa magra. Asimismo, en la tabla 11 se indican los valores de asimetría, curtosis y prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov.

Tabla 10: Medias y desviaciones típicas

		Control		Experimental	
		<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>
FC	Pre	174.54	9.49	177.89	9.76
	Post	173.62	8.87	174.28	9.12

^a $p > .05$

FC= Frecuencia cardiaca; % MG= Porcentaje de masa grasa; % MM= Porcentaje de masa magra.

Tabla 11: Medidas de dispersión y normalidad

		Control			Experimental		
		<i>A</i>	<i>K</i>	<i>Z</i>	<i>A</i>	<i>K</i>	<i>Z</i>
FC	Pre	.07	-.42	.48 ^a	-.88	-.46	42 ^a
	Post	-.09	.04	.81 ^a	1.27	1.47	.56 ^a

^a $p > .05$

FC= Frecuencia cardiaca; As= Asimetría; K= Kurtosis; Z= Prueba de normalidad (Kolmogorov-Smirnov)

Los resultados de los análisis de la varianza (ANOVA) factorial indican que no hubo diferencias significativas en los efectos principales de la variable *pre-post* ($F_{[1,40]} = .94$; $p > .05$; $\eta^2 = .07$; $1-\beta = .15$) y *grupo* ($F_{[1,40]} = .23$; $p > .02$; $\eta^2 = .07$; $1-\beta = .60$), ni tampoco para los efectos de la interacción ($F_{[1,40]} = .33$; $p > .05$; $\eta^2 = .03$; $1-\beta = .08$).

Discusión

El propósito del presente trabajo era evaluar los efectos de un programa de actividad física basado en juegos colectivos reducidos sobre la PSE en un grupo de chicas adolescentes, observando la participación y la eficacia en la toma de decisiones durante el juego, así como la FC, en situaciones reducidas 3 vs. 3. Los resultados encontrados han puesto de relieve una disminución significativa en la percepción del esfuerzo realizado, lo que confirma el principal objetivo de la investigación e indica que el trabajo continuado durante ocho semanas con

juegos colectivos reducidos ha tenido un efecto positivo sobre esta variable. Estos resultados se encuentran en la línea de otras investigaciones que habían evaluado la incidencia de la experiencia de práctica en deportes colectivos, como Fuentes, Feu, Jiménez y Calleja-González (2013), que indicaron que la práctica acumulada en un deporte específico, en este caso en baloncesto-mini, generaba una menor percepción del esfuerzo percibido durante su práctica en niños. Además, tienen relación con otros trabajos, como el de Dellal, Hill-Haas et al. (2011), que indicaron que la PSE era mayor en deportistas aficionados que en profesionales.

La PSE es una herramienta adecuada para evaluar la intensidad del ejercicio y la fatiga acumulada durante la sesión de trabajo, siendo ampliamente utilizada para analizar estos parámetros en diferentes formatos de juegos reducidos (Coutts et al., 2009; Hill-Haas et al., 2010; Rampinini et al., 2007). Por lo tanto, la disminución en el valor de esta variable

atiende a una menor percepción de intensidad de trabajo durante el ejercicio desarrollado. De hecho, hay estudios que indicaron cambios en la percepción de esfuerzo tras efectuar modificaciones en la estructura de la actividad, estando asociada a cambios en la carga de trabajo soportada durante el juego (Casamichana et al., 2012; Köklü et al., 2013). Sin embargo, es difícil delimitar la naturaleza exacta de las variables que inciden en esos cambios. Aunque es más fácil evaluar parámetros físicos de la carga de entrenamiento, otras variables de tipo motivacional o la dificultad en la toma de decisiones es más complicado de analizar (Beniscelli y Torregrosa, 2010).

Por ello, para explicar este fenómeno, uno de los elementos que han podido influir ha sido la disminución del estrés producido por las implicaciones cognitivas y la complejidad táctica a la que han sido sometidos los participantes. Tal y como consideran autores como Beniscelli y Torregrosa (2010), Guijarro et al. (2009) o Tenenbaum y Hutchinson (2007), la variabilidad en percepción de esfuerzo no se sitúa únicamente a nivel de condición física, sino también en el plano emocional o cognitivo. En esta investigación, el grupo experimental aumentó la participación en el juego y la eficacia de las acciones desarrolladas, lo que indica que ha existido una evolución positiva (adaptación) en aspectos relacionados con la toma de decisiones. En este sentido, diversas investigaciones han puesto de manifiesto que metodologías como los juegos reducidos son adecuadas para el aprendizaje de los deportes colectivos y la mejora en la toma de decisiones (Balakishnan et al., 2011; Chatzopoulos, Drakou, Kotzamanidou y Tsorbatzoudis, 2006; Harvey et al., 2010; Mesquita et al., 2012). Esto podría haber contribuido a que los participantes de este estudio hayan tenido una correcta adaptación a las exigencias del

juego y a disminuir el estrés generado por las exigencias de las diferentes situaciones tácticas a las que se han tenido que enfrentar durante él.

Por otro lado, una de las características de los juegos reducidos es su alta versatilidad, lo que permite modificar diferentes elementos de la actividad para incidir en aspectos como la toma de decisiones, aumentando la implicación cognitiva y el número de tareas a resolver. En esta investigación, se ha utilizado un formato reducido de 3 vs. 3, señalado en diversos trabajos como un buen ajuste de la estructura del juego para aumentar el número de acciones a las que el deportista se ha de enfrentar (Da Silva et al., 2011; Duarte et al., 2009; Frencken et al., 2013; Jones y Drust, 2007; Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn y Philippaerts, 2007). De hecho, un estudio efectuado por Katis y Kellis (2009) puso de manifiesto que situaciones de 3 vs. 3 eran más eficaces para la mejora de las acciones técnico-tácticas que otras como el 6 vs. 6. Por ello, los *Small Sided Games* son herramientas que pueden contribuir a una mejora más acelerada de los procesos de toma de decisión y asimilar con mayor solvencia las demandas cognitivas del juego (Casamichana y Castellano, 2010; Hill-Haas, Dawson et al., 2011), siendo una de las hipótesis que se contemplan en este trabajo como posibles factores implicados en los efectos obtenidos.

Además, aunque no existe un cuerpo de conocimiento amplio sobre la cuestión tratada en este trabajo, y específicamente en el ámbito de los juegos modificados, existen otros elementos que contribuirían a aumentar los indicios sobre la argumentación sostenida. Parece aceptado que aquellas modificaciones que aumenten la necesidad de tomar un mayor número de decisiones en menos tiempo incrementa la percepción del esfuerzo realizado (Dellal, Chamari et al., 2011;

Dellal et al., 2012; Hill-Hass et al., 2011). Sin embargo, el análisis de las acciones técnico-tácticas desarrolladas durante la actividad, tras la intervención, indica que ha existido una mayor participación en el juego y con una eficacia mayor. Esto lleva a pensar, de nuevo, que el esfuerzo para tomar la decisión y hacerlo con una mayor cota de éxito, ha sido menor para el grupo experimental. Por lo tanto, puede deberse a factores de tipo cognitivo o motivacional (Martínez et al., 2010), aunque no se puedan corroborar exhaustivamente con los datos encontrados.

Asimismo, la FC media con la que se ha trabajado durante los ejercicios propuestos antes y después de la intervención ha sido similar. En este sentido, no se han extraído otros datos que confirmen si se han producido adaptaciones gracias al ejercicio, como podrían haber señalado medidas como el consumo máximo de oxígeno. No obstante, la literatura existente indica que las adaptaciones cardiovasculares generan una disminución de la frecuencia cardíaca en reposo (Cordova, Villa, Sureda, Rodríguez-Marroyo y Sánchez-Collado, 2012), lo que implicaría un aumento de la frecuencia cardíaca de reserva. En caso de haberse producido tales adaptaciones, la frecuencia cardíaca indicaría que se habría trabajado a mayor intensidad al final de la intervención. Por tanto, aunque es una limitación del estudio, podemos considerar un indicador de que se ha trabajado a una intensidad similar, o en todo caso mayor, después de la intervención.

Por lo tanto, como limitación del estudio hay que señalar que no se han controlado de forma exhaustiva variables de condición física (Polman, Bloomfield y Edwards, 2009) que podrían condicionar los resultados del trabajo, aunque se considera que se han obtenido hallazgos en la línea de otros autores que ponen de manifiesto la naturaleza multidimensional de los factores que alteran la percepción del esfuerzo realizado durante un ejercicio físico. Como aportación, se ha pretendido separar la intensidad física del trabajo realizado de las demandas cognitivas soportadas durante el juego. Y aunque se debería haber efectuado una medición más precisa, podemos situar al trabajo en una línea correcta con sugerentes perspectivas de investigación. De hecho, se sugiere profundizar en los factores responsables de la variabilidad en percepción de esfuerzo. Además, se ha efectuado sobre un tipo de actividad, los juegos reducidos, sobre los que no se han efectuado análisis de este tipo en una población no activa como la que se ha presentado aquí.

Por tanto, el presente estudio pone de manifiesto, en un grupo de chicas adolescentes no entrenadas, que la práctica física continuada a través de juegos reducidos ha generado una adecuada adaptación a las demandas del juego colectivo, y ha disminuido la percepción del esfuerzo soportado durante la práctica de estos ejercicios físico. Este trabajo sugiere que los procesos de toma de decisión en este tipo de deportes tiene un impacto parcial sobre la fatiga percibida a lo largo de la actividad que puede ser mejorada a través del entrenamiento.

Referencias

1. Abrantes, C.I., Nunes, M.I., Maças, V.M., Leite, N.M. & Sampaio, J.E. (2012). Effects of the number of players and game type constraints on heart rate, rating of perceived exertion and technical actions of small-sided soccer games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 976-981.
2. Alexiou, H. & Coutts, A. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 320-330.
3. Araújo, D. (2013). The study of decision-making behavior in sport. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 9(31), 1-4.
4. Balakishnan, M., Rengasamy, S. & Aman, M. S. (2011). Effect of Teaching Games for Understanding approach on students' cognitive learning outcome. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 53, 961-963.
5. Beniscelli, V. & Torregrosa, M. (2010). Componentes del esfuerzo percibido en fútbol de iniciación. *Cuadernos de psicología del deporte*, 10(1), 7-22.
6. Borg, G. (1970) Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2(2), 92-98.
7. Borg, G.A. (1973). Perceived exertion: a note on "history" and methods. *Medicine and Science in Sports*, 5, 90-93.
8. Borg, G.A. (1982). Psychological bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.
9. Casamichana, D. & Castellano, J. (2009). Análisis de los diferentes espacios individuales de interacción y los efectos en las conductas motrices de los jugadores. Aplicaciones al entrenamiento en fútbol. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 15(23), 143-167.
10. Casamichana, D. & Castellano, J. (2010). Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1615-1623.
11. Casamichana, D., Castellano, J., Blanco-Villaseñor, Á. & Usabiaga, O. (2012). Estudio de la Percepción Subjetiva del Esfuerzo en Tareas de Entrenamiento en Fútbol a través de la Teoría de la Generalizabilidad. *Revista de Psicología del Deporte*, 21(1), 35-40.
12. Casamichana, D., Castellano, J. & Dellal, A. (2013). Influence of different training regimes on physical and physiological demands during small-sided soccer games: continuous vs. intermittent format. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 690-697.
13. Casamichana, D., San Román-Quintana, J., Calleja-González, J. & Castellano, J. (2013). Utilización de la limitación de contactos en el entrenamiento en fútbol: ¿afecta a las demandas físicas y fisiológicas?. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 9(33), 208-221.

14. Chatzopoulos, D., Drakou, A., Kotzamanidou, M., & Tsozbatzoudis, H. (2006). Girls' soccer performance and motivation: games Vs Technique approach. *Perceptual & Motor Skills*, 103(2), 463-470.
15. Cordova, A., Villa, G., Sureda, A., Rodriguez-Marroyo, J.A. & Sánchez-Collado, M.P. (2012). Actividad física y factores de riesgo cardiovascular de niños españoles de 11-13 años. *Revista Española de Cardiología*, 65(7), 620-626.
16. Corrêa, U.C., Silva, A.S. & Paroli, R. (2004). Efeitos de diferentes métodos de ensino na aprendizagem do futebol de salão. *Revista Motriz, Rio Claro*, 10(2), 79-88.
17. Coutts, A.J., Rampinini, E., Marcora, S.M., Castagna, C., & Impellizzeri, F.M. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *The Journal of Sports Science and Medicine*, 12(1), 79-84.
18. Cuadrado-Reyes, J., Chiroso-Ríos, L.J., Chiroso-Ríos, I., Martin-Tamayo, I. & Aguilar-Martínez, D. (2012). La percepción subjetiva del esfuerzo para el control de la carga de entrenamiento en una temporada en un equipo de balonmano. *Revista de Psicología del Deporte*, 21(2), 331-339.
19. Da Silva, C., Impellizzeri, F., Natali, A., De Lima, J., Bara-Filho, M., Silami-García, E. & Marins, J. (2011). Exercise intensity and technical demands of small-sided games in young brazilian soccer players: effect of number of players, maturation, and reliability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2746-2751.
20. Dellal, A., Chamari, K., Owen, A.L., Wong, D.P., Lago-Penas, C. & Hill-Haas, S. (2011). Influence of technical instructions on the physiological and physical demands of small-sided soccer games. *European Journal of Sport Science*, 11(5), 341-346.
21. Dellal, A., Chamari, K., Pintus, A., Girard, O., Cotte, T. & Keller, D. (2008). Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: A comparative study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1449-1457.
22. Dellal, A., Drust, B. & Lago-Penas, C. (2012). Variation of activity demands in small-sided soccer games. *International Journal of Sport Medicine*, 33(5), 370-375.
23. Dellal, A., Hill-Haas, S., Lago-Penas, C. & Chamari, K. (2011). Small-sided games in soccer: amateur vs. professional players' physiological responses, physical, and technical activities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2371-2381.
24. Dellal, A., Lago-Penas, C., Wong, D.P. & Chamari, K. (2011). Effect of the number of the ball contacts within bouts of 4 vs. 4 small-sided games. *International Journal of Sport Physiology and Performance*, 6(3), 322-333.
25. Dellal, A., Owen, A., Wong, D.P., Krustrup, P., Van Exsel, M. & Mallo, J. (2012). Technical and physical demands of small vs. large sided games in relation to playing position in elite soccer. *Human Movement Science*, 31(4), 957-969.

26. Duarte, R., Batalha, N., Folgado, H. & Sampaio, J. (2009). Effects of exercise duration and number of players in heart rate responses and technical skills during futsal small-sided games. *The Open Sports Sciences Journal*, 2, 1-5.
27. Eurofit (1993). *Eurofit Tests of Physical Fitness* (2^a ed.). Strasbourg: Committee of Experts on Sports Research.
28. Faulkner, J., Parfitt, G. & Eston, R. (2008). The rating of perceived exertion during competitive running scales with time. *Psychophysiology*, 45, 977-985.
29. Frencken, W., Van Der Plaats, J., Visscher, C. & Lemmink, K. (2013). Size matters: pitch dimensions constrain interactive team behaviour in soccer. *Journal of Systems Science and Complexity*, 26(1), 85-93.
30. Fuentes, M., Feu, S., Jiménez, C. & Calleja-González, J. (2013). Perceived exertion effort in mini basketball players and its relationship with training volume. *Revista de Psicología del Deporte*, 22(1), 205-208.
31. George, J.D., Fisher, A.G. & Vehrs, P.R. (2007). *Tests y pruebas físicas (4^a ed.)*. Barcelona: Paidotribo.
32. Guijarro, E., de la Vega, R., & del Valle, S. (2009). Ciclo menstrual, rendimiento y percepción del esfuerzo en jugadoras de fútbol de élite. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 9(34), 96-104.
33. Harvey, S., Cushion, C.J., Wegis, H.M. & Massa-Gonzalez, A.N. (2010). Teaching games for understanding in American high-school soccer: a quantitative data analysis using the Game Performance Assessment Instrument. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 15(1), 29-54.
34. Hill-Haas, S.V., Coutts, A.J., Dawson, B.T. & Rowsell, G.J. (2010). Time-motion characteristics and physiological responses of small-sided games in elite youth players: the influence of player number and rule changes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2149-2156.
35. Hill-Haas, S.V., Dawson, B.T., Impellizzeri, F.M. & Coutts, A. J. (2011). Physiology of Small-Sided Games Training in Football A Systematic Review. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220.
36. Hill-Haas, S.V., Rowsell, G.J., Dawson, B.T. & Coutts, A.J. (2009). Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-sided training regimes in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 111-115.
37. Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1042-1047.
38. Jones, S. & Drust, B. (2007). Physiological and technical demands of 4 v 4 and 8 v 8 games in elite youth soccer players. *Kinesiology*, 39(2), 150-156.
39. Katis, A. & Kellis, E. (2009). Effects of small-sided games on physical conditioning and performance in young soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 374-380.

40. Kilpatrick, M.W., Bortzfield, A.L. & Giblin, L. M. (2012). Impact of aerobic exercise trials with varied intensity patterns on perceptions of effort: An evaluation of predicted, in-task, and session exertion. *Journal of Sports sciences*, 30(8), 825-832.
41. Köklü, Y., Albayrak, M., Keysan, H., Alemdaroğlu, U. & Dellal, A. (2013). Improvement of the physical conditioning of young soccer players by playing small-sided games on different pitch size—special reference to physiological responses. *Kinesiology*, 45(1), 41-47.
42. Mesquita, I., Farias, C. & Hastie, P. (2012). The impact of a hybrid Sport Education–Invasion Games Competence Model soccer unit on students’ decision making, skill execution and overall game performance. *European Physical Education Review*, 18(2), 205-219.
43. Milanez, V.F., Lima, S., Gobatto, C.A., Perandini, L.A., Nakamura, F.Y. & Ribeiro, L.F.P. (2011). Correlates of session-rate of perceived exertion (RPE) in a karate training session. *Science & Sports*, 26(1), 38-43.
44. Mitchell, S.A., Oslin, J.L. & Griffin, L.L. (1995). The effects of two instructional approaches on game performance. *Pedagogy in Practice: Teaching & Coaching in Physical Education & Sports*, 1(1), 36-48.
45. Monteiro, W.D., Farinatti, P.T., de Oliveira, C.G. & Araújo, C.G.S. (2011). Variability of cardio-respiratory, electromyographic, and perceived exertion responses at the walk-run transition in a sample of young men controlled for anthropometric and fitness characteristics. *European journal of applied physiology*, 111(6), 1017-1026.
46. Oslin, J.L., Mitchell, S.A. & Griffin, L. I. (1998). The Game Performance Assessment Instrument (GPAI): development and preliminary validation. *Journal of Teaching in Physical Education*, 17(2), 231-243.
47. Polman, R., Bloomfield, J. & Edwards, A. (2009). Effects of SAQ training and small-sided games on neuromuscular functioning in untrained subjects. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(4), 494-505.
48. Rampinini, E., Impellizzeri, F.M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A. & Marcora, S.M. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659-666.
49. Sampaio, J., Abrantes, C. & Leite, N. (2009). Power, heart rate and perceived exertion responses to 3x3 and 4x4 basketball small sided games. *Revista de Psicología del Deporte*, 18(3), 463-467.
50. Tenenbaum, G., Basevitch, I., Gershgoren, L. & Filho, E. (2013). Emotions–decision-making in sport: Theoretical conceptualization and experimental evidence. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(2), 151-168.
51. Tenenbaum, G. & Hutchinson, J. C. (2007). A social cognitive perspective of perceived sustained effort. En G. Tenenbaum y R. C. Eklund (Eds.) *Handbook of sport psychology*, (3rd Edition, pp. 560-577). Nueva York: Wiley.

52. Toh, S., Guelfi, K., Wong, P. & Fournier, P. (2011). Energy expenditure and enjoyment of small-sided soccer games in overweight boys. *Human Movement Science, 30*(3), 636–647.
53. Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A.M., Mazyn, L. & Philippaerts, R.M. (2007). The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 29*(2), 147-169.
54. Vila-Maldonado, S., García, L.M. & Contreras, O.R. (2012). La investigación del comportamiento visual, desde el enfoque perceptivo-cognitivo y la toma de decisiones en el deporte. *Journal of Sport and Health Research, 4*(2), 137-156.
55. Vilar, L., Araújo, D., Davids, K. & Button, C. (2012). The role of ecological dynamics in analysing performance in team sports. *Sports Medicine, 42*(1), 1-10.
56. Wright, S., McNeill, M., Fry, J. & Wang, J. (2005). Teaching teachers to play and teach games. *Physical Education & Sport Pedagogy, 10*(1), 61-82.

CAPÍTULO IX

Futuras investigaciones

FUTURAS INVESTIGACIONES

CAPÍTULO IX

El trabajo de investigación desarrollado contribuye a consolidar la importancia de la actividad física en el desarrollo cognitivo durante la adolescencia, aportando nuevos datos sobre este fenómeno y al mismo tiempo, se generan nuevas preguntas, ideas y vías de trabajo.

Nuestras principales propuestas de investigación futura se centran en el incremento de los periodos de intervención, para determinar su impacto específico sobre la toma de decisiones y las habilidades cognitivas.

Consideramos que se debe continuar profundizando en aquellos aspectos de la actividad física que pueden incidir en el desarrollo cognitivo de los niños y adolescentes. Con este trabajo se puede indicar que la actividad realizada (juegos reducidos 3 vs3) ha producido efectos sobre las variables dependientes, aunque no se puede determinar específicamente cuáles de sus características han sido las que han provocado esos efectos, si la mera actividad física desarrollada o el trabajo cognitivo llevado a cabo durante ella. Por lo tanto, sería interesante seguir investigando si realmente esta modalidad de juego genera mayores beneficios.

En esta misma línea y aunque la investigación de los SSG ha sido ampliamente estudiada, poniéndose de manifiesto que la modificación de su estructura incide en los efectos que producen, más trabajos son necesarios para llegar a comprender la influencia que tiene la manipulación de estos juegos. Por ejemplo, se aprecia un menor número de evidencias que indiquen el impacto de estas modificaciones sobre el número de decisiones tomadas, la eficacia de las mismas, el tipo de acción técnico- táctica realizada, etc. Por otro lado también se consideran necesarias futuras investigaciones que establezcan relaciones entre la intensidad del juego, la toma de decisión individual y la eficacia colectiva del equipo.

Otra línea de investigación sería el desarrollo de otro tipo de actividad, como por ejemplo, ejercicios en situaciones de práctica real, para observar si la mayor implicación y participación que ocurre en los SSG es un factor determinante para este tipo de variables.

El Estudio II aporta datos sobre la población femenina y el desarrollo de la función ejecutiva, por lo que sería interesante profundizar en el impacto de la práctica física sobre el funcionamiento cognitivo en función del género, para ver si se pueden generalizar las actuaciones en chicos y en chicas y valorar diferencias o similitudes respecto a los chicos.

Por otro lado, el Estudio III pone de manifiesto la evolución positiva de la toma de decisión en diferentes juegos reducidos basados en los deportes fútbol-sala, balonmano y baloncesto, tras el programa de intervención. Esto indica que este tipo de tareas son herramientas eficaces para implementarlos en los procesos de enseñanza de los deportes colectivos. Como prospectivas de investigación, se sugiere indagar en la progresión diferenciada de cada modalidad de juego reducido, así como las transferencias existentes entre ellas.

Por último, dado que el Estudio IV ofrece indicios de como el aprendizaje generado gracias a las situaciones especiales de enseñanza desarrolladas durante la intervención y la adaptación en los procesos de toma de decisión podrían estar en la base de la disminución de la percepción de esfuerzo, se sugiere profundizar en los factores responsables de la variabilidad en percepción de esfuerzo, especialmente en estas actividades, los juegos reducidos, sobre los que no se han efectuado análisis de este tipo en una población no activa como la que se ha presentado en este trabajo

CAPÍTULO X

Anexos

Hoja Observación GPAI

Percepción Subjetiva del Esfuerzo

Instrumentos de Evaluación

Consentimiento informado

HOJA DE OBSERVACIÓN GPAI NOMBRE DEL JUGADOR:

SEMANA/ PARTIDO	TOMA DECISIONES		EJECUCIÓN TÉCNICA		APOYO		COBERT.		GUARDIA /MARCA	
	A	I	E	I	A	I	A	I	A	I
SEMANA 1										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
SEMANA 2										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
SEMANA 7										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
SEMANA 8										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
TOTALES										

A: Apropiaada

I: Inapropiaada

E: Eficiente

I: Ineficiente

RESULTADOS OBSERVACIÓN GPAI POR DEPORTES

NOMBRE JUGADOR:

SEMANA	TOMA DECISIONES		EJECUCIÓN TÉCNICA		APOYO		COBERT.		GUARDIA /MARCA	
	A	I	E	I	A	I	A	I	A	I
SEMANA 1	A	I	E	I	A	I	A	I	A	I
FÚTBOL										
BALONMANO										
BALONCESTO										
SEMANA 2	A	I	E	I	A	I	A	I	A	I
FÚTBOL										
BALONMANO										
BALONCESTO										
INICIO → 3 partidos	A	I	E	I	A	I	A	I	A	I
FÚTBOL										
BALONMANO										
BALONCESTO										
SEMANA 7	A	I	E	I	A	I	A	I	A	I
FÚTBOL										
BALONMANO										
BALONCESTO										
SEMANA 8	A	I	E	I	A	I	A	I	A	I
FÚTBOL										
BALONMANO										
BALONCESTO										
FINAL → 3 partidos	A	I	E	I	A	I	A	I	A	I
FÚTBOL										
BALONMANO										
BALONCESTO										

PERCEPCIÓN SUBJETIVA DEL ESFUERZO – GRUPO EXPERIMENTAL

Sesión 1 hora	Pre calentamiento	Tras calentamiento	1 ^{er} Partido	2 ^o Partido	3 ^{er} Partido	4 ^o Partido	5 ^o Partido	6 ^o Partido	Vuelta Calma
1 ^o SEMANA									
2 ^o SEMANA									
3 ^o SEMANA									
4 ^o SEMANA									
5 ^o SEMANA									
6 ^o SEMANA									
7 ^o SEMANA									
8 ^o SEMANA									

PERCEPCIÓN SUBJETIVA DEL ESFUERZO		
Sesión Recreo (1/2 hora)	Inicio	Final
1 ^o SEMANA		
2 ^o SEMANA		
3 ^o SEMANA		
4 ^o SEMANA		
5 ^o SEMANA		
6 ^o SEMANA		
7 ^o SEMANA		
8 ^o SEMANA		

6	Reposo o no se siente nada
7	Extremadamente suave
8	
9	Muy suave
10	
11	Suave
12	
13	Ligeramente fuerte
14	
15	Fuerte
16	
17	Muy fuerte
18	
19	Muy, muy fuerte
20	Esfuerzo máximo



Figura 1. Polar ® modelo S610



Figura 2. Tanita ® Body Composition Monitor modelo BF-350

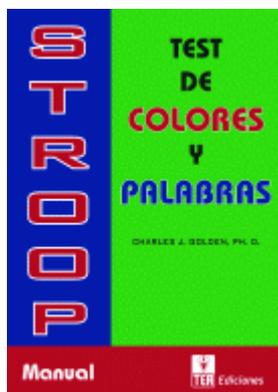


Figura 3. Test Stroop (Stroop, 1935; Golden, 1994).

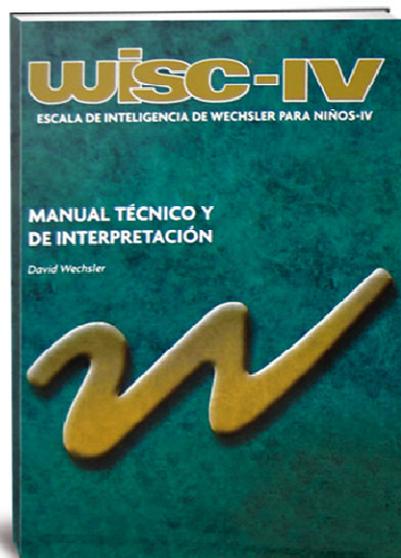


Figura 4. Tests Dígitos (D) y Letras y Números (LN) de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños (WISC-IV; Wechsler, 2003, 2005).

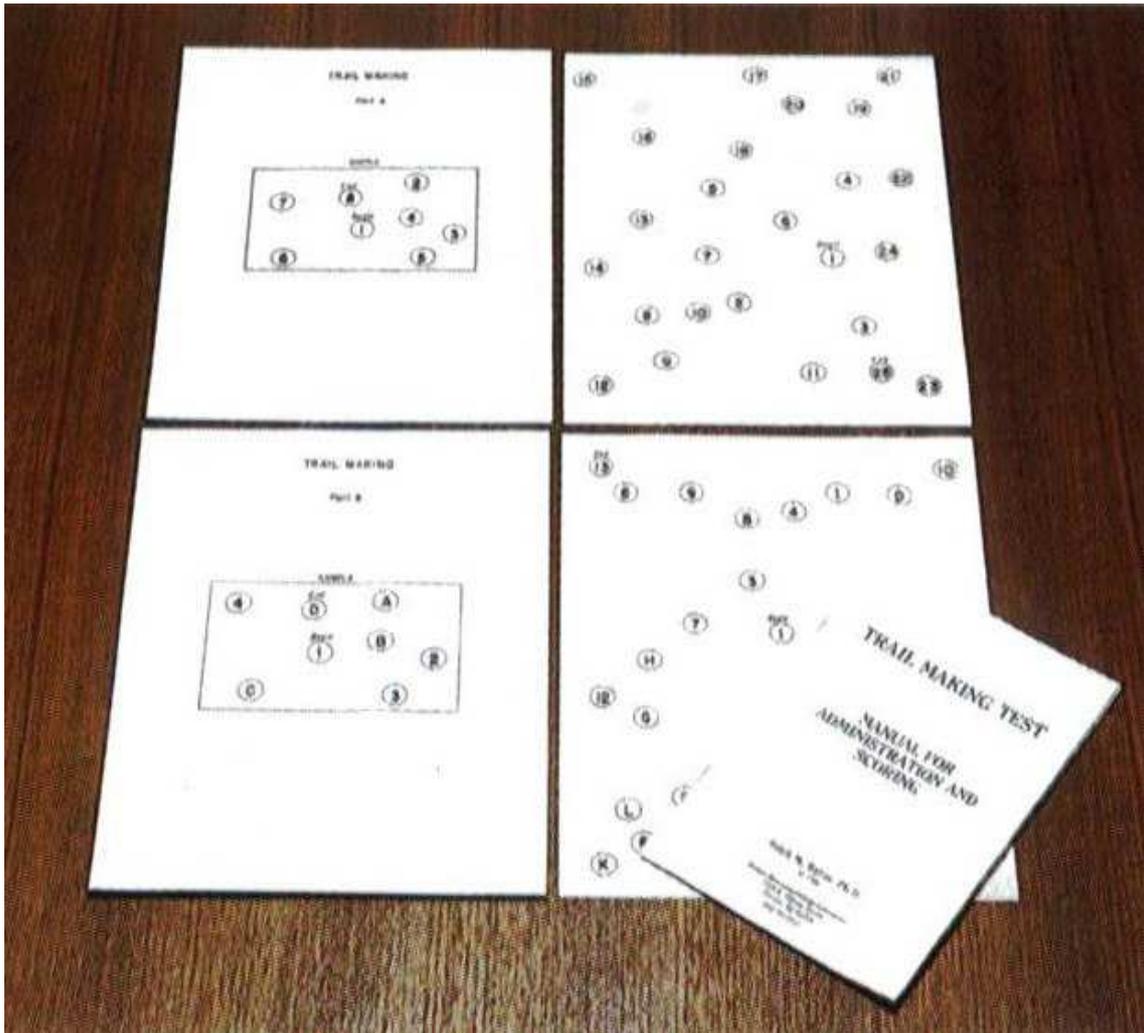


Figura 5. *Trail Making Test*, Formas A y B (Reitan, 1958; Reitan, 1992; Tombaugh, 2004).

Estimados padres/madres/tutores:

Desde la Universidad de Granada, se ha seleccionado el centro escolar donde estudian sus hijos para realizar un estudio sobre la actividad física y su repercusión en el estado de salud. El departamento de Educación Física será el encargado de llevarlo a cabo, siendo la profesora Inmaculada Martín la que supervisará el proyecto.

Teniendo en cuenta que la promoción de hábitos saludables es un objetivo a cumplir por los distintos estamentos de nuestra sociedad y de la administración (sanidad y educación fundamentalmente), nos proponemos realizar un estudio prospectivo sobre la misma en la población infantil y adolescente desde la esfera docente, con aplicación al ámbito familiar por la influencia que ello determina en estas conductas.

Es por ello que ruego permita la participación de su hijo/a en dicho estudio teniendo en cuenta que será totalmente anónima.

En él, vamos a obtener información sobre algunas variables físicas y psicológicas implicadas en la salud, por medio de métodos que no repercutirán negativamente en ellos.

Además, nos gustaría obtener imágenes de los alumnos/as realizando actividad física para determinar patrones de conducta asociados a su estado de salud.

De esta forma, sabremos sin duda, cual es el procedimiento a aplicar en la población en la que participamos como docentes con el propósito de infundir, aplicar e indicar dichos hábitos saludables a todas las personas implicadas.

Agradeciendo de antemano su colaboración, reciba un cordial saludo.

Fdo. Inmaculada Martín

I.E.S Carmen Pantión, Priego de Córdoba (Córdoba)

Vº Bº

Padre o Madre, D. Dña.

DNI Firma

EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE
ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LAS
FUNCIONES EJECUTIVAS Y LA
TOMA DE DECISIONES EN UNA
MUESTRA ADOLESCENTE



ugr

Universidad
de Granada