

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del  
Deporte



**EFFECTOS DE UN PROTOCOLO COMBINADO DE  
ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA  
INTENSIDAD (HIIT) Y SMALL-SIDED GAMES (SSG)  
EN JUGADORES DE SEMI-ÉLITE DE BALONCESTO**

Tesis Doctoral

Dña. Yara Grimal Tejero

Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Madrid, 2019





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del  
Deporte

**EFFECTOS DE UN PROTOCOLO COMBINADO DE  
ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA  
INTENSIDAD (HIIT) Y SMALL-SIDED GAMES (SSG)  
EN JUGADORES DE SEMI-ÉLITE DE BALONCESTO**

**TESIS DOCTORAL**

**Dña. Yara Grimal Tejero**

Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Madrid, 2019



DEPARTAMENTO DE DEPORTES

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del  
Deporte

**EFFECTOS DE UN PROTOCOLO COMBINADO DE  
ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA  
INTENSIDAD (HIIT) Y SMALL-SIDED GAMES (SSG)  
EN JUGADORES DE SEMI-ÉLITE DE BALONCESTO**

AUTOR:

**Dña. Yara Grimal Tejero**

Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Universidad de Zaragoza.

DIRECTOR:

**Dr. D. Alberto Lorenzo Calvo**, Doctor en Ciencias de la Actividad  
Física y del Deporte. Universidad Politécnica de Madrid.

CO-DIRECTOR:

**Dr. D. Jorge Lorenzo Calvo**, Doctor en Ciencias de la Actividad  
Física y del Deporte. Universidad Politécnica de Madrid.

Madrid, 2019



Tribunal nombrado por el Magfco y Excemo. Sr. Rector de la Universidad Politécnic de  
Madrid, el día ....de.....de 2019.

Presidente: D.....

Vocal: D.....

Vocal: D.....

Vocal: D.....

Secretario: D.....

EL PRESIDENTE

LOS VOCALES

EL SECRETARIO





## **AGRADECIMIENTOS**

No podría empezar por otra persona que no fuera mi director y tutor de tesis, Alberto Lorenzo, por haber confiado en mí para realizar este trabajo, por haberme guiado durante todo el proceso, y por haberme dado grandes oportunidades para aprender y mejorar, y hacerme vez que la docencia y la investigación son mi gran pasión. Porque siempre tenías palabras de aliento y ánimo cuando yo no sabía cómo continuar, y gracias, gracias y gracias por tu infinita paciencia.

A mi co-director, Jorge Lorenzo, porque aun no habiendo trabajado mucho tiempo juntos me ha ayudado para evolucionar en mi trabajo.

A Miguel Ángel, lo primero porque él fue quien me derivó a Alberto, una gran elección. Y lo segundo, por tu ayuda a lo largo de todo este proyecto.

A José Antonio Fuentes y a todos los integrantes del equipo del Club Europeo de Madrid, por haber puesto el máximo esfuerzo en cada día de entrenamiento, en cada serie de trabajo, porque siempre querían seguir mejorando y trabajando, a pesar de robarles tiempo de pista.

A Rubén Portes y Uros Dragicevic, y a los jugadores del Baloncesto Torrelodones, por darme la oportunidad de trabajar con ellos, y dejarme hacerles sufrir en las pruebas físicas.

A mi padre, que, aunque ya no esté conmigo, siempre está junto a mí, acompañándome en cada paso. Porque me inculcó que sin esfuerzo no se consiguen las cosas, y que siempre debía perseguir mis sueños, fueras cuales fueran. Gracias por enseñarme la magia del entrenamiento y el baloncesto.

A mi madre, que sin ella no estaría aquí, que siempre ha sacrificado todo para dármele a mí. Porque siempre ha creído en mí, y siempre me ha hecho ser mejor en todo. Porque nunca me ha dejado rendirme ante las adversidades o dificultades. Gracias por ser la mejor madre del mundo. Parte de esto es mérito tuyo.

Al resto de mi familia que me ha apoyado y ayudado en este camino, pero en especial a mi “yaya”, por ser una inspiración y una gran persona. Gracias por estar siempre junto a mí, siempre estás en mis oraciones.

A mis amigos, vosotros sabéis quienes sois, los que siempre estáis para llorar, chillar, reír, o simplemente estar y escuchar. Porque sin vosotros la vida no tendría sentido.

Y, por último, y no por ello menos importante, sino todo lo contrario, a ti, mi amor. Gracias por apoyarme, y no dudar nunca de mis decisiones. Por estar cada día a mi lado, por entender este camino que emprendí hace casi 4 años, por comprender tantas horas fuera de casa o en el ordenador, por quitarme todo el trabajo posible, por posponer planes por mi falta de tiempo, y entender que esto me encanta y me hace feliz, por mucho que a veces haya querido tirar la toalla o no pudiese ni con mi alma. Y por supuesto, gracias por leerme los cientos de páginas que tiene mi tesis buscando errores. Te quiero mi vida.

*A mis padres, porque sin ellos mi curiosidad, mis valores y mis ganas de mejorar y aprender no existirían en mí. Y a ti, mi vida, por acompañarme y ayudarme en cada paso.*



## RESUMEN

La presente tesis ha consistido en el desarrollo de una intervención con la inclusión de un programa de entrenamiento, de 6 semanas de duración, en un grupo de jugadores de baloncesto (N=22,  $18,1\pm 1,26$  años de edad,  $187,05\pm 8,42$  cm de estatura,  $79,82\pm 9,99$  kg de peso y  $7,82\pm 4,02$  años de experiencia), y comprobar sus efectos en el rendimiento de sus capacidades físicas. Para ello se plantearon varios objetivos, como evaluar el efecto de un programa regular combinado dentro de una misma sesión de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), en el que se incluyen cambios de dirección (COD) y juegos reducidos (SSG) realizado al comienzo de la pretemporada en el estado físico de los jugadores de baloncesto, comparándolo con un entrenamiento tradicional llevado a cabo por un grupo control, y así conocer si este programa supone un estímulo eficaz para alcanzar los niveles de exigencia física propias de la competición.

Los objetivos de la presente investigación se fundamentan en varios aspectos:

1. Debido a la naturaleza altamente intermitente del baloncesto, los jugadores necesitan una buena capacidad aeróbica, que es vital para las recuperaciones entre esfuerzos de alta intensidad y en las etapas finales del juego. Del mismo modo, también se ha descrito que la capacidad de repetición de esfuerzos a alta intensidad es un aspecto determinante en el rendimiento deportivo, y va ligada a un buen consumo máximo de oxígeno relativo ( $VO_2\text{máx}$ ).
2. Son conocidos y muchos los estudios que promueven la inclusión de trabajos de HIIT dentro de las planificaciones en los deportes de equipo; entre otros motivos por el control estricto de su intensidad de trabajo de manera individualizada. Además, con la introducción de cambios de dirección se consiguen aumentar la especificidad en los

entrenamientos, y aumentar las adaptaciones producidas con esta metodología de entrenamiento.

3. También es conocido que un entrenamiento a través de SSG mejora y estimula los patrones y movimientos específicos del juego, al mismo tiempo que los jugadores consiguen obtener mejoras en el sistema aeróbico.
4. A través de ambos protocolos se suelen conseguir incrementos en las capacidades físicas, principalmente en el  $VO_2$ máx (pero no siempre ocurre tras todas las intervenciones); aunque existe gran controversia en los resultados de mejora de la capacidad de repetición de sprints (RSA).
5. Son aún muy escasas las investigaciones realizadas en este ámbito en el mundo del baloncesto, y actualmente tras la búsqueda en bases de datos especializadas, no se han encontrado publicaciones que haya combinado estas dos metodologías (HIIT y SSG) en la misma sesión.

En consecuencia, este trabajo comienza con el marco conceptual, donde se exponen y analizan las características físicas y fisiológicas del baloncesto de competición, es decir la actividad competitiva, pasando por los valores de frecuencia cardíaca registradas en competición y las capacidades físicas más relevantes en los jugadores (capacidad aeróbica y anaeróbica, la fuerza y la resistencia explosiva, haciendo hincapié en la repetición de saltos y sprints). Posteriormente, se pasa a describir los trabajos que han analizado la competición a través de video-análisis (Time-motion), para obtener información relevante como la distancia recorrida, la cantidad de acciones o la intensidad del juego en cada momento. Finalmente, en este apartado, se procede a realizar un análisis de las diversas metodologías en entrenamiento, centrándose en aquellas que incorporan movimientos específicos y habilidades técnico-tácticas, como

RSA, HIIT y SSG, profundizando especialmente en estas dos últimas metodologías ya que son las específicas del objeto de estudio.

Seguidamente, se exponen y fundamentan los objetivos antes mencionados, para llegar a formular las siguientes dos hipótesis a responder: a) un programa combinado de entrenamiento a través de HIIT con COD y SSG en jugadores de baloncesto a lo largo de la misma sesión, será un estímulo suficiente y podría mejorar más los niveles de condición física que a través de los entrenamientos habituales realizados por el grupo control; y b) que los efectos de un programa combinado de entrenamiento a través de HIIT con COD y SSG en jugadores de baloncesto a lo largo de la misma sesión, será un estímulo suficiente y podría mejorar más los niveles de condición física que los descritos por investigaciones que utilizan exclusivamente una de las dos metodologías o que las combinan en sesiones alternas, consiguiendo mejoras significativas en la capacidad de repetición de sprints, capacidad de salto vertical y la resistencia intermitente.

Una vez expuestos los objetivos y las hipótesis establecidas, se procede a explicar el diseño de la investigación, así como la metodología utilizada. La presente investigación consistió en un trabajo cuantitativo y quasi-experimental con tomas pre-post. Para su desarrollo, se contó con dos equipos de baloncesto que competían a nivel nacional, uno actuó como grupo control (GC) (N=11, 18,55±1,04 años de edad, 191,09±9,80 cm de estatura y 81,68±10,52 kg de peso), y el otro como grupo experimental (GE) (N=11, 17,91±1,58 años de edad, 183±4,88 cm de estatura y 77,95±10,07 kg de peso), todos teniendo que superar unos criterios de inclusión, entre otros haber presentado el consentimiento informado firmado.

Fue diseñado un protocolo de entrenamiento combinado de HIIT y SSG, de 6 semanas de duración, con 2 entrenamientos a la semana separados al menos con 48 horas. La semana anterior al comienzo del protocolo y la semana posterior a su finalización se aplicó una batería de test para comprobar los cambios experimentados tras la intervención y comparar las diferencias entre ambos grupos. Durante las intervenciones se registraron 3 parámetros: frecuencia cardíaca (FC), rango de esfuerzo percibido (RPE) y un cuestionario de fatiga rellenado a la mañana siguiente del entrenamiento. Las variables registradas a través de los test físicos, para comparar los cambios pre-post, fueron recogidas de 3 pruebas realizadas en dos días. Primero se realizó un test de salto vertical, a través del salto en contramovimiento (CMJ), obteniendo la altura y la velocidad del salto, y a continuación una prueba de RSA (10 sprints de 30 metros con un COD de 180º a los 15 metros, y con un descanso entre repeticiones de 30 segundos) anotando el mejor tiempo (BT), el tiempo total (TT) y el porcentaje de decremento (PD) de la prueba. El segundo día se llevó a cabo el 30-15 Intermittent Fitness Test, un test incremental, donde fue registrada la velocidad final alcanzada en el test (VIFT) (que luego servirá para el control de la intensidad de los entrenamientos de HIIT) y el VO<sub>2</sub>máx estimado de cada jugador.

Durante 6 semanas en el GE se implantaron 2 entrenamientos semanales añadidos a sus entrenamientos habituales, que consistían en un protocolo de HIIT (1 o 2 series de 7-9 minutos, en el que corrían durante 15 segundos al 90-95% de su VIFT y 15 segundos descansaban, y con 5 minutos de descanso pasivo entre series) con 1 o 2 cambios de dirección de 180º. Y, a continuación, dentro de la misma sesión llevaban a cabo un protocolo de SSG (1-4 series de 4-6 minutos de 2vs2 o 3vs3 en media pista o pista



completa). A largo de toda la sesión se controlaba su frecuencia cardíaca (FC) y al final del entrenamiento su rango de esfuerzo percibido (RPE).

El análisis de los datos consistió en el cálculo de los estadísticos descriptivos para todas las variables, y tras contrastar la hipótesis de no normalidad de cada una de los datos, y con el fin de comprobar las diferencias significativas entre el pre-test y el post-test, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas, con un intervalo de confianza del 95% ( $p \leq 0,05$ ). Posteriormente fue calculada la prueba Delta de Cliff (d) para conocer el tamaño del efecto.

Los principales resultados obtenidos han sido: a) la FC media de todo el protocolo fue de  $177,70 \pm 12,93$  ppm (90,58% FCmáx), consiguiendo valores superiores en HIIT ( $185,10 \pm 8,18$  ppm; 94,35% FCmáx), en comparación con los SSG ( $170,31 \pm 17,69$  ppm; 86,81% FCmáx), y un RPE medio a lo largo de las 6 semanas de  $7,41 \pm 0,87$  u.a.; b) El GC únicamente consiguió una mejora significativa en una de las variables, en la altura del CMJ (4,32%); mientras que el GE en todas (VIFT: 8,31%;  $VO_2$ máx: 6,07%; Altura CMJ: 7%; Velocidad CMJ: 3,05%; BT: -4,71%; TT: -4,49%), menos en el porcentaje de decremento en el RSA.

Finalmente, en el capítulo de la discusión, se analizan y comparan los resultados obtenidos con las distintas investigaciones y publicaciones realizadas en este ámbito. Las principales conclusiones obtenidas son que se han obtenido mejoras significativas en 6 de los 7 parámetros, y éstas (función cardiorrespiratoria, CMJ y RSA) son en su gran mayoría superiores a las adaptaciones producidas por otros protocolos basados en una de las metodologías (HIIT o SSG) en jugadores de baloncesto, pero también en otras disciplinas deportivas. Que, además, estos cambios han sido superiores en todos los

casos a las adaptaciones conseguidas por el grupo control, habiendo este equipo sólo conseguido una mejora significativa en la altura alcanzada en el CMJ. Así mismo, se ha corroborado que un trabajo combinado de ambas metodologías dentro de la misma sesión obtiene mejores resultados en los parámetros analizados que combinándolas en sesiones alternas. Y que gracias a la combinación de los dos métodos dentro de la misma sesión se han conseguido FC medias elevadas, y semejantes o incluso superiores a las de otros estudios que los han trabajado de manera individual, siendo así un estímulo suficiente para producir las diversas mejoras, y provocar unas demandas fisiológicas superiores a las habituales de una competición oficial.

Por todo ello, se han visto aceptadas las hipótesis propuestas para la presente tesis doctoral, y se aboga por la introducción de este tipo de entrenamientos combinados dentro de las planificaciones de los jugadores de baloncesto.

Se finaliza la presente tesis doctoral proponiendo nuevas y futuras líneas de investigación que permitan profundizar en el conocimiento y efecto de este tipo de metodologías de entrenamiento en los deportes colectivos. Del mismo modo, también se plantean algunas aplicaciones prácticas extraídas del desarrollo de esta investigación, y que puedan ser aplicadas por los preparadores físicos en su desarrollo profesional.

## ABSTRACT

The present thesis consisted in the development of an intervention with the inclusion of a training program, of 6 weeks duration, with a basketball player's group (N=22, 18.1±1.26 years, 187.05±8.42 cm of height, 79.82±9.99 kg of weight and 7.82±4.02 years of experience in basketball), and to check their effects on the performance of their physical capacities. For this, several objectives were proposed, such as: to evaluate the effect of a combined regular program during the same session, of High Intensity Interval Training (HIIT) with changes of direction (COD) and Small-Sided Games (SSG) performed at the beginning of the preseason in the physical performance of basketball players, comparing it with a traditional training carried out by a control group, and thus to know if this program supposes an effective stimulus in order to reach the physical demands of the competition.

The objectives of the present investigation are based on several aspects:

1. Due to the highly intermittent nature of basketball, players need a good aerobic capacity, which is vital for recoveries between high intensity efforts and in the final stages of the competition. In the same way, it has also been described that the ability to repeat high intensity efforts is a determining factor in sports performance and is linked to a good maximum consumption of relative oxygen ( $VO_{2max}$ ).
2. Many well-known studies have demonstrated and promote the inclusion of HIIT works in the planning of team sports; among other reasons for the strict control of their individually intensity of work, among others. Additionally, with the introduction of changes of direction increase the specificity of trainings, and increase the adaptations produced with this training methodology.

3. It is also known that a training through SSG improves and stimulates the specific patterns and movements of the game, while at the same time that the players manage to obtain improvements in the aerobic system.
4. Through both protocols are usually achieved increases in physical abilities, mainly in the  $VO_2\text{máx}$  (but not always after all interventions); although there is great controversy in the results of improvement with the repeated sprints ability (RSA).
5. Little research has been carried out in this in the field, in basketball, at present no publication has been found that has combines these two methodologies (HIIT and SSG) in the same session.

Consequently, this paper begins with the conceptual framework, in which the physical and physiological characteristics of competitive basketball are exposed and analysed, the competitive activity, including the values of heart rate registered in competition and the most relevant physical capacities in players (such as aerobic and anaerobic capacity, strength and explosive resistance, emphasizing in the repetition of jumps and sprints). Secondly, we will describe the works that have analysed the competition through video-analysis (Time-motion), to obtain relevant information, such as the distance travelled, the number of actions or the intensity of the game at each moment. Finally, in this section, we proceed to perform an analysis of the training methodologies, focusing on those that incorporate specific movements and technical-tactical skills, such as RSA, HIIT and SSG, especially in the last two methodologies, because both are the objects of study.

Next, the aforementioned objectives are explained and substantiated, in order to formulate the following two hypotheses to answer: a) a combined training program through HIIT with COD and SSG in basketball players during the same session will be a

sufficient stimulus and could improve the levels of physical condition more than just by with the usual training carried out by the control group; and b) that the effects of a combined program of training through HIIT with COD and SSG in basketball players throughout the same session will be a sufficient stimulus and could improve more than the fitness levels than those described by researches that they use exclusively one of the two methodologies or combine them in alternate sessions, achieving significant improvements in the repeat sprints ability, vertical jump capacity and intermittent resistance.

Once the objectives and the established hypotheses have been exposed, we proceed to explain the design of the research, as well as the methodology used. The present investigation consisted in a quantitative and quasi-experimental work with pre-post tests. For this development, two basketball teams competing nationally were used, one was the control group (GC) (N =11, 18.55±1.04 years, 191.09±9.80 cm and 81.68±10.52 kg), and the other as experimental group (GE) (N= 11, 17.91±1.58 years, 183±4.88 cm and 77.95±10.07 kg), all having complied with the inclusion criteria and having signed the informed consent.

A 6-week combined HIIT and SSG training protocol was designed, with 2 trainings per week separated by at least 48 hours. The week before the beginning of the protocol and the week after its completion, a battery of tests was applied to check the changes experienced after the intervention and to compare the differences between both groups. During the interventions, 3 parameters were recorded: heart rate (FC), perceived exertion range (RPE) and a fatigue questionnaire was filled in the morning after the training. The variables registered through the physical tests, to compare the

pre-post changes, were collected from 3 tests carried out during two days. First a vertical jump test was performed, the countermovement jump (CMJ), obtaining the height and speed of the jump, followed by an RSA test (10 30-meter sprints with a COD of 180° at 15 meters, and with a 30-second rest between repetitions), collecting the best time (BT), the total time (TT) and the decrease percentage (PD) of the test. The second day 30-15 Intermittent Fitness Tests took place, an incremental test, and the final speed reached in the test (VIFT) was collected (which will then serve to control the intensity of HIIT training), as well as the estimated  $VO_2$ máx for each player.

During 6 weeks in the GE, 2 weekly workouts were added to their usual trainings, which consisted of a HIIT protocol (1 or 2 series of 7-9 minutes, in which the players ran during 15 seconds at 90-95% of their VIFT and 15 seconds rested, and with 5 minutes of passive rest between sets) with 1 or 2 changes of direction of 180°. And then, in the same session they carried out the SSG protocol (1-4 series of 4-6 minutes of 2vs2 or 3vs3 on half or full court). Throughout the session his HR was monitored and at the end of the training the RPE was recorded.

The data analysis consisted of the calculation of the descriptive statistics for all the variables, and after contrasting the hypothesis of non-normality of each of the data, and in order to verify the significant differences between the pre-test and the post-test, the non-parametric of Wilcoxon test was used for related samples, with a confidence interval of 95% ( $p \leq 0.05$ ). The Cliff Delta test was then calculated to find the size of the effect.

The main results obtained were: a) the mean HR of the whole protocol was  $177.70 \pm 12.93$  ppm (90.58% FCmáx), achieving higher values in HIIT ( $185.10 \pm 8.18$  ppm,

94.35% FC<sub>máx</sub>), compared to the SSG ( 170.31±17.69 ppm, 86.81% FC<sub>máx</sub>), and an average RPE over the 6 weeks from 7.41±0.87 u.a.; b) The CG only achieved a significant improvement in one of the variables, in the height of the CMJ (4.32%); while GE increased in all variables (VIFT: 8.31%, VO<sub>2</sub>máx: 6.07%, CMJ height: 7%, CMJ speed: 3.05%, BT: -4.71%, TT: -4.49%), except in the percentage of decrement in the RSA.

Finally, in the chapter of the discussion, the results obtained are analyzed and compared with the different investigations and publications carried out in this field. The main conclusions obtained are that significant improvements have been obtained in 6 of the 7 parameters, and these (cardiorespiratory function, CMJ and RSA) are mostly bigger than the adaptations produced by other described in other research found in the field of basketball, using a single methodology (HIIT or SSG) in basketball players, but also in other sports disciplines. In addition, these changes have been superior in all cases to the adaptations achieved by the control group, having this team only achieved a significant improvement in the height reached in the CMJ. Likewise, it has been corroborated that the combination of both methodologies during the same session obtains better results in the parameters analysed than when combining them in alternate sessions. And, due to the combination of the methods within the same session, high average FC was achieved, similar or even superior to other studies undertaken individually, thus being a sufficient stimulus to produce the various improvements, inducing physiological demands superior those usual in an official competition.

For all these reasons, the hypotheses proposed for the present doctoral thesis were accepted, and the introduction of this type of combined training in the planning of the basketball players is advocated.

The present doctoral thesis finalizes proposing new and future lines of investigation in order to deepen the knowledge and effect of this type of training methodologies in collective sports. In the same way, there are also some practical applications described from the development of this research, and which can be applied by the physical trainers in their professional development.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	III
RESUMEN	V
ABSTRACT	XI
ÍNDICE GENERAL	XVII
ÍNDICE DE TABLAS	XXII
ÍNDICE DE FIGURAS	XXVI
ABREVIATURAS	XXVIII
1. MARCO CONCEPTUAL.	1
1.1. Características físicas y fisiológicas del baloncesto de competición (actividad competitiva)	3
1.1.1. Frecuencia cardíaca	6
1.1.2. Capacidades físicas	10
1.1.2.1. Capacidad aeróbica	12
1.1.2.2. Capacidad anaeróbica láctica y aláctica	20
1.1.2.3. Fuerza y resistencia a la fuerza explosiva	27
1.1.2.3.1. Capacidad de salto vertical	28
1.1.2.3.2. Capacidad de repetir sprints	36
1.1.3. Time-motion	39
1.1.3.1. Distancia recorrida	40
1.1.3.2. Número de acciones realizadas	41

1.1.3.3.	Salto y sprints	44
1.1.3.4.	Intensidad de juego	50
1.2.	Tipos de entrenamiento	58
1.2.1.	Definición conceptual de los tipos de entrenamiento	58
1.2.2.	Entrenamiento tradicional	58
1.2.3.	Entrenamiento específico	62
1.2.3.1.	RSA: Repeted Sprint Ability (RSA)	63
1.2.3.1.1.	La inclusión de los cambios de dirección en el entrenamiento de RSA o sprints repetidos	68
1.2.3.1.2.	RSA en deportes de equipo	70
1.2.3.1.3.	RSA en baloncesto	72
1.2.3.2.	High Intensity Interval Training (HIIT)	78
1.2.3.2.1.	Tipos de HIIT	83
1.2.3.2.2.	La inclusión de los cambios de dirección (COD) en el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT)	91
1.2.3.2.3.	HIIT en deportes de equipo	93
1.2.3.2.4.	La utilización de HIIT en baloncesto	98
1.2.3.3.	Small-Sided Games (SSG)	108
1.2.3.3.1.	Tipo de entrenamiento	112
1.2.3.3.2.	Nº de jugadores	113
1.2.3.3.3.	Terreno de juego	115
1.2.3.3.4.	Apoyo verbal	116
1.2.3.3.5.	Contenido técnico-táctico específico y modificación de reglas	117

1.2.3.3.6. Protocolos de SSG en baloncesto	125
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	129
2.1. Justificación	131
2.2. Objetivos e hipótesis	134
3. METODOLOGÍA	137
3.1. Diseño del estudio	139
3.2. Muestra	140
3.2.1. Grupo control (GC)	141
3.2.2. Grupo experimental (GE)	142
3.3. Material	144
3.4. Procedimiento	145
3.4.1. Protocolo de entrenamiento	150
3.4.2. Estudio piloto	154
3.5. Batería de Test	156
3.5.1. Salto en contramovimiento (CMJ)	157
3.5.2. Repetición de sprints (RSA)	158
3.5.3. 30-15 Intermittent Fitness Test (30-15 IFT)	160
3.6. Variables registradas	163
3.7. Análisis estadístico	167
4. RESULTADOS	169
4.1. Análisis descriptivo	171
4.1.1. Análisis descriptivo de la frecuencia cardiaca	173
4.1.2. Análisis descriptivo del rango percibido de esfuerzo	175

4.1.3.	Análisis descriptivo del cuestionario de fatiga	176
4.2.	Comparación de medias entre grupo experimental y grupo control	177
4.2.1.	Comparación de medias, a través de la Prueba de Wilcoxon, de la FC obtenida entre ambos métodos de entrenamiento (HIIT y SSG)	178
4.2.2.	Comparación de medias, a través de la Prueba de Wilcoxon, de los resultados obtenidos en los tests administrados entre el grupo experimental y el grupo control	179
4.2.2.1.	Test 30-15 IFT	180
4.2.2.1.1.	Resultados obtenidos en el Test 30-15 IFT por el grupo control	180
4.2.2.1.2.	Resultados obtenidos en el test 30-15 IFT por el grupo experimental	181
4.2.2.2.	Test CMJ	182
4.2.2.2.1.	Resultados obtenidos en el Test CMJ por el grupo control	182
4.2.2.2.2.	Resultados obtenidos en el Test CMJ por el grupo experimental	184
4.2.2.3.	Test RSA	186
4.2.2.3.1.	Resultados obtenidos en el Test RSA por el grupo control	186
4.2.2.3.2.	Resultados obtenidos en el Test RSA por el grupo experimental	187
5.	DISCUSIÓN	191
5.1.	Cambios observados en la capacidad cardiorrespiratoria	196
5.2.	Cambios observados en la capacidad de repetición de sprints (RSA)	205
5.3.	Cambios observados en la capacidad de salto vertical	212
5.4.	Análisis de los valores de frecuencia cardíaca obtenidos durante el protocolo	217

5.5.	Análisis de la sensación de esfuerzo percibido por los jugadores durante el protocolo	222
6.	CONCLUSIONES	225
6.1	Conclusiones	227
6.2	Limitaciones	228
6.3	Futuras líneas de investigación	230
7	APLICACIONES PRÁCTICAS	233
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	239
9	ANEXOS	280
1.1	ANEXO I: Consentimiento informado	282
1.2	ANEXO II: Consentimiento informado para jugadores menores de edad	283
1.3	ANEXO III: Cuestionario de fatiga	284

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen sobre los estudios realizados sobre la FC en jugadores de baloncesto	9
Tabla 2. Resumen sobre los estudios realizados sobre el VO <sub>2</sub> máx en jugadores de baloncesto	18
Tabla 3. Resumen sobre los estudios realizados sobre los valores de ácido láctico en jugadores de baloncesto	25
Tabla 4. Resumen de los estudios que analizando la capacidad de salto (test CMJ) en jugadores de baloncesto	34
Tabla 5. Resumen de los estudios que analizando la capacidad de RSA en jugadores de baloncesto	38
Tabla 6. Resumen de los estudios que analizan la distancia recorrida durante un partido por jugadores de baloncesto	41
Tabla 7. Resumen de los estudios que analizan la cantidad de movimientos totales durante un partido de los jugadores de baloncesto	43
Tabla 8. Resumen de los estudios que analizan los sprints durante un partido de los jugadores de baloncesto	46
Tabla 9. Resumen de los estudios que analizan los saltos realizados durante un partido por los jugadores de baloncesto	49

Tabla 10. Resumen de los estudios que analizan la intensidad a lo largo de una competición en jugadores de baloncesto	53
Tabla 11. Resumen de los estudios que analizan el entrenamiento tradicional en jugadores de baloncesto	61
Tabla 12. Resumen de los estudios que analizan los entrenamientos a través de RSA en jugadores de baloncesto	76
Tabla 13. Resumen de los estudios que analizan los entrenamientos a través de HIIT	102
Tabla 14. Resumen de los artículos que han estudiado los SSG en baloncesto atendiendo al número de jugadores	119
Tabla 15. Resumen de los artículos que han estudiado intervenciones con SSG en baloncesto	127
Tabla 16. Cuadro resumen de los datos antropométricos de los jugadores pertenecientes al equipo control	142
Tabla 17. Cuadro resumen de los datos antropométricos de los jugadores pertenecientes al equipo experimental	143
Tabla 18. Resumen del protocolo diseñado	153
Tabla 19. Resumen del protocolo diseñado para el estudio piloto	155
Tabla 20. Estadísticos descriptivos de los grupos	172

Tabla 21. FC medias obtenidas en cada método en cada sesión de entrenamiento	174
Tabla 22. Análisis RPE de cada una de las sesiones	175
Tabla 23. Valores medios de las variables del cuestionario de fatiga	177
Tabla 24. Comparación de medias entre el grupo control y el grupo experimental. Diferencias significativas (p) y Delta de Cliff	178
Tabla 25. Diferencias significativas y Delta de Cliff entre las FC obtenidas en HIIT y SSG	179
Tabla 26. Comparativa del máximo nivel alcanzado de la prueba y del VO <sub>2</sub> máx estimado pre y post del grupo control	180
Tabla 27. Comparativa del máximo nivel alcanzado de la prueba y del VO <sub>2</sub> máx estimado pre y post del grupo experimental	182
Tabla 28. Comparación de los datos pre-post de altura y velocidad del grupo control	183
Tabla 29. Comparación de los datos pre-post de altura y velocidad del grupo control sin el dato anómalo	184
Tabla 30. Comparación de los datos pre-post de altura y velocidad del grupo experimental	185
Tabla 31. Comparación de los datos pre-post de altura y velocidad del grupo experimental sin el dato anómalo	186



Tabla 32. Comparación de los datos TT, BT y PD del grupo control	187
Tabla 33. Comparación de los datos TT, BT y PD del grupo experimental	188
Tabla 34. Comparativa entre grupo control y grupo experimental de los test de capacidades físicas	189

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sinopsis de formas y tipos de la resistencia (desde la vía de obtención de energía)	11
Figura 2. Resumen de las capacidades físicas de un jugador de baloncesto	57
Figura 3. Características para el diseño de programas de RSA	68
Figura 4. Ilustración esquemática de las nueve variables que definen una sesión de HIIT (Buchheit y Laursen, 2013a)	81
Figura 5. Esquema sobre las variables a tener en cuenta para el diseño de entrenamientos HIIT	82
Figura 6. Características SIT (MacInnis y Gibala, 2017)	88
Figura 7. Esquema de las variables a tener en cuenta para el diseño de los SSG	111
Figura 8. Esquema de las variables que aumentan la intensidad en los SSG	124
Figura 9. Esquema de las consecuencias del aumento de la intensidad en los SSG	125
Figura 10. Diseño del estudio	140
Figura 11. Flujo de participantes en cada estadio del estudio	144
Figura 12. Gráfico temporal de la intervención	148
Figura 13. Test de RSA	159

Figura 14. Esquema representativo del test 30-15 IFT adaptado a la pista de baloncesto (28 metros) (Haydar y Buchheit, 2009)	162
Figura 15. Esquema del capítulo de resultados	171
Figura 16. Representación de los valores de FC analizados por sesiones	173

## **ABREVIATURAS**

%CV= coeficiente de variación.

30-15 IFT= 30-15 Intermittent Fitness Test.

ACB= primera liga nacional española.

ATP= adenosintrifosfato o trifosfato de adenosina.

BC= baloncesto.

BM= balonmano.

BT= mejor tiempo o “best time”.

BTS= habilidades técnicas individuales propias del baloncesto.

cm= centímetros.

CMJ= salto en contramovimiento o “counter movement jump”.

COD= cambio de dirección.

CONT= formato continuo.

d= delta de Cliff.

D1= 1ª división.

D2= 2ª división.

D3= 3ª división.

Desc.= descanso.

DRB= driblar está permitido.

ES= tamaño del efecto.

EST= estatal.

EXT= exteriores.

FC= frecuencia cardíaca.

FCmáx= frecuencia cardíaca máxima.

FCmáx media= frecuencia cardíaca máxima media.

FC media= frecuencia cardíaca media.

FT= fútbol.

GC= grupo control.

GE= grupo experimental.

HIIT= entrenamiento interválico de alta intensidad o “high intensity interval training”.

HIIT-COD 1= HIIT con 1 cambio de dirección.

HIIT-COD 3= HIIT con 3 cambios de dirección.

HOC= hockey.

IAT= umbral anaeróbico individual.

iEI= índice de resistencia a esfuerzos intermitentes.

IQR= rango intercuartil.

IMC= índice de masa corporal.

INT= internacionales.

INTE= interiores.

INTM: formato intermitente.

IT= entrenamiento intermitente.

kg= kilogramos.

km= kilómetros.

L= litros.

LA= ácido láctico.

m= metros.

$M_e$ = mediana.

MAS= velocidad final YYRTL1.

MICT= entrenamiento continuo de intensidad moderada.

min= minutos.

ml= mililitros.

mmol= milimol.

NAC= nacionales.

NDRB= no permitida la acción de driblar.

O<sub>2</sub>= oxígeno.

PCR= reacción en cadena de la polimerasa.

PD= porcentaje de decremento.

ppm= pulsaciones por minuto.

PPO= porcentaje de la potencia máxima.

RPE= rango de esfuerzo percibido.

RSA= capacidad o habilidad de repetir sprints o “repeated sprint ability”.

RSAT= “running anaerobic sprint test”.

RSE= repeticiones de sprints o “repeated sprint events”.

RSS= secuencias de repetición de sprints o “repeated sprint sequences”.

RST= entrenamiento de repetición de sprints o “repeated sprint training”.

RUG= rugby.

s= segundos.

SSC= ciclo de acortamiento - estiramiento o “stretch-shortning cycle”.

SIT= entrenamiento intermitente de sprints o “speed or sprint interval training”.

SSG= juegos reducidos o “small-sided games”.

T@VO<sub>2</sub>máx= tiempo total en VO<sub>2</sub>máx.

TT= tiempo total.

U18= categoría de edad inferior a 18 años.

U19= categoría de edad inferior a 19 años.

U20= categoría de edad inferior a 20 años.

u.a.= unidades arbitrarias.

VAM= velocidad aeróbica máxima.

VJ= salto vertical.

VIFT= velocidad final del 30-15 Intermittent Fitness Test.

VO<sub>2</sub>máx= consumo máximo de oxígeno relativo.

vVO<sub>2</sub>máx= velocidad mínima requerida para solicitar el VO<sub>2</sub>máx.

YYRTL1= Yo-Yo intermittent recovery test level 1.



# *1. MARCO CONCEPTUAL*



## **1. MARCO CONCEPTUAL**

### **1.1. Características físicas y fisiológicas del baloncesto de competición (actividad competitiva).**

El baloncesto es un deporte colectivo en el que, ante la igualdad técnico-táctica, la condición física es un elemento determinante en la competición (Drinkwater, Pyne y McKenna, 2008; Vaquera, García, Villa y De Paz, 2000), y conocer los requerimientos fisiológicos del baloncesto de competición es esencial para describir, desarrollar y planificar los entrenamientos de los jugadores. Se trata de un deporte de equipo intermitente de alta intensidad, en el que se combinan y repiten acciones de intensidad baja y media y con acciones de muy alta intensidad (Castagna et al., 2008a; Delextrat y Cohen, 2008; Ferioli et al., 2018b; McInnes, Carlson, Jones y McKenna, 1995), que conllevan movimientos multidireccionales como driblar, correr, sprintar e implican continuos cambios de apoyos a diferentes velocidades e intensidades a lo largo de un partido o un entrenamiento (Korkmaz y Karahan, 2012), y por lo tanto, una gran cantidad de aceleraciones y desaceleraciones (Vázquez-Guerrero, Suarez-Arrones, Casamichana y Rodas, 2018; Puente, Abián-Vicén, Areces, López y Del Coso, 2017; Stojanović et al., 2018). Por ello, durante los partidos de baloncesto está presente tanto el metabolismo aeróbico (McInnes et al., 1995; Korkmaz y Karahan, 2012) como el anaeróbico (debido a que las acciones que conllevan el éxito en baloncesto como sprintar, driblar o saltar necesitan de este metabolismo), aunque estas acciones de alta intensidad en un partido sean solamente el 15-16% del tiempo total (Ben Abdelkrim, El Fazaa y El Ati, 2007), por lo que ambos son fuertemente activados y requieren del uso tanto de los sistemas cardiorrespiratorio como neuromuscular (Ferioli et al., 2018b; McInnes et al., 1995; San Román, Calleja-González, Castellano y Casamichana, 2011; Ziv

y Lidor, 2009). Con motivo de este carácter intermitente en los deportes de equipo, y en este caso del baloncesto, muchas discusiones que se expondrán a lo largo de los siguientes capítulos, giran en torno a la cuestión de si durante el juego predominan las capacidades aeróbicas o anaeróbicas.

Los estudios más recientes han demostrado la importancia de mejorar la realización de sprints, así como la capacidad de repetir esfuerzos a alta intensidad, ya que estos aspectos están asociados a un mayor nivel competitivo (Delextrat, Gruet y Bieuzen, 2018; Leite, Coutinho y Sampaio, 2013; Sirotic, Coutts, Knowles y Catterick, 2009; Ziv y Lidor, 2009). Por dicho motivo, los jugadores de baloncesto durante la competición necesitan tener una condición física que les permita poder recorrer el campo atacando o defendiendo con continuos cambios de velocidad y dirección, saltos y aceleraciones. También hay que tener en cuenta a la hora de comprender este deporte la proporción de cambios de dirección, que son indicativos de la cantidad de aceleraciones y desaceleraciones a lo largo de un partido (Ben Abdelkrim et al., 2010a; Castagna et al., 2008a; McInnes et al., 1995). Muchas de estas acciones requieren del sistema anaeróbico, tanto láctico como aláctico (Delextrat y Cohen, 2009; Hoffman, Epstein, Einbinder y Weinstein, 1999).

Debido a la alternancia de esfuerzos de alta intensidad con descansos de muy corta duración, y por lo tanto incompletos, no se suelen observar frecuencias cardíacas (FC) bajas. Se ha comprobado en la mayoría de las publicaciones que las oscilaciones de la FC en jugadores de baloncesto se producen entre 160 y 195 pulsaciones por minuto (ppm), y que corresponden al 70-80% del consumo máximo de oxígeno relativo ( $VO_2$ máx) (McInnes et al., 1995; Janeira y Maia, 1998; Rodríguez-Alonso, Fernández-

García, Pérez-Landaluce y Terrados, 2003; Vaquera et al., 2008). Por ello las mayores frecuencias cardíacas (FCmáx) se registran entre 188 y 195 ppm, mientras que la frecuencia cardíaca media (FC media) son entre 169 y 180 ppm, que representan el 85-90% de FCmáx (Ben Abdelkrim et al., 2010a; McInnes et al., 1995; Montgomery, Pyne y Minahan ,2010; Narazaki, Berg, Stergiou y Chen, 2009; Puente et al., 2017; Schelling y Torres-Ronda, 2013; Vaquera et al., 2008).

Según las posiciones de juego, puede haber diferencias entre los diferentes valores obtenidos entre los jugadores. Las posiciones de los equipos de baloncesto se clasifican en tres: pívots (center), aleros (forward) y base (point guard). Además, se clasifican de acuerdo con el papel específico: base (point guard), escolta (shooting guard), alero bajo (small forward), poste alto (power forward) y pívot (center). Algunos estudios que han analizado la FC por dichas posiciones de juego han observado que los bases suelen ser los que mayores FC presentan, mientras que los aleros los que menos (bases:  $186 \pm 11,7$  y  $163 \pm 14,3$  ppm; pívots:  $177 \pm 7,7$  y  $155 \pm 9,4$  ppm; aleros:  $176 \pm 7,7$  y  $151 \pm 10,3$  ppm de FC máxima y FC media respectivamente), y observándose habitualmente un descenso de FC media a lo largo del partido (Vaquera et al., 2008).

Los valores de ácido láctico postpartido muestran valores muy dispersos, de entre 3,2 y 6,8 mmol/l, y habiéndose recorrido distancias de alrededor de 4 o 5 kilómetros (Ben Abdelkrim et al., 2007; McInnes et al., 1995; Narazaki et al., 2009). También, mediante análisis videográfico se ha demostrado que aproximadamente el 80% de las acciones duran menos de 40 segundos, por lo que se hace relevante el potencial metabólico anaeróbico aláctico y láctico de los jugadores.

Por todo ello, los jugadores necesitan fuerza explosiva (Hoffman, Tenenbaum, Maresh y Kraemer, 1996; Štrumbelj y Erčulj, 2014), agilidad (Ben Abdelkrim, Chaouachi, Chamari, Chtara y Castagna, 2010b; Delextrat y Cohen, 2008; Hoffman et al., 1996), potencia aeróbica (Ben Abdelkrim et al., 2007; McInnes et al., 1995; Narazaki et al., 2009) y potencia anaeróbica (Delextrat y Cohen, 2008; Hoffman et al., 1996; Struzik, Pietraszewski y Zawadzki, 2014).

A continuación, los próximos capítulos se van a centrar en profundizar en algunos de estos temas.

### **1.1.1. Frecuencia cardíaca.**

Existen bastantes publicaciones que han estudiado la frecuencia cardíaca a lo largo de un encuentro de baloncesto. Stojanović et al. (2018) en un artículo de revisión concluyeron que la FC varía entre 132 y 165 ppm durante el tiempo total de un partido, y entre 161 y 186 ppm durante el tiempo de juego real, y dichos valores corresponderían entre el 66,7 y el 89,1% de la FC<sub>máx</sub> de los jugadores en el tiempo total y entre el 81,8 y el 94,6% de la FC<sub>máx</sub> durante el tiempo real del juego. Estos valores están ratificados por trabajos como el de McInnes et al. (1995), que a pesar de ser un trabajo antiguo sentó las bases para las investigaciones actuales, por Vaquera et al. (2008) o Castagna, Impellizzeri, Chaouachi, Ben Abdelkrim y Manzi (2011), o más recientemente descritos por Puente et al. (2017) y por Torres-Ronda, Ric, Llabres-Torres, de Las Heras y Schelling (2016) analizando a jugadores profesionales pertenecientes a la primera liga nacional española (ACB). Aunque valores superiores fueron descritos por Ben Abdelkrim, Castagna, El Fazaa, Tabka y El Ati (2009) o por Ben Abdelkrim et al. (2007). Pero también se han publicado valores dentro de los márgenes citados, aunque inferiores a los ya

nombrados, como en la publicación de Montgomery et al. (2010) o la de Klusemann, Pyne, Hopkins y Drinkwater (2013). De este último estudio hay que destacar la disminución de los valores de FC si se contabiliza la duración completa o la duración del tiempo real de juego.

También hay investigaciones que han intentado aclarar si hay diferencia en la FC en diferentes niveles competitivos, y Ben Abdelkrim, Castagna, El Fazaá y El Ati (2010c) concluyeron que sí.

En cuanto a las investigaciones que han analizado la FC por roles de juego la mayoría confirman que los bases son los que mayores porcentajes obtienen, principalmente debido a las especificaciones y deberes de su puesto de juego de dirección y control del balón (Ben Abdelkrim et al., 2007 y 2009; Hůlka, Cuberek y Bělka, 2013; Vaquera et al., 2008).

En algunos estudios, como el de Ben Abdelkrim et al. (2007) hallaron una reducción significativa en los valores de FC con respecto al último cuarto de juego, o en el caso de Ben Abdelkrim et al. (2009) las describieron entre la primera mitad frente a la segunda mitad ( $176\pm 4$  vs.  $172\pm 4$  ppm), igual que Janeira y Maia (1998).

Analizando por zonas de trabajo, se encuentra la antigua publicación de McInnes et al. (1995), en la que reportaron que un 25% del tiempo de juego los jugadores se encontraban por debajo del 85% de la FC<sub>máx</sub> mientras que un 75% por encima de ella. Datos similares de tiempo fueron descritos por Ben Abdelkrim et al. (2010a) (24,7% y 75,3%, respectivamente), e incluso confirmaron que  $19,3\pm 3,3\%$  del tiempo se encontraban en valores superiores al 95% FC<sub>máx</sub> y el  $56,0\pm 6,3\%$  del tiempo entre el 85 y el 95% FC<sub>máx</sub>. Valores muy semejantes a estos últimos fueron descritos por Narazaki et al. (2009), ya que durante un partido los jugadores trabajan al  $64,7\pm 7,0\%$  VO<sub>2</sub><sub>máx</sub>, y

el 75% de la competición están por encima del 85% FC<sub>máx</sub> y entre el 30 y el 50% por encima del 90% FC<sub>máx</sub>, que es similar a lo hallado por Klusemann et al. (2013). En márgenes iguales se mueve el estudio de Ben Abdelkrim et al. (2010c) con jugadores internacionales (23,1 y 76,9%) y nacionales (30,4 y 69,6%), pero inferiores en estos, por lo que confirman que el nivel competitivo si afecta al tiempo pasado en zonas de alta intensidad de FC.

A continuación, se presenta en la tabla nº 1 las principales investigaciones que han descritos los valores de FC en jugadores adultos de baloncesto, atendiendo al nivel competitivo (Ben Abdelkrim et al., 2010c; Castagna et al., 2011; McInnes et al., 1995; Montgomery et al., 2010; Puente et al., 2017; Torres-Ronda et al., 2016), a los puestos de juego (Ben Abdelkrim et al., 2007 y 2009; Vaquera et al., 2008) y al momento de la toma de datos (Ben Abdelkrim et al., 2009; Narazaki et al., 2009; Klusemann et al., 2013).



Tabla 1. Resumen sobre los estudios realizados sobre la FC en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	FC media
McInnes et al. (1995)	23,5±3,2	89±2,0% FCmáx
Ben Abdelkrim et al. (2007)	Bases= 18,2±0,2 Aleros= 18,2±0,5 Pívots= 18,2±0,5	Bases= 174±4 ppm Aleros= 172±4 ppm Pívots= 169±3 ppm
Vaquera et al. (2008)	27,45±11,55	79,1-84,6% FCmáx Bases= 83,9 % FCmáx (163±14,3 ppm) Aleros= 80,1% FCmáx (151±10,3 ppm) Pívots= 81,5 % (155±9,4 ppm)
Ben Abdelkrim et al. (2009)	18,2±0,5	93±2% FCmáx Bases= 177±4 ppm Aleros= 175±4 ppm Pívots= 173±3 ppm 1ª vs 2ª parte= 176±4 vs 172±4 ppm
Narazaki et al. (2009)	20,8±1,0	1er. cuarto= 164,3±7,9 ppm 2ª cuarto= 170,4±9,1 ppm 3er. cuarto= 170±10,1 ppm 4º cuarto= 171,8±8,7 ppm
Montgomery et al. (2010)	19,1±2,1	162±2 ppm
Ben Abdelkrim et al. (2010c)	Internacionales (INT)= 18,3±0,4 Nacionales (NAC)= 18,2±0,5	INT= 94,4±1,7% FCmáx NAC= 91,8±2,2% FCmáx
Castagna et al. (2011)	18,9±2,3	84,0±9,2% FCmáx
Klusemann et al. (2013)	17,8±0,2	Temporada total= 84,3±1,8% FCmáx Torneo total= 83,9±2,3% FCmáx Temporada real= 67,1±6,6 FCmáx Torneo real= 68,1±5,8% FCmáx
Puente et al. (2017)	25,6±5,2	89,8±4,4% FCmáx
Torres-Ronda et al. (2016)	25,5±4,7	78±4% FCmáx

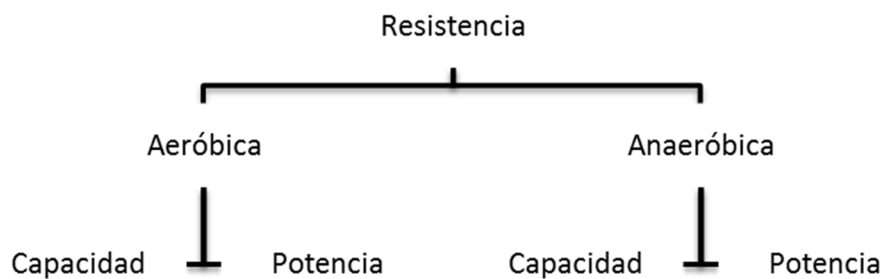
### **1.1.2. Capacidades físicas.**

Las cualidades o capacidades físicas son los componentes básicos de la condición física, por lo que para mejorar el rendimiento deportivo se deben entrenar dichas capacidades. Según Álvarez del Villar (1983) las cualidades o capacidades físicas son los factores que determinan la condición física de un individuo y lo orientan para la realización de una determinada actividad física, posibilitando mediante el entrenamiento que un sujeto desarrolle al máximo su potencial físico, y es posible diferenciar entre las capacidades físicas condicionales (velocidad, fuerza, resistencia y flexibilidad) y las capacidades físicas coordinativas (coordinación, equilibrio y agilidad).

En cuanto a las ya nombradas capacidades, a pesar de que el baloncesto no es propiamente un deporte de resistencia, tener unos altos valores de capacidad cardiopulmonar es importante para que el jugador pueda mantener unos altos niveles de intensidad, tanto en el entrenamiento como durante la competición (Ziv y Lidor, 2009), y debido a dicha importancia este primer capítulo se va a centrar en ella. Existen diferentes definiciones, entre las más utilizadas se encuentran la que la identifica como la capacidad para resistir la fatiga (Harre, 1983) o como la capacidad de realizar un ejercicio de manera eficaz, superando la fatiga que produce (Platonov, 1995). En cambio, Zintl (1991) la entiende como la capacidad de resistir psíquica y físicamente a una carga durante largo tiempo, produciéndose finalmente un cansancio, que conlleva una pérdida de rendimiento, y es insuperable debido a la intensidad y la duración de la misma y/o de recuperarse rápidamente después de esfuerzos físicos y psíquicos.

La resistencia propia del baloncesto se engloba dentro de lo que Zintl (1991) denomina como "Resistencia de Base III". Esta se caracteriza por un cambio irregular de las

intensidades de la carga, ya que supone un cambio continuo entre las situaciones metabólicas anaeróbicas lácticas, alácticas y aeróbicas. Pero, puesto que la resistencia es dependiente de los sistemas de obtención de energía, es importante diferenciar los distintos tipos de resistencia en función de la vía de obtención de energía, y por dicho motivo se va a usar la clasificación de la resistencia en función del metabolismo energético muscular que se utiliza para producir energía (Álvarez del Villar, 1983).



*Figura 1.* Sinopsis de formas y tipos de la resistencia (desde la vía de obtención de energía).

La capacidad es la cantidad total de energía de que se dispone de una vía metabólica, y determina la cantidad de tiempo que un sujeto es capaz de mantener una intensidad de esfuerzo determinado hasta que se agotan las reservas de energía. Mientras que la potencia es la mayor cantidad de energía por unidad de tiempo que puede suministrarse a través de una vía energética (García Manso, 2006).

La fuerza puede ser definida como la generación de esta capacidad o de fuerza de rotación durante una contracción voluntaria bajo un conjunto dado de condiciones, y los parámetros clave incluyen la postura, el movimiento, el tipo de contracción y la velocidad (Newman, Tarpenning y Marino, 2004). Aunque Bompa y Haff (2009) la cita como la capacidad del sistema neuromuscular para producir fuerza contra la resistencia

externa, o como la define González-Badillo (2000) desde el punto de vista deportivo, una manifestación externa (fuerza aplicada) que se hace de la tensión interna generada en el músculo o grupo de músculos en un tiempo determinado.

En cuanto al estudio de la fuerza, según la clasificación de Matveev (1992) se distinguen dos tipos de fuerza, la primera según el tipo de contracción (isométrica e isotónica) y según el tipo de resistencia superada (máxima, resistencia y explosiva). Dado que el baloncesto es un deporte de equipo, en el que se realizan acciones cortas a mucha intensidad, con breves intervalos de recuperación, nos centraremos en la resistencia a la fuerza explosiva.

#### **1.1.2.1. Capacidad aeróbica.**

Se habla de resistencia aeróbica cuando los ejercicios son de intensidad leve o moderada, donde las necesidades de oxígeno ( $O_2$ ) de los músculos para su actividad son abastecidas en su totalidad por el que tomamos a través de la respiración, sin la necesidad de obtenerlo de las reservas del organismo, y por lo tanto no se produce deuda de oxígeno y existe un equilibrio entre el gasto y el aporte, por lo que predomina la vía aeróbica como productora de energía (Zintl, 1991).

A pesar de que el baloncesto no es un deporte propiamente de resistencia, poseer altos valores de ella es importante para que los deportistas puedan mantener un alto nivel competitivo durante el partido, y a lo largo de los entrenamientos (Ziv y Lidor, 2009). La capacidad aeróbica es necesaria para la recuperación de los movimientos o acciones de alta intensidad de los que se caracteriza en baloncesto (Hoffman et al., 1999; Korkmaz y Karahan, 2012; Tomlin y Wenger, 2001). El  $VO_2$ máx es la cantidad de oxígeno que se consume por unidad de tiempo, y medir este parámetro permite la cuantificación del

metabolismo energético aeróbico. Se trata de uno de los mejores indicadores y de los más utilizados (Marinković y Pavlović, 2013; Stojiljković, Radovanović y Savić, 2010), y además Ben Abdelkrim et al. (2010b) determinaron que los buenos jugadores tienen buena resistencia aeróbica intermitente y agilidad.

Altos valores de  $VO_2$ máx permiten mantener mayores intensidades de trabajo antes de que aparezca la fatiga en los deportistas, y, ayudarán a mantener el rendimiento entre y durante las sesiones, además de que mejorará la recuperación (Boone y Bourgois, 2013). Narazaki et al. (2009) expusieron en su trabajo que existía una relación entre el  $VO_2$ máx y el número de acciones realizadas a alta intensidad, y Meckel, Gottlieb y Eliakim (2009) encontraron una relación positiva entre los test de repetición de sprints específicos y el  $VO_2$ máx; aunque, por el contrario, Castagna et al. (2007a) describieron que el  $VO_2$ máx no es predictor de RSA en jóvenes jugadores de baloncesto. A pesar de ello, de acuerdo con los anteriores investigadores Ben Abdelkrim et al. (2010c) y Nazaraki et al. (2009), demostraron que el  $VO_2$ máx estimado estaba positivamente relacionado con el tiempo que los jugadores pasaban en alta intensidad. Ben Abdelkrim et al. (2007), de acuerdo con otros autores (McMahon y Wenger, 1998; Tomlin y Wenger, 2002) confirmaron que el  $VO_2$ máx es un importante determinante de la habilidad de ejercicios de alta intensidad de manera intermitente, por lo que altos valores son un factor importante para los jugadores de baloncesto, además de que Meckel et al. (2009) determinaron que el sistema aeróbico es importante para el mantenimiento de intensidad, principalmente en las etapas finales.

Existe cierta variabilidad en los valores de  $VO_2$ máx en los jugadores de baloncesto. Así por ejemplo se puede observar si comparamos un estudio de Gocentas, Landõr y Andziulis (2004) en el que obtuvieron un valor medio de  $VO_2$ máx de  $45,3 \pm 5,9$

mililitros/kilogramos/min (ml/kg/min) (5,.4% de VO<sub>2</sub>máx) en jugadores senior de alto nivel (23,5±3,98 años); con otro de Apostolidis, Nassis, Bolatoglou y Geladas (2004) en el que hallaron unos valores 51,7±1,3 ml/kg/min de VO<sub>2</sub>máx (77,6±1,9% de VO<sub>2</sub>máx) en jugadores de élite (18,8±0,1 años). Por dichos bajos valores descritos por Gocentas et al. (2004), sugirieron que una mejora de la capacidad aeróbica podría ser beneficiosa para los jugadores de baloncesto, hecho que concuerda con Harrison, Kinugasa, Gill y Kilding (2015), que dictaminaron que en los jugadores jóvenes, un alto nivel aeróbico puede ayudar a optimizar el desarrollo, aumentando la capacidad para resistir y recuperarse de las altas cargas de entrenamiento a nivel fisiológico (Bishop y Spencer, 2004), mejorando la concentración para enfrentarse bajo la presencia de la fatiga a los desafíos técnico-tácticos propios de los entrenamientos (Vänttinen, Blomqvist y Häkkinen, 2010). Por lo que, de acuerdo con estos autores, el desarrollo de la condición aeróbica, principalmente en jóvenes jugadores de equipo, debe considerarse como un punto importante para la planificación de los entrenadores y preparadores físicos. Todos estos resultados sugieren que se requiere una gran utilización del metabolismo aeróbico, debido a que las publicaciones revelan que durante la competición de baloncesto (al igual que en otros deportes de equipo) se realiza una importante fase desarrollada a baja intensidad (Ben Abdelkrim et al., 2009 y 2010a; Leite et al., 2013; Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts y Wisløff, 2009).

El VO<sub>2</sub>máx parece tener un impacto en la capacidad de repetir sprints, ya que los jugadores con un alto VO<sub>2</sub>máx consiguen reducir la disminución de la potencia en los esfuerzos repetidos de sprint por el efecto de la fatiga (Bishop y Wright, 2006; Spencer, Bishop, Dawson y Goodman, 2005), debido a un comienzo posterior de la fatiga y una menor dependencia del metabolismo anaeróbico (Kiefer, 2012). Y, aunque se tratará el

tema en más profundidad en otro capítulo, numerosas investigaciones han dictaminado que trabajar en valores cercanos a  $VO_2$ máx o por encima del 90% de la  $FC$ máx puede estimular la mejora de la capacidad aeróbica (Harrison et al., 2015; Midgley y MacNaughton, 2006).

Korkmaz y Karahan (2012) en una investigación con jugadores de diferentes divisiones turcas, describieron que el nivel competitivo sí afectaba a los valores de  $VO_2$ máx, y que aquellos pertenecientes a las ligas superiores poseían mayores valores, misma conclusión a la que llegaron Ziv y Lidor (2009). Aunque hay publicaciones que dictaminan lo contrario o que describen que no existen diferencias, como Ferioli et al. (2018a) (entre jugadores italianos de 4 diferentes niveles competitivos), Köklü, Alemdaroğlu, Koçak, Erol y Findıkoğlu (2011) (entre las dos primeras divisiones turcas) o Sallet, Perrier, Ferret, Vitelli y Baverel (2005), aunque los autores, en este caso creyeron que fue debido a las diferencias interindividuales, y no porque existiera una relación inversa entre el  $VO_2$ máx y el nivel competitivo.

Ben Abdelkrim et al. (2010b), analizando la capacidad aeróbica a través de Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 (YYRTL1) entre jugadores tunecinos de diferentes edades, obtuvieron valores superiores en los seniors frente a jugadores en categoría de edad inferior a 18 años (U18) y categoría de edad inferior a 20 años (U20), igual que Castagna, Chaouachi, Rampinini, Chamari e Impellizzeri (2009) entre senior y junior. Los autores, analizando los resultados del test, decretaron que la repetición de esfuerzos intermitentes a alta intensidad mejora con el aumento de la edad y con el mayor nivel competitivo, al igual que se ha descrito en otros estudios (Ben Abdelkrim et al., 2010b; Ostojic, Mazic y Dikic, 2006; Sallet et al., 2005).

Castagna et al. (2011) ya especularon, de acuerdo a los resultados de su investigación con jugadores de nivel regional, que los jugadores necesitan al menos 50 ml/kg/min de  $VO_2$ máx para competir en baloncesto. Esta hipótesis se vio ratificada por los valores descritos por otros autores como Boone y Bourgois (2013), Narazaki et al. (2009) al igual que anteriormente ya describieron McInnes et al. (1995) en jugadores profesionales (23,5±3,2 años) (60,7±8,6 ml/kg/min).

Se han relatado diferencias por posiciones de juego en diversos estudios, en parte debido a que cada puesto tiene sus propias características y roles en el juego, y por lo tanto necesidades físicas y fisiológicas diferentes. Los estudios han demostrado que los bases son los que poseen valores más altos de  $VO_2$ máx, mientras que los pívots son los que muestran valores más bajos, y con valores intermedios se encuentran los aleros (Ben Abdelkrim et al., 2010b; Cormery, Marcil y Bouvard, 2008; Marinkovic y Pavlović, 2013; Ostojic et al., 2006). Estos datos son demostrados por publicaciones como la de McInnes et al. (1995) en jugadores profesionales, aunque en este caso no hallaron diferencias significativas entre bases, aleros y pívots (65,5±4,4, 61,8±10,2 y 51,8±6,1 ml/kg/min, respectivamente), al igual que Köklü et al. (2011), también encontraron una diferencia, esta vez sí era significativa, de los bases con respecto a los pívots, pero no frente a aleros. Todo este análisis por roles de juego también está en consonancia con Ferioli et al. (2018a), que concluyeron que los bases son los que mayor capacidad aeróbica poseen o la publicación de Boone y Bourgois (2013), que al igual que en otras investigaciones ya citadas obtuvieron que los bases son los que mayores valores obtuvieron, por encima de aleros (-8,5%) y pívots (-9,8%). Estos resultados también son contrastados en otras publicaciones que han diferenciado entre jugadores exteriores e interiores (Gocentas, Jascaniniene, Poprzącki, Jaszczanin y Juozulynas, 2011), o por el



trabajo de Pojskić, Šeparović, Užičanin, Muratović y Mačković (2015). En dicho trabajo comprobaron que los bases y los aleros tienen más capacidad aeróbica que los pívots y esto les permite realizar recuperaciones más rápidas para poder repetir esfuerzos de alta intensidad a lo largo de todo el campo o recuperaciones más cortas entre las acciones ofensivas y defensivas propias del juego, que son acciones propias de su rol en el juego, mientras que los pívots trabajan más desde la pintura. Los bases poseen valores más altos por su gran habilidad y control del juego y por sus acciones constantes de dribbling, hecho que está de acuerdo con Ben Abdelkrim et al. (2007) quienes en la investigación sobre el time-motion reportaron más acciones técnicas y mayor distancia recorrida por los bases que por los pívots, además de más acciones a alta intensidad.

Tal como se ha descrito, en las investigaciones sobre los valores de  $VO_2$ máx en jugadores de baloncesto se enfocan en función de su edad (Apostolidis et al., 2004; Ben Abdelkrim et al., 2010b; Castagna et al., 2008a, 2009 y 2011; Stojanović, Ostojic, Calleja-González, Milosevic y Mikic, 2012), nivel de competición (Köklü et al., 2011; Korkmaz y Karahan, 2012; Sallet et al., 2005) y puesto de juego (Ben Abdelkrim et al., 2007, 2009 y 2010b; Boone y Bourgois, 2013; Cormery et al., 2008; Gocentas et al., 2011; Köklü et al., 2011; Marinković y Pavlović, 2013; Ostojic et al., 2006; Pojskić et al., 2015; Sallet et al., 2005; Scanlan, Dascombe, Kidcaff, Peucker y Dalbo, 2015b). A continuación, se resume en la tabla nº 2 las investigaciones más significativas.

Tabla 2. Resumen sobre los estudios realizados sobre el VO<sub>2</sub>máx en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	VO <sub>2</sub> máx (ml/kg/min)
<b>Sallet et al. (2005)</b>	PRO A= 24,2±5,0 PRO B= 24,2±4,6 Bases= 23,6±4,3 Aleros= 24,2±5,5 Pívots= 24,5±4,7	PRO A= 53,7±6,7 PRO B= 56,5±7,1 Bases= 57,5±9,2 Aleros= 55,2±6,5 Pívots= 52,9±6,2
<b>Ostojic et al. (2006)</b>	Media= 23,4±3,5 Bases= 25,6±3,2 Alero= 21,4±2,8 Pívots= 23,2±3,2	Media= 49,8±4,9 Bases= 52,5±4,8 Alero= 50,7±2,3 Pívots= 46,3±4,9
<b>Ben Abdelkrim et al. (2007)</b>	Media= 18,2±0,5 Bases= 18,2±0,2 Aleros= 18,2±0,5 Pívots= 18,2±0,5	Media= 52,8±2,4 Bases= 53,8±5,3 Aleros= 53,4±2,3 Pívots= 51,4±2,4
<b>Cormery et al. (2008)</b>	Bases= 25±1,2 Aleros= 25±0,8 Pívots= 25±1,7	Bases= 54,0±1,6 Aleros= 45,5±0,7 Pívots= 41,7±1,1
<b>Castagna et al. (2009)</b>	Senior= 24,5±3,5 Junior= 16,7±1,2	Senior= 60,88±6,26 Junior= 50,33±3,98
<b>Ben Abdelkrim et al. (2009)</b>	18,2±0,5	Bases= 53,8±1,9 Aleros= 53,4±2,3 Pívots= 51,4±2,4
<b>Ben Abdelkrim et al. (2010b)</b>	Senior=25,4±3 U20 y U18= 19,5±4 y 17,5±3 Bases= 21,4±3 Escoltas= 19,5±4 Aleros= 20,4±3 Postes altos = 21,5±3 Pívots= 21,2±4	Senior= 59,88±5,26 U20 y U18= 55,43±4,62 y 50,78±4,38 Bases= 60,64±5,12 Escoltas= 54,75±4,15 Aleros= 55,65±6,24 Postes altos= 55,91±6,02 Pívots= 49,86±3,49

Tabla 2. Resumen sobre los estudios realizados sobre el VO<sub>2</sub>máx en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	VO <sub>2</sub> máx (ml/kg/min)
Castagna et al. (2011)	18,9±2,3	56,6±8,6
Gocentas et al. (2011)	Exteriores (EXT)= 24,13±3,66 Interiores (INTE)= 25,67±3,22	EXT= 52,17±8,661 INTE= 46,23±5,576
Köklü et al. (2011)	D1= 24,0±3,8 D2= 22,7±4,0 Bases= 22,9±3,7 Aleros= 22,5±3,9 Pívots= 23,3±3,9	D1= 42,5±8,6 D2= 44,5±7,0 Bases= 45,4±8,3 Aleros= 43,3±7,2 Pívots= 42,0±8,1
Korkmaz y Karahan (2012)	D1= 24±4,7 D2= 21,6±2,8 D3= 22,1±2,4	D1= 55,6±2,6 D2= 57,2±2,8 D3= 50,5±4,9
Stojanović et al. (2012)	22,2±3,4	51,9±4,1
Marinković y Pavlović (2013)	Bases= 22,4±1,9 Aleros= 22,4±2 Pívots= 23,1±2,5	Bases= 50,6±3,0 Aleros= 48,2±3,1 Pívots= 46,1±2,2
Boone y Bourgois (2013)	26,4±5,3	Bases= 57,4±4,8 Escoltas= 55,3±3,6 Aleros bajos= 52,9±5,6 Aleros altos= 50,4±5,2 Pívots= 50,9±5,2
Pojskić et al. (2015)	Bases= 19,36±3,54 Aleros= 18,21±2,65 Pívots= 19,86±2,98	Bases= 64,36±7,05 Aleros= 62,38±6,08 Pívots= 57,91±7,23
Scanlan et al. (2015b)	EXT= 26,2±7,4 INTE= 26,0±3,9	EXT= 53,4±3,1 INTE= 47,5±4,1

Notas: D1= 1ª división; D2= 2ª división; D3= 3ª división.

Tras revisar las publicaciones científicas acerca del tema, las principales conclusiones son:

1. El consumo de oxígeno de un jugador de elite nunca debería estar por debajo de 50 ml/kg/min.
2. Los valores de consumo de oxígeno se sitúan alrededor de unos 55 ml/kg/min, para los hombres.
3. Existen diferencias entre puestos de juego, de tal manera que los bases poseen mayores valores de consumo de oxígeno en comparación con los pivots.
4. Durante la competición se requiere una gran utilización del metabolismo aeróbico, debido a que se desarrolla una importante fase a baja intensidad.
5. Un alto nivel aeróbico puede ayudar a optimizar el desarrollo, aumentando la capacidad para resistir y recuperarse de las altas cargas de entrenamiento a nivel fisiológico y mejorando la concentración para enfrentarse bajo la presencia de la fatiga a los desafíos técnico-tácticos.
6. Un mayor  $VO_2$ máx ayudará a mantener el rendimiento entre y durante las sesiones, además de que mejorará la capacidad de recuperación.
7. El sistema aeróbico es importante principalmente en las etapas finales del juego.

#### **1.1.2.2. Capacidad anaeróbica láctica y aláctica.**

Ben Abdelkrim et al. (2010a), Torres-Unda et al. (2013) y Štrumbelj y Erčulj (2014) concluyeron que los jugadores de baloncesto deben tener una alta capacidad aeróbica intermitente además de agilidad. Y, de acuerdo con todo lo expuesto, Bogdanis, Ziagos, Anastasiadis y Maridaki (2007) sugirieron que los jugadores pueden y deberían entrenar al sistema de resintetización de adenosintrifosfato o trifosfato de adenosina (ATP) y la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) usando un entrenamiento especializado y

mixto enfocado principalmente en las habilidades fundamentales, pero introduciendo continuas aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección a lo largo de la cancha, y en consonancia a ello, Delextrat y Cohen (2008) sugirieron que los entrenadores deben hacer que el ejercicio dure menos de 30 segundos en las intervenciones de acondicionamiento físico.

Los valores de ácido láctico (LA) pueden ser un indicador aproximado para el conocimiento de las fuentes de energía muscular utilizadas en deportes de equipo, donde se presentan numerosas acciones intermitentes (constantes cambios de acciones ofensivas a defensivas, movimientos que requieren un bajo centro de gravedad, sustituciones ilimitadas, elevadas anotaciones, continuos cambios de dirección, etc.) (Bishop, 2001; Calleja, Lekue, Leibar y Terrados, 2008; McInnes et al., 1995).

La concentración de LA ha sido relatada en la bibliografía con valores muy dispersos, desde 3,7 a 13,2 mmol/l, pero a pesar de ello hay autores, como Ben Abdelkrim et al. (2007), que demostraron que era necesario realizar entrenamientos de tolerancia al ácido láctico en los jugadores de baloncesto para mejorar la capacidad de amortiguación intramuscular. Algunos autores opinan que, debido a una combinación de diversos factores (las pequeñas dimensiones del campo de juego, las continuas aceleraciones rápidas y cortas inherentes al juego, los movimientos propios del deporte como los saltos, y todo ello combinado con el número de pausas durante los tiros libres, tiempos muertos o las sustituciones), la vía de energía predominante durante las fases activas de la competición en el baloncesto viene en gran medida de la vía anaeróbica (Crisafulli et al., 2002; McInnes et al., 1995). Ben Abdelkrim et al. (2007) encontraron una relación entre los valores de LA y la frecuencia de actividades a alta intensidad durante el último

minuto de juego de cada mitad, por lo que señalaron todavía más la importancia en el rendimiento de este factor.

En una de las investigaciones más antiguas pero muy importante (McInnes et al., 1995) se encontraron valores de LA concentrado en sangre de 6,8 mmol/l durante un partido de baloncesto en jugadores profesionales, aunque llegando a alcanzar un valor máximo de 13,2 mmol/l. Valores similares, aunque algo inferiores, fueron reportados por Ben Abdelkrim et al. (2007) y (2010a) analizando a jugadores de élite en una categoría de edad inferior a 19 años (U19). Todavía son inferiores los encontrados por Calleja et al. (2008), Narazaki et al. (2009) o por Castagna et al. (2011) ( $4,2 \pm 1,8$  milimoles/litro - mmol/L-) en jugadores de nivel regional en un 5vs5 de entrenamiento. Una posible explicación de los investigadores sobre estos niveles, por debajo de lo esperado, es debido a la naturaleza de "stop and go" (intensidad intermitente) del baloncesto, que puede limitar la acumulación de LA, ya que se alternan períodos cortos de juego de alta intensidad con acumulación de LA con períodos de juego de baja intensidad, como caminar o incluso estar parados, y durante estos momentos el lactato puede ser transportado y eliminado de la sangre. Este hecho (valores más bajos de lo esperado de acuerdo a la velocidad y FC observada en el juego) está reafirmado por otros investigadores como Calleja, Lekue, Leibar y Terrados (2006), Narazaki et al. (2009), o con lo aportado por otras investigaciones anteriores (Benelli, Ditrollo y Ninfalli, 1998; McInnes et al. 1995). Además, esto coincide con los datos descritos por el time-motion, que indicaron que tan sólo el 34,1% del tiempo de juego son acciones como correr o saltar, mientras que el 65,8% del tiempo los jugadores están parados o caminando (Narazaki et al., 2009). De acuerdo a estos datos parece evidente que existe tiempo para dicha recuperación parcial y la reducción de sus niveles, aunque también existen otras

posibles explicaciones a tener en cuenta, y es que de acuerdo con Calleja et al. (2006), puede ser debido a la edad de la muestra, por la inmadurez del metabolismo anaeróbico glucolítico y una baja actividad enzimática.

En cuanto a los niveles de LA según el nivel competitivo, existen estudios que lo han analizado. Por ejemplo, Ben Abdelkrim et al. (2010c) obtuvieron concentraciones significativamente superiores en jugadores internacionales frente a jugadores de nivel nacional, tanto en LA medio como LA pico, y estos datos están respaldados por las investigaciones que han publicado valores más altos en jugadores de élite (Ben Abdelkrim et al., 2007 y 2010a; Klusemann et al., 2013; McInnes et al., 1995; Narazaki et al., 2009) frente a jugadores de sub-élite (Nazaraki et al., 2009; Scanlan, Dascombe, Reaburn y Dalbo, 2012). En general los autores concluyen que el nivel de competición sí que afecta a los valores de LA, y dichas observaciones están de acuerdo con el aumento de las frecuencias de actividad alcanzadas en jugadores de élite durante el partido de baloncesto (Ben Abdelkrim et al., 2010c).

A pesar de que existe gran disparidad en los valores obtenidos de LA a lo largo de los diversos estudios, muchos coinciden en que existe un descenso entre la primera mitad y la segunda (Ben Abdelkrim et al., 2007, 2010a y 2010c; Matthew y Delextrat, 2009; Rodríguez-Alonso et al., 2003), y que tal y como demostraron Ben Abdelkrim et al. (2007) correspondía con la reducción de la actuación de los jugadores en todas las posiciones de juego, y dedujeron que la disminución en el tiempo en actividad de alta intensidad y el aumento en el tiempo de parones en el 4º cuarto correspondían con una mayor absorción de lactato. Narazaki et al. (2009) también observaron una disminución (12,2%) después del segundo período de juego y luego se mantuvo bastante constante en el resto de los períodos de juego. Una posible explicación es que, como se observó en otros

estudios, los sujetos de este estudio pudieron haber utilizado un tipo de estrategia de estimulación, es decir, haber regulado conscientemente o subconscientemente el ritmo y/o la intensidad de los movimientos para maximizar el rendimiento mientras minimizaban la fatiga (Ansley, Schabert, Gibson, Lambert y Noakes, 2004; Billat et al., 2001; Bishop, Bonetti y Dawson, 2002; Narazaki et al., 2008). Anteriormente, Calleja et al. (2006) habían llegado a la misma conclusión, ya que comprobaron que había diferencias significativas entre las primeras y segundas partes en competición, con valores en esta última parte inferiores.

Así mismo, al igual que pasaba con la FC o el  $VO_2$ máx (asociado principalmente a las funciones específicas de sus roles en el juego colectivo), la mayoría de las publicaciones han observado valores superiores en los bases con respecto a los aleros y pivots (Ben Abdelkrim et al., 2007; Calleja et al., 2006 y 2008; Salinas y Alvero, 2001), ocurriendo lo mismo en el baloncesto profesional femenino (Rodríguez-Alonso et al., 2003) donde los bases obtienen valores superiores de LA frente a aleros y pivots ( $5,7 \pm 2,1$  vs.  $4,2 \pm 2,1$  y  $3,9 \pm 2,0$  mmol/L, respectivamente). Estos datos coinciden con el análisis realizado por Stojanović et al. (2018), en el cual relataron como los bases pasaban un mayor porcentaje del tiempo de juego dedicado a la realización de actividades de alta intensidad con respecto a las otras posiciones de jugadores.

Tal como se ha descrito, en las investigaciones sobre LA en baloncesto se enfocan en función de la edad (McInnes et al., 1995), nivel de competición (Ben Abdelkrim et al., 2010c), momento de la toma (Ben Abdelkrim et al., 2007, 2010a y 2010c; Calleja et al., 2008; Narazaki et al., 2009) y puesto de juego (Ben Abdelkrim et al., 2007; Calleja et al., 2008; Salinas et al., 2001). A continuación, se expone la tabla nº 3 con las investigaciones más significativas.



Tabla 3. Resumen sobre los estudios realizados sobre los valores de ácido láctico en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	ÁCIDO LÁCTICO (mmol/l)
<b>McInnes et al. (1995)</b>	23,5±3,2	6,8
<b>Salinas et al. (2001)</b>	Adultos profesionales	Bases= 5,38±0,69 Aleros= 3,75±0,5 Pívots= 1,99±1,01
<b>Ben Abdelkrim et al. (2007)</b>	18,2±0,5	Mitad= 6,05±1,27 Final= 4,94±1,46 Bases= 6,36±1,24 Pívots= 4,92±1,18
<b>Calleja et al. (2008)</b>	16±0	Mitad= 4,62±1,12 Final= 2,78±0,17 Bases= 4,34±1,02 Aleros= 4,01±1,39 Pívots= 3,6±0,24
<b>Narazaki et al. (2009)</b>	20,8±1,0	1 er. cuarto= 4,1±1,9 2º cuarto= 3,6±1,4 3 er. cuarto= 3,5±1,3 4º cuarto= 3,5±1,3
<b>Ben Abdelkrim et al. (2010a)</b>	18,2±0,5	Máximo= 6,22±1,34 Mitad= 6,18±1,35 Final= 5,3±1,36
<b>Ben Abdelkrim et al. (2010c)</b>	Internacionales (INT)= 18,3±0,4 Nacionales (NAC)= 18,2±0,5	Medio INT= 6,12±1,13 Medio NAC= 5,04±1,14 Máximo INT= 6,63±1,22 Máximo NAC= 5,71±1,17 Mitad INT= 6,60±1,22 Mitad NAC= 5,66±1,19 Final INT= 5,65±1,21 Final NAC= 4,43±1,43

Como conclusiones más importantes de las distintas investigaciones descritas en este capítulo sobre este tema se pueden señalar las siguientes:

1. El baloncesto es un deporte aeróbico-anaeróbico alternado, con fases breves donde se producen acciones máximas.
2. El LA es uno de los factores limitantes de la intensidad del juego.
3. Existe una gran contribución de los sistemas de energía anaeróbica principalmente hacia el final de las mitades, particularmente en la primera mitad.
4. La media de los valores de ácido láctico post-partido suele rondar entre 4 y 5 mmol/l (valores no muy altos), aunque los valores máximos son superiores a éstos, ya que suele haber un descenso a lo largo de la segunda mitad de los partidos.
5. Las fases de descanso (descansos, tiempos muertos, cambios y fases de baja intensidad) permiten el aclaramiento del ácido láctico, reduciendo los valores de los mismos.
6. Conforme avanza el partido toma más importancia el metabolismo aeróbico, con objeto de eliminar el ácido láctico producido. El jugador utiliza este metabolismo como una defensa, y anticipa su utilización regulando su esfuerzo.
7. El análisis por posiciones de juego muestra que los mayores esfuerzos cardíacos y metabólicos fueron de los bases/escoltas en comparación con los aleros y especialmente con los pívots.
8. Existe una necesidad de entrenamiento de tolerancia a ácido-láctico para los jugadores de baloncesto.

**1.1.2.3. Fuerza y resistencia a la fuerza explosiva.**

La resistencia a la fuerza explosiva o fuerza-velocidad se caracteriza porque se genera una alta velocidad de contracción contra una resistencia dada a través del sistema neuromuscular (Generelo y Tierz, 1994; Harre y Hautmann, 1994). Si se reflexiona acerca de las acciones más comunes en este deporte, tales como pases, tiros a canasta o acciones ofensivas y defensivas individuales, se hace evidente que este aspecto es de gran importancia (Bompa y Haff, 2009; Kiefer, 2012).

Tal como ya han demostrado diversos estudios (Ben Abdelkrim et al., 2007 y 2010a; Castagna et al., 2007a; McMahon y Wenger, 1998; Tomlin y Wenger, 2002), la capacidad aeróbica está relacionada y vinculada con la capacidad de repetir sprints (RSA) a alta velocidad y aceleraciones a alta intensidad con breves intervalos de recuperación durante los partidos. La naturaleza propia del baloncesto se caracteriza por un cambio irregular de las intensidades de la carga de trabajo, lo que supone un cambio continuo entre las situaciones metabólicas anaeróbicas lácticas y alácticas con las aeróbicas. Según Ziv y Lidor (2009), además de la habilidad de mantener esfuerzos intermitentes de alta intensidad, es de vital importancia la fuerza y potencia en el tren inferior en los jugadores de alto nivel de baloncesto, y este hecho está en la línea de trabajo de Hoffman et al. (1996), en la que dictaminaron que la potencia de piernas es de vital importancia para las diversas actividades de alta intensidad, tales como los saltos y los sprints. Del mismo modo, Asadi (2016) determinó que la capacidad de sprint, la agilidad y la capacidad de salto se encuentran significativamente relacionadas, con lo que comparten aspectos fisiológicos y biomecánicos.

#### **1.1.2.3.1. Capacidad de salto vertical.**

Ben Abdelkrim et al. (2007), a través de su estudio de time-motion en jóvenes jugadores, confirmaron la gran importancia de los saltos y sprints en la competición ( $44\pm 7$  saltos y  $55\pm 11$  sprints por partido), por lo que se demuestra la importancia de entrenarlos y así mejorar el rendimiento deportivo de los jugadores, hecho con el que está de acuerdo la literatura científica (Cortis et al., 2011; San Román-Quintana, Calleja-González, Casamichana y Castellano, 2012). Por dicho motivo, concluyeron que los resultados del test de salto en contramovimiento o "*counter movement jump*" (CMJ) tienen una gran transferencia al rendimiento en el baloncesto, debido a la gran importancia de determinadas acciones técnicas, tales como: bandejas, tiros en suspensión, entradas a canasta, rebotes, tapones o interceptar pases, y que son uno de los principales factores de éxito en el baloncesto, como indicaron Rojas, Cepero, Oña y Gutiérrez (2000). Y a su vez, Hoffman et al. (1996) señalaron que los componentes de la habilidad anaeróbica, como la altura alcanzada en los saltos, son grandes predictores del tiempo de juego o que algunos factores derivados del salto (altura, potencia, velocidad...) pueden servir como indicadores de rendimiento (Benito y Calderón, 2008), por lo que aumentar la altura del salto vertical (San Román-Quintana et al., 2012) podría favorecer el rendimiento en los jugadores.

Dentro de los estudios que han analizado la capacidad de salto se encuentra el de Balsalobre-Fernández, Tejero-González, del Campo-Vecino, Bachero-Mena y Sánchez-Martínez (2016). En este estudio analizaron las diferencias en CMJ, RSA y la potencia muscular entre jugadores profesionales de baloncesto y jugadores jóvenes de élite ( $24,30\pm 5,5$  y  $15,2\pm 0,4$  años, respectivamente). Para ello usaron un test RSA, específicamente el "*running anaerobic sprint test*" (RSAT), administrando antes y

después un CMJ, y concluyendo que no había diferencias significativas entre grupos en la fatiga del test RAST y la altura alcanzada en el CMJ. Sin embargo, los jugadores profesionales produjeron significativamente más potencia en las variables estudiadas. Su posible explicación es debida a la gran diferencia de peso entre grupos. Y aunque los resultados no fueron estadísticamente significativos, sí hubo un dato digno de mencionar en cuanto a la pérdida de altura en el salto vertical tras el test RAST en los jugadores más jóvenes. Por ello determinaron que los jóvenes se ven más afectados por la acumulación de fatiga a la hora de la repetición de saltos verticales tras una prueba de repetición de sprints, y esto es importante, puesto que se ha declarado como factor determinante del nivel competitivo en el baloncesto (Buchheit, 2010b; Buchheit, Spencer y Ahmaidi, 2010c). Parece ser que es debido a que los jugadores profesionales senior tienen mayores niveles de  $VO_2$ máx, umbral anaeróbico y mejor economía de carrera que los jóvenes (Angius et al., 2012). Estos mismos autores (Balsalobre-Fernández, Nevado-Garrosa, Campo-Vecino y Ganancias-Gómez, 2015a) analizaron como se veía afectado el CMJ tras la misma prueba de RSAT en jóvenes jugadores de baloncesto ( $15\pm 0,4$  años), y se observaron también una pérdida en la altura del  $10,9\pm 9,4\%$ , por lo que dieron más importancia si cabe a la mejora de dicho factor a través del entrenamiento.

En otro estudio Calleja-González, Cámara, Martínez-Santos, Mejuto y Terrados (2015) analizaron el desarrollo de las capacidades físicas de 15 jugadores junior de nivel medio (en categoría de edad inferior a 16 años), con un test de 20 metros de sprint y un test de CMJ a lo largo de 2 años, con 4 medidas a lo largo de cada año. Observaron un incremento en el test del sprint entre la primera y la última medición ( $10,36\pm 1,79$  vs.  $12,50\pm 1,44$  metros/segundos -m/s-, respectivamente), al igual que también

comprobaron un aumento en el test de salto vertical (VJ), por lo que se puede comprobar la evolución de estas dos capacidades en las últimas etapas de crecimiento y formación, y por lo tanto la importancia de su entrenamiento y mejora.

San Román et al. (2011), en cambio analizaron la evolución de la capacidad de VJ a través del test CMJ antes, durante y después de una competición (8 tomas en total) de jugadores internacionales en edad junior, y observaron una disminución del rendimiento entre antes del comienzo de la competición y tras su finalización, observando un descenso en total del  $19,8 \pm 4,8\%$ . Este hecho refuerza la teoría de que la capacidad de salto se ve afectada por la fatiga, ya que se deteriora durante el partido y continúa descendiendo durante el periodo de recuperación. No obstante, este suceso no es exclusivo del baloncesto, ya que también se ha comprobado (5,2%) en otros deportes afines como es el balonmano (Thorlund, Michalsik, Madsen y Aagaard, 2008). Estos valores son similares a los publicados previamente en la literatura específica por Montgomery et al. (2008), Castagna, Impellizzeri, Rampinini, D'Ottavio y Manzi (2008b) y Vaquera et al. (2000), por lo que realizar entrenamientos basados en la resistencia a la fuerza explosiva de las extremidades inferiores, influiría en que los jugadores puedan mantener esta capacidad durante el mayor número de minutos posible.

Además, Shalfawi, Sabba, Kailani, Tønnessen y Enoksen (2011), a través de un trabajo con jugadores profesionales ingleses, relataron que existe una relación significativa entre la altura y el rendimiento en sprints de 10, 20 y 40 metros, al igual que también ha sido descrita por otros autores como McBride, Triplett-McBride, Davie y Newton (2002), aunque en este caso, la mayor relación se encontró con el sprint de 40 metros

(56,3%). Esto puede ser debido a la necesidad de fuerza para el ciclo acortamiento-estiramiento (SSC) cuando el deportista alcanza la velocidad máxima.

En cuanto a la capacidad de VJ atendiendo al nivel competitivo, Köklü et al. (2011) con jugadores de baloncesto pertenecientes a la 1ª y 2ª división turca, determinaron que había una diferencia significativa entre los niveles de competición en la altura alcanzada en el salto, al igual que Delextrat y Cohen (2008), que en una comparación entre jugadores de élite y de nivel medio los resultados revelaron valores más altos en los jugadores de élite (8,8%); siendo estos valores semejantes a los encontrados por Drinkwater, Hopkins, McKenna, Hunt y Pyne (2007) entre jugadores de nivel nacional y estatal, y lo descrito por Korkmaz y Karahan (2012). En esta publicación compararon los valores entre jugadores de la 1ª, 2ª y 3ª división (D1, D2 y D3) turcas, y aunque hallaron valores similares entre los dos niveles competitivos superiores, éstos eran significativamente superiores con respecto a la tercera, por lo que gracias a esta investigación se aprecia como un mayor nivel de competición está asociado a una capacidad de VJ superior, y por lo tanto una potencia muscular mayor, que nos ayudará a reducir el riesgo de lesión, suponiendo una ventaja durante los partidos debido al gran número de saltos que se producen durante la competición (44-46 saltos por partido) (Ben Abelkrim et al., 2007; Korkmaz y Karahan, 2012; McInnes et al., 1995). Del mismo modo, Hoffman et al. (1996) relataron que los jugadores que jugaban más tiempo eran también los que demostraban valores más altos de VJ. De hecho, estos autores señalaron que el rendimiento en el VJ fue encontrado como uno de los predictores del tiempo de juego. No obstante, estos resultados no se encuentran en la línea de trabajo de Ferioli et al. (2018a), que describieron valores similares entre los diferentes niveles competitivos (serie A, A2, B y D), e incluso superiores en el menor nivel competitivo.

En cuanto a la capacidad de salto vertical atendiendo a la edad, Castagna et al. (2009) y Schiltz et al. (2009), demostraron que no había diferencias significativas en los rendimientos isocinéticos y funcionales relativos a los jugadores profesionales de baloncesto con respecto a jugadores junior, incluso estos últimos conseguían marcas superiores, pero los autores hipotetizaron que esto podía ser debido al talento intrínseco de los jugadores o a sus habilidades técnicas, además de que a los jugadores profesionales, la práctica del baloncesto no les representaba un estímulo suficiente para mejorar su capacidad de salto y/o sprint. Estos datos son contrarios a los descritos en la publicación de Ben Abdelkrim et al. (2010b), en la que describieron como los jugadores senior y U20 saltaban significativamente más que los U18.

Al igual que en los otros capítulos, a lo largo de la literatura científica se han descrito diferencias en la capacidad de salto vertical dependiendo de los puestos de los jugadores. En el estudio de Montgomery et al. (2008) comprobaron que, dentro de las posiciones de juego, los pívots son los que mayor capacidad de salto vertical tienen, pero por el contrario, Pojskić et al. (2015) en un estudio con los jugadores bosnios de la primera liga nacional, relataron mayor altura en el salto vertical en los bases con respecto a los pívots, pero no con aleros; al igual que ocurre con otros estudios (Ben Abdelkrim et al., 2010b; Ferioli et al., 2018a; Hoare, 2000; Latin, Berg y Baechle, 1994, Ostojic et al., 2006). Ben Abdelkrim et al. (2010b), así mismo, encontraron que los pívots y los postes altos son los que menos altura alcanzaban, pero sin diferencia en la potencia del salto entre todos los puestos de juego. Esto es debido a que poseen mayor fuerza absoluta, pero debido a su mayor porcentaje de peso y masa corporal la altura del salto se ve afectada, y por lo tanto disminuida.



Tal como se ha descrito, las investigaciones sobre CMJ en el baloncesto se enfocan en diferentes poblaciones: en función de su edad (Asadi, 2016; Balsalobre-Fernández, Tejero-González, Del Campo-Vecino, Bachero-Mena y Sánchez-Martínez, 2014; Ben Abdelkrim et al., 2010b; Calleja-González et al., 2015; Castagna et al., 2009; Schiltz et al., 2009; Stojanović et al., 2012), nivel (pro y amateur) (Drinkwater et al., 2007; Ferioli et al., 2018a; Köklü et al., 2011; Korkmaz y Karahan, 2012), momento de la toma de datos (Balsalobre-Fernández et al., 2015a; San Román et al., 2011; Thorlund et al., 2008; Vaquera et al., 2000) y puesto de juego (Altavilla, D'Isanto y Di Tore, 2018; Ben Abdelkrim et al., 2010b; Boone y Bourgois, 2013; Ferioli et al., 2018a; Hoare, 2000; Montgomery et al., 2008; Ostojic et al., 2006; Pojskić et al., 2015) y los resultados por tanto, en cuanto a la media de altura, son variables, oscilando entre los 40 y 55 centímetros (cm) de altura alcanzada en el CMJ. A continuación, se expone la tabla nº 4 con los datos más significativos.

Tabla 4. Resumen de los estudios que analizando la capacidad de salto (test CMJ) en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	SALTO VERTICAL (cm)
Vaquera et al. (2000)	18-19	Pre= 39,39 Post = 34,8
Hoare (2000)	U16	Bases= 63,6±7,3 Escoltas= 63,0±7,8 Aleros= 59,0±8,3 Postes altos= 58,5±7,3 Pívots= 57,9±8,5
Ostojic et al. (2006)	Bases= 25,6±3,2 Aleros= 21,4±2,8 Pívots= 23,2±3,2	Bases= 59,7±9,6 Aleros= 57,8±6,5 Pívots= 54,9±6,9
Drinkwater et al. (2007)	Nacionales (NAC)= 17,1±1,0 Estatales (EST)= 15,7±0,9	NAC= 62,0±8,4 EST= 59,1±7,3
Thorlund et al. (2008)	22,8±1,5	Pre = 39,23±2,08 Post = 37,19±1,99
Montgomery et al. (2008)	19±2,1	Bases= 61,3±19,9 Aleros= 61,2±7,5 Pívots= 65,3±9,0
Castagna et al. (2009)	Senior= 24,5±3,5 Junior= 16,7±1,2	Senior= 47,04±5,77 Junior= 48,11±10,53
Schiltz et al. (2009)	Profesionales= 28,3±6,3 Junior= 18,9±1,2	Profesionales= 40,5±6,3 Junior= 41,8±1,2
Ben Abdelkrim et al. (2010b)	Senior= 25,4±3 U20=19,5±4 U18= 17,5±3 Bases= 21,4±3 Escoltas= 19,5±4 Aleros= 20,4±3 Postes altos= 21,5±3 Pívots= 21,2±4	Senior= 49,7±5,8 U20=49,1±5,9 U18= 41,4±4,6 Bases= 50,2±5,9 Escoltas= 48,4±5,1 Aleros= 52,5±5 Postes altos= 40,9±3,7 Pívots= 41,6±4,2

Tabla 4. Resumen de los estudios que analizando la capacidad de salto (test CMJ) en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	SALTO VERTICAL (cm)
San Román et al. (2011)	14±0	Pre = 52,7±2,6 Mitad= 42,2±2,4 Post= 49,0 y 42,2
Cortis et al. (2011)	15,7±0,2	Pre= 35,2±5,2 Post= 35,7±5,2
Korkmaz y Karahan (2012)	D1= 24±4,7 D2= 21,6±2,8 D3= 22,1±2,4	D1= 48,2±4 D2= 48,3±3 D3= 45,5±4
Stojanović et al. (2012)	22,2±3,4 años	39,8±5,1
Boone y Bourgois (2013)	26,4±5,3	Bases= 42,7±3,8 Escoltas= 41,3±3,2 Aleros= 42,5±3,8 Postes bajos= 42,4±3,7 Pívots= 36,2±4,1
Balsalobre-Fernández et al. (2014)	24,5±5,8	45,6±5,9
Calleja-González et al. (2015)	14±0	32,57±2,82 + 2 años= 43,14±3,80
Balsalobre-Fernández et al. (2015a)	15±0,5	Pre= 35,1±5,1 Post= 29,8±5,0
Pojškić et al. (2015)	Bases= 19,36±3,54 Aleros= 18,21±2,65 Pívots= 19,86±2,98	Bases= 40,40±5,04 Aleros= 37,62±6,80 Pívots= 36,04±3,80
Asadi (2016)	19,5±08	48,2±7,2
Altavilla et al. (2018)	Bases= 24,4±1,3 Aleros= 23,5±1,2 Postes bajos= 24,5±1,4 Pívots= 24,1±1,1	Bases= 41,8±5,9 Aleros= 42,7±4,7 Postes bajos= 43,8±3,9 Pívots= 44,6±2,1

Tabla 4. Resumen de los estudios que analizando la capacidad de salto (test CMJ) en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	SALTO VERTICAL (cm)
<b>Feroli et al. (2018a)</b>	Serie A= 26,5±5,0	Serie A= 47,8±5,7
	Serie A2= 24,1±4,1	Serie A2= 49,2±4,9
	Serie B= 24,4±5,8	Serie B= 48,0±6,1
	Series D= 21,7±5,3	Series D= 51,8±4,1
	Bases= 24,6±4,7	Bases= 49,2±4,9
	Aleros= 25,4±5,3	Aleros= 48,6±6,0
	Pívots= 25,7±5,7	Pívots= 45,8±6,0

#### 1.1.2.3.2. Capacidad de repetir sprints (RSA).

La capacidad de repetir sprints se refiere a la habilidad de producir repetidamente sprints máximos o casi máximos de corta duración (1 a 7 segundos), intercalados con breves períodos de recuperación, durante un período prolongado de tiempo (60 a 90 minutos) (Bishop, Lawrence y Spencer, 2003). En cuanto a dicha capacidad de repetición de esfuerzos de alta intensidad, Feroli et al. (2018a), a través de un test de 5 minutos corriendo a alta intensidad de manera intermitente, resaltaron la capacidad de los mejores jugadores profesionales para afrontar mejor las demandas fisiológicas de un ejercicio intermitente de alta intensidad.

Analizando la capacidad de repetición de sprints en función de los puestos de juego, en la gran mayoría de las investigaciones se describen mejores resultados para los bases con respecto a aleros, y principalmente con los pívots (Boone y Bourgois, 2013; Caprino, Clarke y Delaxtrat, 2012; Pojskić et al., 2015). Acorde con esas conclusiones, Boone y Bourgois (2013), en un test de sprints (5x10 metros) a jugadores de la primera división belga, obtuvieron los mejores resultados para los bases y escoltas, con diferencias

significativas en relación a los aleros altos y bajos (-2,8%), y obteniendo los peores resultados los pivots (-6,5%). Así mismo, Pojskić et al. (2015) descubrieron que el índice de fatiga fue inferior en bases y aleros con respecto a los pivots, y por lo tanto tienen una mejor capacidad anaeróbica. Estos resultados estarían de acuerdo con otros autores (Ben Abdelkrim et al., 2007; Erčulj et al., 2008; McInnes et al., 1995), que determinaron que los bases pasan más tiempo compitiendo a alta intensidad, poseen una FC ligeramente superior y tienen superiores concentraciones de lactato en sangre. Caprino et al. (2012) también describieron que los bases son los que mejores resultados obtienen en el test RSA, pero también son los que mayores decrementos sufren, coincidiendo con Ben Abdelkrim et al. (2007 y 2010a).

Finalmente, Caprino et al. (2012) evaluaron la capacidad de repetición de sprints antes y después de una competición a través de un test RSA (10 series de 30 metros de sprints con un cambio de dirección de 180° con un descanso de 30 segundos entre repeticiones), comprobando cómo existe un descenso de RSA tras un partido, aunque estos datos son contradictorios a los de Meckel et al. (2009).

A continuación, se expone un resumen de las investigaciones más significativas en la tabla nº 5.

Tabla 5. Resumen de los estudios que analizando la capacidad de RSA en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	RSA (s)
<b>Meckel et al. (2009)</b>	17,0±0,5	TT Pre= 39,7±0,6 TT Mitad= 38,5±0,6 TT Post= 39,0±0,5 BT Pre= 37,8±0,5 BT Mitad= 36,6±0,5 BT Post= 37,1±0,5
<b>Caprino et al. (2012)</b>	16±1	TT Mitad y Post= -2,2 y -2,9% BT Mitad y Post= -2,1 y -2,3%
<b>Boone y Bourgois (2013)</b>	26,4±5,3	Bases= 11,93±0,31 Escoltas= 11,92±0,28 Aleros= 12,25±0,24 Postes altos= 12,29±0,27 Pívots= 12,71±0,29

Notas: TT (tiempo total); BT (mejor tiempo).

Tras revisar la literatura científica sobre el tema en cuestión, se podrían destacar las siguientes conclusiones:

1. Aunque los valores de CMJ varían mucho entre estudios, las medias se sitúan entre 40-55 cm.
2. Dentro de las posiciones de juego, los bases son los que mayor capacidad de salto vertical tienen.
3. La capacidad de salto se ve afectada por la fatiga (sobre todo en jóvenes jugadores).
4. La capacidad aeróbica está relacionada y vinculada con la capacidad de repetir sprints a alta velocidad y aceleraciones a alta intensidad, con breves intervalos de recuperación durante los partidos.

5. La repetición de sprints y/o esfuerzos de alta intensidad se ha declarado como factor determinante del nivel competitivo en deportes de equipo, como el baloncesto.
6. Se deben incluir entrenamientos basados en la resistencia a la fuerza explosiva de las extremidades inferiores, con el fin de que los jugadores puedan mantener esta capacidad durante el mayor número de minutos posible.

### **1.1.3. Time-motion.**

Los requisitos específicos de la competición deben ser investigados con el objetivo de obtener un alto grado de transferencia del entrenamiento a la competición para mejorar el rendimiento deportivo (Kiefer, 2012). Un método útil para investigar las necesidades físicas del deporte es el análisis del tiempo y el movimiento (Time-motion), en el que los distintos modos de movimiento son elegidos subjetivamente u objetivamente y cronometrados a lo largo de la ejecución (Bloomfield, Polman y O'Donoghue, 2004). Hoy en día, el video análisis es uno de los métodos más comunes a la hora de analizar la actuación y evaluar las demandas de actividad de los jugadores masculinos durante la competición en la mayoría de los deportes (Lupo, Tessitore, Minganti y Capranica, 2010; Scanlan, Dascombe y Reaburn, 2011; Sirotic et al., 2009; Spencer et al., 2004) y cuantificar los diferentes factores a analizar, como: biomecánicos, fisiológicos, patrones de movimiento, intensidades en los movimientos y sus duraciones (Kiefer, 2012).

Para intentar tener la mayor homogeneidad posible, todas las publicaciones revisadas y analizadas en el siguiente apartado estarán exclusivamente relacionadas con el análisis de la actividad en jugadores senior, descartándose el análisis de la actividad de jugadores en formación, salvo en contadas excepciones que ayuden a completar la información sobre el tema en cuestión.

#### **1.1.3.1. Distancia recorrida.**

Según Ben Abdelkrim et al. (2010a), los jugadores tunecinos realizan una media de unos  $7,6\pm 0,58$  kilómetros (km) por partido; aunque se observan distancias inferiores descritas por Janeira y Maia (1998), Erčulj et al. (2008), Narazaki et al. (2008) o por Crisafulli et al. (2002) (pero siempre incluyendo movimientos multidireccionales, intensos y de corta duración).

En cuanto a los diferentes niveles de competición, Scanlan et al. (2011) concluyeron que no había diferencias significativas entre los jugadores profesionales y los semiprofesionales. Datos algo inferiores fueron descritos en jugadores semiprofesionales (Scanlan et al., 2015b), pero a pesar de ello, dichas frecuencias ( $127\pm 5,2$  metros por minuto) estarían en consonancia por las descritas anteriormente en jugadores profesionales ( $133,1\pm 1$  metros por minuto) (Scanlan et al., 2011).

Finalmente, en relación a las diferencias entre los distintos puestos de juego, se puede concluir que, de acuerdo a la literatura científica, los jugadores exteriores recorren más distancia que los jugadores interiores (Scanlan et al., 2011 y 2015b).

A continuación, se expone una tabla con las investigaciones más significativas, atendiendo al nivel competitivo (Scanlan et al., 2011), a los puestos de juego (Hůlka et al., 2013; Scanlan et al., 2011 y 2015b) o a la edad (Ben Abdelkrim et al., 2010a; Crisafulli et al., 2002; Erčulj et al., 2008; Narazaki et al., 2008).



Tabla 6. Resumen de los estudios que analizan la distancia recorrida durante un partido por jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	RESULTADOS (km/partido)
Crisafulli et al. (2002)	22±3,99	4,55
Erčulj et al. (2008)	Profesionales	4,404±3,54
Narazaki et al. (2008)	20,4 ± 1,1	4,5-6
Ben Abdelkrim et al. (2010a)	18,2±0,5	7,558±575
Scanlan et al. (2011)	Profesionales= 28,3±4,9 Semiprofesionales= 26,1±5,3	Profesionales EXT= 6,390±48 Profesionales INTE= 6,230±26 Semiprofesionales EXT= 6,369±9,28 Semiprofesionales INTE= 6,034±3,21
Hůlka et al. (2013)	16,88±0,72	Media= 5,880±0,831 Bases= 6,635±2,21 Aleros= 6,16±4,48 Pívots= 5,225±6,59
Scanlan et al. (2015b)	26,1±5,3 Exteriores (EXT)= 26,2±7,4 Interiores (INTE)= 26,0±3,9	Media= 5,100±2,08 EXT= 5,228±4,00 INTE= 4,976±80

### 1.1.3.2. Número de acciones realizadas.

Otro factor analizado durante los análisis de time-motion es la cantidad de movimientos o cambios de acción que realizan los deportistas. Las frecuencias relativas de movimientos van desde 21,2 a 56,9 movimientos por minuto (Caprino et al., 2012; Ferioli et al., 2019; Scanlan et al., 2012), que está de acuerdo con estudios que han relatado que llegan a realizar unos 1000±100 movimientos por partido, es decir, un cambio cada 2 o 3 segundos (Ben Abdelkrim et al., 2007; McInnes et al., 1995). En la misma línea, Klusemann et al. (2013), analizando partidos durante una temporada regular y un torneo

de jugadores de élite junior australianos, determinaron que se realizaban de 24 a 26 movimientos por minuto, en ambos tipos de competiciones, es decir un cambio cada 2 segundos. Similar también a lo descrito por Torres-Ronda et al. (2016), (25,5±4,7 años), en el cual registraron que casi la totalidad de los movimientos eran inferiores a 3 segundos de duración, y registrando 33±7 movimientos por minuto.

Las frecuencias de movimientos también se ven alteradas por los niveles competitivos, ya que cuanto mayor nivel, más cambios de acciones se presentan (Ben Abdelkrim et al., 2010c; Ferioli et al., 2019; Scanlan et al., 2011). Este hecho se encuentra acorde con la publicación de Ben Abdelkrim et al. (2010c), en la que concluyeron que los jugadores internacionales realizan más movimientos a lo largo de un partido que los jugadores de nivel nacional. Estos datos coinciden, aunque con valores inferiores, con Ben Abdelkrim et al. (2007) y Scanlan et al. (2011), con un cambio de movimiento cada segundo aproximadamente. Esta variabilidad puede ser debida, según los autores, a la mayor sensibilidad de la tecnología a los cambios de velocidad. Pero todos estos resultados sugieren que la competición de baloncesto masculino de élite requiere que los jugadores ejerzan una mayor cantidad de energía acelerando y desacelerando para realizar las actividades de los partidos a mayores intensidades, y por lo tanto haya más fluctuaciones en este aspecto. Este hecho estaría en consonancia con el trabajo de Caprino et al. (2012) con jugadores jóvenes de nivel regional (16±1 años), ya que observaron que los deportistas realizaban un cambio de actividad cada dos segundos (2,6±0,4 segundos), y estas frecuencias son inferiores y superiores, respectivamente, a las encontradas por otros autores (Ben Abdelkrim et al., 2007 y 2010a; McInnes et al., 1995). Esto es debido a que los jugadores jóvenes a nivel regional realizan menos movimientos que los jugadores adultos.

Así mismo, hay estudios que han determinado que en esta cuestión no existen diferencias significativas entre cuartos, tanto en hombres como mujeres (Caprino et al., 2012; Matthew y Delextrat, 2009; Scanlan et al., 2012).

Si analizamos por puestos de juego, varios artículos concluyen que los bases realizan un mayor número de movimiento con respecto a aleros y pívots (Ben Abdelkrim et al., 2007; McInnes et al., 1995; Scanlan et al., 2011 y 2012), al igual que también realizan más sprints (McInnes et al., 1995) y movimientos de dribbling (Scanlan et al., 2011).

Tabla 7. Resumen de los estudios que analizan la cantidad de movimientos totales durante un partido de los jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	Nº Movimientos totales
<b>Ben Abdelkrim et al. (2007)</b>	Bases= 18,2±0,2 Aleros= 18,2±0,5 Pívots= 18,2±0,5	Bases= 1103±32 Aleros= 1022±45 Pívots= 1026±27
<b>Ben Abdelkrim et al. (2010c)</b>	Internacionales (INT)= 18,3±0,4 Nacionales (NAC)= 18,2±0,5	INT= 1105±74 NAC= 1004±27
<b>Scanlan et al. (2011)</b>	Profesionales= 28,3±4,9 Semiprofesionales= 26,1±5,3 (Profesionales vs. Semiprofesionales)	EXT = 2733±142 vs 1911±283 INTE= 2749±137 vs 2014±131
<b>Klusemann et al. (2013)</b>	17,8±0,2	Temporada= 809±80 Torneo= 758±106
<b>Feroli et al. (2019)</b>	División I= 27±5 División II= 25±4 División III= 26±6 División IV= 22±5	División I= 642±168 División II= 584±154 División III= 543±186 División IV= 491±198

### **1.1.3.3. Saltos y sprints.**

En este deporte, la capacidad de saltar lo más alto posible y en el momento preciso es una cuestión fundamental en las diversas acciones específicas del juego, como en los rebotes, los tapones, los tiros en suspensión o los mates, y, por lo tanto, se trata de una de las acciones de rendimiento más importantes en el baloncesto. Como ya ha demostrado la bibliografía, la capacidad de repetir sprints y/o saltos verticales nos puede servir como indicador del nivel de los deportistas tanto en jugadores adultos como jóvenes (Balsalobre-Fernández et al., 2015a; Narazaki et al., 2009; San Román et al., 2011).

Algunos estudios han demostrado que el 30% de todas las acciones de juego en jóvenes jugadores son sprints (Ben Abdelkrim et al., 2007 y 2010a), y de muy corta duración, exactamente de 2,1 segundos; mientras que el estudio de Kiefer (2012), que analizaron tanto en entrenamiento como en competición a jugadores de alto nivel tanto masculinos como femeninos, los tiempos de sprints descritos fueron incluso inferiores, de 1,1 a 1,4 segundos.

Ben Abdelkrim et al. (2007) describieron que los jugadores realizan un sprint cada 39 segundos, y teniendo en cuenta que según el análisis de los autores se realiza un movimiento diferente cada dos segundos, demuestra la naturaleza altamente intermitente de este deporte. Valores superiores fueron publicados por Delextrat, Baliqi y Clarke (2013) con una frecuencia relativa de  $2,10 \pm 0,51$  por minuto en jugadores de nivel nacional, y que estaría de acuerdo con lo descrito en la investigación anterior de McInnes et al. (1995). Todavía fue superior la frecuencia hallada por Ferioli et al. (2019) (~6 sprints por minuto). De acuerdo con este tipo de naturaleza de esfuerzos de muy alta intensidad se encuentran más investigaciones, como la de Crisafulli et al. (2002), en

la que observaron que los jugadores realizan alrededor de 100 acciones de alta intensidad de muy corta duración, de entre 2 y 6 segundos, tales como saltar y sprintar, que ocupan alrededor del 34% del tiempo (Narazaki et al., 2009; Padulo et al., 2015a). Datos algo inferiores han sido descritos por Klusemann et al. (2013), pero hay que tener en cuenta que la contabilización fue únicamente a lo largo de 30 minutos.

Ben Abdelkrim et al. (2010c) encontraron diferencias en el número de sprints realizados entre jugadores de nivel internacional y aquellos de nivel nacional, lo que confirma que los jugadores de nivel competitivo superior poseen una mayor habilidad de repetir acciones de una gran intensidad, y recalca la importancia de su entrenamiento, al igual que Ferioli et al. (2019) la describieron entre los jugadores de mayor nivel competitivo y el resto de divisiones analizadas.

En cuanto al análisis según puestos de juego, Ben Abdelkrim et al. (2007) encontraron diferencias significativas de sprints entre bases y aleros sobre los pívots. Estas conclusiones son contrarias a las descritas por Scanlan et al. (2011), que descubrieron un número superior de los jugadores interiores frente a los exteriores. Y en dicha línea, Scanlan et al (2015b), a pesar de no haber encontrado diferencias significativas entre puestos de trabajo en el número de sprints, si describieron una mayor frecuencia en los jugadores interiores frente a los exteriores ( $2,9 \pm 0,32$  vs.  $2,1 \pm 0,5$  sprints por minuto;  $27,4 \pm 3,6$  vs.  $19,5 \pm 5,5$  metros por minuto recorridos, respectivamente), y esto es posiblemente debido a la evolución del juego.

A continuación, se expone en la tabla nº 8 las investigaciones más significativas, atendiendo al nivel competitivo (Ben Abdelkrim et al., 2010c; Ferioli et al., 2019; Scanlan et al., 2011), a los puestos de juego (Ben Abdelkrim et al., 2007; Scanlan et al., 2011 y 2015b) o a la edad (Delextrat et al., 2013; McInnes et al., 1995).

Tabla 8. Resumen de los estudios que analizan los sprints durante un partido de los jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	Sprints por partido
<b>McInnes et al. (1995)</b>	23,5±3,2	105±52
<b>Ben Abdelkrim et al. (2007)</b>	Media= 18,2±0,5 Bases= 18,2±0,2 Aleros= 18,2±0,5 Pívots= 18,2±0,5	Bases= 67±5 Aleros= 56±5 Pívots= 43±4
<b>Ben Abdelkrim et al. (2010c)</b>	Internacionales (INT)= 18,3±0,4 Nacionales (NAC)= 18,2±0,5	INT= 63±17 NAC= 41±22
<b>Scanlan et al. (2011)</b>	Profesionales= 28,3±4,9 Semiprofesionales= 26,1±5,3	Profesionales EXT= 18±7 Profesionales INTE= 24±1 Semiprofesionales EXT= 105±31 Semiprofesionales INTE= 140±14
<b>Klusemann et al. (2013)</b>	17,8±0,2	Temporada= 33±7 Torno= 28±8
<b>Delextrat et al. (2013)</b>	22,8±2,2	71,4±20,1
<b>Scanlan et al. (2015b)</b>	26,1±5,3 Exteriores (EXT)= 26,2±7,4 Interiores (INTE)= 26,0±3,9	Media= 104±12 EXT= 116±8 INTE= 84±20
<b>Feroli et al. (2019)</b>	División I= 27±5 División II= 25±4 División III= 26±6 División IV= 22±5	División I= 24±11 División II= 14±10 División III= 14±15 División IV= 16±16

Según la literatura científica, los jugadores de baloncesto realizan más de 40 saltos verticales por partido, produciéndose como media, uno cada 42 segundos (Balsalobre-Fernández et al., 2015a; Ben Abdelkrim et al., 2007; McInnes et al., 1995). Rojas et al. (2000), estudiando a jugadores profesionales de la ACB, concluyeron que esta acción es la que tiene más influencia sobre el resultado final (41% de los puntos totales). Es decir, que los jugadores están saltando entre el 1,5 y 2,1% del tiempo (Ben Abdelkrim et al., 2007; Narazaki et al., 2009), lo que implica un salto por minuto (Feroli et al., 2019; Scanlan et al., 2015b), tanto en entrenamientos ( $1,11 \pm 0,53$  saltos por minuto) (Svilar, Castellano, Jukić y Casamichana, 2018) como en competición oficial a nivel nacional ( $1,52 \pm 0,38$  saltos por minuto) (Delextrat et al., 2013).

En este caso concreto de los saltos, no se han descrito diferencias atendiendo al nivel de competición (Ben Abdelkrim et al., 2010c; Feroli et al., 2019; Scanlan et al., 2011).

Ben Abdelkrim et al. (2007), en una competición de jugadores de élite, no encontraron diferencias significativas en el número de saltos entre bases, aleros y pívots; aunque estos últimos alcanzaban el mayor número, principalmente debido a la naturaleza de su juego (tapones, rebotes, etc.). Mismas conclusiones que las descritas por Scanlan et al. (2011). Scanlan et al. (2015b) tampoco encontraron diferencias significativas entre jugadores exteriores e interiores, con alrededor de un salto por minuto, pero al igual que en las anteriores publicaciones los interiores tenían una menor frecuencia que los exteriores ( $0,8 \pm 0,1$  vs.  $1,0 \pm 0,1$  saltos por minuto). Finalmente, Svilar et al. (2018), a través de una investigación de los entrenamientos de jugadores profesionales, hallaron que los aleros y pívots realizan más saltos que los bases.

A continuación, se expone la tabla nº 9 con las investigaciones más significativas, atendiendo al nivel competitivo (Ben Abdelkrim et al., 2010c; Ferioli et al., 2019; Scanlan et al., 2011), a los puestos de juego (Ben Abdelkrim et al., 2007; Scanlan et al., 2011 y 2015b; Svilar et al., 2018) o a la edad (Delextrat et al., 2013; McInnes et al., 1995; Narazaki et al., 2009).



Tabla 9. Resumen de los estudios que analizan los saltos realizados durante un partido por los jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	Salto por jugador
McInnes et al. (1995)	23,5±3,2	46 ±12
Ben Abdelkrim et al. (2007)	Media= 18,2±0,5 Bases= 18,2±0,2 Aleros= 18,2±0,5 Pívots= 18,2±0,5	Media= 44 Bases= 41±7 Aleros= 41±7 Pívots= 49±3
Narazaki et al. (2009)	20,8±1,0	17,3±8,4 (20 minutos)
Ben Abdelkrim et al. (2010c)	Internacionales (INT)= 18,3±0,4 Nacionales (NAC)= 18,2±0,5	INT= 42±7 NAC= 45±7
Scanlan et al. (2011)	Profesionales= 28,3±4,9 Semiprofesionales= 26,1±5,3	Profesional INTE= 42±6 Semiprofesional EXT= 41±3 Profesional INTE= 56±2 Semiprofesional INT= 49±3
Delextrat et al. (2013)	22,8±2,2	51,7±14,3
Klusemann et al. (2013)	17,8±0,2	Temporada= 19±6 Torneo= 19±5
Scanlan et al. (2015b)	26,1±5,3 Exteriores (EXT)= 26,2±7,4 Interiores (INTE)= 26,0±3,9	Media= 36±4 EXT= 40±4 INTE= 32±4
Svilar et al. (2018)	Bases= 26,3 ±2,2 Aleros=25,0 ± 4,1 Pívots= 25,8 ± 3,8	Bases= 45,9±18,2 Aleros= 53,7±20,4 Pívots= 49,2±20,4
Feroli et al. (2019)	División I= 27±5 División II= 25±4 División III= 26±6 División IV= 22±5	División I= 27±11 División II= 25±9 División III= 22±11 División IV= 25±14

#### **1.1.3.4. Intensidad de juego.**

Para poder clasificar la intensidad de juego de los jugadores de baloncesto, se van a establecer, en función del porcentaje de FC<sub>máx</sub>, tres niveles distintos: baja intensidad (<75% FC<sub>máx</sub>), intensidad moderada (75-84% FC<sub>máx</sub>) y alta intensidad (85-100% FC<sub>máx</sub>) (Ben Abdelkrim et al., 2010c; Gracia, García, Cañadas e Ibáñez, 2014).

Ben Abdelkrim et al. (2010a), en un estudio de la intensidad en competición, concluyeron que el 77% del tiempo los jugadores lo pasaban realizando actividades a baja intensidad; al igual que se ha reflejado en otros estudios en otros niveles competitivos (Ziv y Lidor, 2009). Tan sólo el 23% del tiempo los jugadores realizaban acciones a alta o moderada intensidad (1743±317 metros); siendo estos resultados muy semejantes a los descritos por McInnes et al. (1995) (10,6% alta intensidad y ~60% a baja intensidad), Puente et al. (2017), Torres-Ronda et al. (2016), y Narazaki et al. (2009), por lo que según los autores se demostraba la importancia del metabolismo aeróbico. Bishop y Wright (2006) determinaron que el ratio de alta, media y baja intensidad era de 1:4:5.

Scanlan et al. (2011) y Ben Abdelkrim et al. (2010c), y más recientemente Ferioli et al. (2019), describieron que los jugadores con mayor nivel competitivo pasan más cantidad del tiempo de juego involucrados en acciones de alta intensidad, por lo que Scanlan et al. (2011) sugirieron que la competición de élite de baloncesto requiere una mayor carga de trabajo intermitente y demandas de intensidad más constante, mientras que en un nivel de competición inferior se exigen mayores cambios de intensidad y actividades (debido a que realizan más sprints los jugadores semiprofesionales), pero intercalados con períodos de descanso más largos, tal como describieron Ferioli et al. (2019).

Varias investigaciones han observado que a lo largo de un partido (principalmente en la segunda parte) se ven disminuidas el tiempo o el número de las acciones a alta intensidad, el ratio trabajo-descanso, la FC y el ácido láctico; considerándose éstos como síntomas de que la fatiga hace aparición en los deportistas durante una competición oficial (Ben Abdelkrim et al., 2007 y 2010a; Caprino et al., 2012; Cortis et al., 2011; Matthew y Delaxtrat, 2009). Esto se puede observar en la publicación de Meckel et al. (2009), en la que comprobaron que en el descanso de un partido es peor el rendimiento en una prueba de RSA que, al comienzo del mismo, a pesar de que al finalizar el partido no describieron diferencias significativas con el comienzo. Del mismo modo, en el trabajo realizado por Ben Abdelkrim et al. (2010a) observaron que en la segunda mitad se veía reducida la distancia recorrida con sprints y la distancia recorrida a alta intensidad, y ello correspondía con un aumento de la distancia recorrida a baja intensidad. Por este motivo, los autores sugirieron que se debe mejorar la capacidad aeróbica, a la par que la agilidad, y principalmente en los jugadores más jóvenes, hecho que también describieron Scanlan et al. (2015a) y Anderson, Milton, y Mercadante (2017).

Este hecho también se aprecia en los diferentes niveles competitivos en el trabajo de Ben Abdelkrim et al. (2010c), ya que en ambos niveles competitivos (nacionales -NAC- e internacionales -INT-) se apreciaba un descenso en las actividades en alta intensidad a lo largo de la competición, pero este era más evidente en los jugadores nacionales. Pero estos resultados son contradictorios a los descritos por Scanlan et al. (2015a), debido a que ellos comprobaron cómo esto sucedía principalmente en los jugadores profesionales, más que en los semiprofesionales. Los autores (Ben Abdelkrim et al., 2010c) atribuyeron este hecho a la superioridad física de los jugadores internacionales,

debido principalmente a que observaron que existía una relación significativa entre el  $VO_2$ máx estimado y el tiempo en actividad de alta intensidad. Además, los jugadores internacionales también dedicaron más tiempo a la recuperación (actividad de baja intensidad), que se ha demostrado que promueve la mejora del rendimiento aumentando la actividad de alta intensidad en los jugadores de baloncesto (Castagna et al., 2008a).

En cuanto a la intensidad de juego teniendo en cuenta las posiciones de los jugadores, Ben Abdelkrim et al. (2007) demostraron que los bases realizan más esfuerzos de alta intensidad, sprints y movimientos multidireccionales que aleros y pívots; coincidiendo con Puente et al. (2017), que obtuvieron que los pívots realizaron menos aceleraciones y deceleraciones que los bases y aleros, o con las conclusiones de otras investigaciones (Caprino et al., 2012; Torres-Ronda et al., 2016).

Además, en el estudio de Ben Abdelkrim et al. (2007) también observaron reducciones en los esfuerzos a alta intensidad entre los cuartos de juego, presente en todos los puestos de juego, pero describiendo diferencias significativas entre bases y aleros con respecto a los pívots en todos los cuartos, y en los aleros con respecto a los pívots en el primer y segundo cuarto.

A continuación se resume todo lo tratado en este apartado en la tabla nº 10, referenciando las investigaciones más significativas, atendiendo al nivel competitivo (Ben Abdelkrim et al., 2010c; Ferioli et al., 2019; Scanlan et al., 2011 y 2015b), a los puestos de juego (Ben Abdelkrim et al., 2007), al momento de la toma de datos (Anderson et al., 2017; Ben Abdelkrim et al., 2010a) o a la edad (Narazaki et al., 2009; Puente et al., 2017; Torres-Ronda et al., 2016).

Tabla 10. Resumen de los estudios que analizan la intensidad a lo largo de una competición en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	RESULTADOS
<b>Ben Abdelkrim et al. (2007)</b>	Media= 18,2±0,5 Bases= 18,2±0,2 Aleros= 18,2±0,5 Pívots= 18,2±0,5	Alta intensidad Bases vs. Aleros vs. Pívots= 5,9% vs. 5,4% vs. 4,5% del tiempo Sprints Bases vs. Aleros vs. Pívots= 9,3 vs. 9,2 vs. 7,9% del tiempo Esfuerzos alta intensidad por cuartos en bases= 19,2, 17,5, 17,5 y 14,3% del tiempo Esfuerzos alta intensidad por cuartos en aleros= 18,0, 17,1, 17,1 y 14,1% del tiempo Esfuerzos alta intensidad por cuartos en pívots= 15,6, 15,0, 16,7 y 13,6% del tiempo
<b>Narazaki et al. (2009)</b>	20,4±1,1	Correr y saltar= 34,1% del tiempo Andar y parados = 56,8% y 9% del tiempo
<b>Ben Abdelkrim et al. (2010c)</b>	18,2±0,5 (Internacionales vs. Nacionales)	Parados= 13,9±2,1% vs. 11,5±2,7% del tiempo Andar= 14,2±1,3 % vs. 13,4±1,4% del tiempo Correr= 10,2±0,8 vs. 11,2 ±1,0% del tiempo Trotar= 11,3±1,6% vs. 12,0±0,9% del tiempo Sprint= 6,0±1,0 vs. 4,9±1,2% del tiempo Salto= 2,0±0,4 vs. 2,1±0,3% del tiempo Alta intensidad NAC= 18,6±0,9, 14,4±1,1, 17,9±1,8 y 13,8±1,5% del tiempo Alta Intensidad INT= 21,8±2,1, 21,0±2,2, 21,1±2,4 y 16,8±2,1% del tiempo

Tabla 10. Resumen de los estudios que analizan la intensidad de competición en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	RESULTADOS
<b>Ben Abdelkrim et al. (2010a)</b>	18,2±0,5	Alta intensidad= 11,54±0,97% del tiempo (1743±317 m) (-16% en 2ª mitad) Moderada intensidad= 11,03±0,87% del tiempo (1619±280 m) Baja intensidad= 14,14±1,02% del tiempo (2477±339 m) (+10% en 2ª mitad) Recuperando= 63,28±2,10 % del tiempo Recuperando 1ª vs. 2ª mitad= 31,2 vs. 32,6% del tiempo Sprints 1ª vs. 2ª mitad = 11±10 vs. 352±97 m (3,5 vs. 2,1% del tiempo)
<b>Scanlan et al. (2011)</b>	Profesionales= 28,3±4,9 Semiprofesionales= 26,1±5,3	Baja intensidad= 30 vs. 42% del tiempo Media intensidad= 53 vs. 68% del tiempo Alta intensidad= 2 vs. 5% del tiempo
<b>Scanlan et al. (2015a)</b>	Profesionales= 28,3±4,9 Semiprofesionales= 26,1±5,3	Profesionales 1ª mitad= 146±16 y 134±10 movimientos/cuarto Profesionales 2ª mitad= 121±13 y 130±11 movimientos/cuarto Semiprofesionales 1ª mitad= 114±7 y 118±12 movimientos/cuarto Semiprofesionales 2ª mitad= 112±22 y 120±13 movimientos/cuarto
<b>Torres-Ronda et al. (2016)</b>	25,5±4,7	Baja intensidad= ~40% del tiempo Moderada intensidad= ~20% del tiempo Alta intensidad= ~10% del tiempo Recuperando= ~35% del tiempo

Tabla 10. Resumen de los estudios que analizan la intensidad de competición en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	RESULTADOS
<b>Puente et al. (2017)</b>	25,6±5,2	Baja intensidad= 44±7 y 37±5% del tiempo Media intensidad= 15% del tiempo Alta intensidad (>18km/h)= 3±3% del tiempo
<b>Anderson et al. (2017)</b>	25,91±6,37	Intensidad 4 (61-80% de la velocidad máxima) en 1 er. cuarto= 22,44±6,21 m/min Intensidad 4 en 2º cuarto= 19,42±7,93 m/min Intensidad 4 en 3 er. cuarto= 20,16±8,45 m/min Intensidad 4 en 4º cuarto= 19,53±7,24 m/min
<b>Feroli et al. (2019)</b>	División I= 27±5 División II= 25±4 División III= 26±6 División IV= 22±5	Correr= 5,4 vs. 3,7 vs. 4,5 vs. 3,9% del tiempo Sprint= 2,9 vs. 1,6 vs. 1,7 vs. 1,9% del tiempo Saltar= 1,8 vs. 1,5 vs. 1,3 vs. 1,6% del tiempo Baja intensidad= 33,9 vs. 38,2 vs. 39,9 vs 45% del tiempo

Tras esta revisión de las publicaciones sobre el time-motion en jugadores de baloncesto, las principales conclusiones son:

1. Los jugadores recorren entre 5-6 kilómetros durante un partido.
2. Los jugadores pasan entre el 50-72% del tiempo en acciones de baja intensidad, entre el 17-43% en media intensidad, y tan sólo entre el 6-20% en alta intensidad.
3. El baloncesto tiene una naturaleza altamente intermitente debido al elevado número de cambios de acciones, saltos y sprints (y por lo tanto, numerosas aceleraciones y desaceleraciones).
4. De media los jugadores de baloncesto realizan unos 40 saltos por partido y un sprint cada medio minuto.
5. No existen diferencias significativas en el número de saltos entre los diferentes puestos de juego.
6. Estos datos sugieren que la competición de elite de baloncesto requiere una mayor carga de trabajo intermitente y demandas de actividad más sostenidas.



# CAPACIDADES FÍSICAS DE LOS JUGADORES

CAPACIDAD AERÓBICA:	CAPACIDAD ANAERÓBICA:	RESISTENCIA A LA FUERZA EXLOSIVA:	TIME-MOTION:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>VO_2max = 55ml/kg/min</math></li> <li>• Bases &gt; pivots</li> <li>• Importante para eliminar ácido láctico</li> <li>• Importante para mantener la intensidad (sobretudo en las partes finales)</li> <li>• La capacidad aeróbica está relacionada con la capacidad de repetir sprints (RSA) a alta velocidad y aceleraciones a alta intensidad con breves intervalos de recuperación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido láctico medio= 4-5 mmol/L</li> <li>• Bases y escoltas &gt; aleros y pivots</li> <li>• Necesario entrenar la tolerancia al LA para mejorar la capacidad de amortiguación muscular, eliminar el LA producido, mantener la intensidad de trabajo y mejorar la capacidad de recuperación</li> <li>• Importante al final de las mitades de los partidos (2º y 4º cuarto)</li> <li>• En las fases de descanso se aclara el ácido láctico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valores medios de CMJ= 40-55 cm</li> <li>• Los pivots tienen la mayor capacidad de salto, pero los que menos capacidades fisiológica</li> <li>• La capacidad de salto se ve afectada por la fatiga</li> <li>• Importante el entrenamiento para mejorar la resistencia a la fuerza explosiva en tren inferior</li> <li>• La repetición de esfuerzos de alta intensidad es un factor determinante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recorren unos 5 km/partido</li> <li>• 50-70% acciones a baja intensidad, 17-40% acciones de intensidad media y 6-20% acciones de alta intensidad</li> <li>• <math>FC_{máx} = 188-195 ppm</math></li> <li>• <math>FC_{media} = 169-180 ppm</math> (85-95% <math>FC_{máx}</math>)</li> <li>• 40 saltos/partido</li> <li>• Un sprint cada 39 segundos</li> <li>• Durante las segundas mitades hay un descenso de la velocidad e intensidad</li> <li>• Aleros &gt; pivots en velocidad máxima</li> </ul>

Figura 2. Resumen de las capacidades físicas de un jugador de baloncesto.

## **1.2. Tipos de entrenamiento.**

### **1.2.1. Definición conceptual del tipo de entrenamientos.**

A lo largo de los años se han redactado diversas definiciones sobre el entrenamiento deportivo, entre las que destaca la que lo describe como un “proceso basado en los principios científicos, especialmente pedagógicos, del perfeccionamiento deportivo, que tiene como objetivo conducir a los deportistas hasta lograr máximos rendimientos en un deporte o disciplina deportiva, actuando planificada y sistemáticamente sobre la capacidad de rendimiento y la disposición para este” (Harre, 1983).

A continuación, siguiendo la clasificación planteada por Stone y Kilding (2009), se va a hablar de aquellos entrenamientos que se indican para la mejora de las capacidades aeróbicas y anaeróbicas, ya que los jugadores de deportes de equipo, deben poseer una buena capacidad aeróbica para generar y mantener la energía suficiente para repetir un gran número de veces los esfuerzos de alta intensidad y recuperarse de ellos, y por lo tanto, aumentar el  $VO_2$ máx para mejorar el metabolismo aeróbico y acelerar la recuperación del metabolismo anaeróbico y desplazar el umbral láctico.

### **1.2.2. Entrenamiento tradicional.**

Se entenderá por entrenamiento tradicional aquel entrenamiento continuo o intermitente con mínimos cambios de dirección y sin componentes de habilidades incluidos en él. Este se basa en 3 variables: la intensidad del trabajo y la duración del intervalo, la recuperación y su duración, y la duración total de trabajo (Stone y Kilding, 2009). Estas variables se modifican para adaptar la intensidad y el tipo de entrenamiento. Las intensidades pueden variar desde el 85% al 130% de la potencia de la velocidad asociada al  $VO_2$ máx.

Está demostrado que el entrenamiento tradicional incrementa la capacidad aeróbica con un periodo de entrenamiento de entre 4 y 10 semanas, y además consigue mejorar el rendimiento deportivo (Stone y Kilding, 2009). Normalmente dentro de este tipo de entrenamiento deportivo en los deportes de equipo se suelen incluir varios aspectos: fuerza, potencia, velocidad y capacidad aeróbica (Hoffman et al., 1996).

Balabinis, Psarakis, Moukas, Vassiliou y Behrakis (2003) estudiaron los efectos de diversos entrenamientos en 4 grupos de jóvenes: un entrenamiento de fuerza, otro de resistencia, otro combinado de fuerza y resistencia y otro como grupo control. Tras el protocolo llegaron a la conclusión de que el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia era más efectivo a la hora de mejorar el rendimiento deportivo, ya que obtuvieron mejores resultados en la mejora de  $VO_2$ máx, salto y capacidad anaeróbica.

En cambio, Bogdanis et al. (2007) compararon los efectos del entrenamiento en dos grupos, un grupo estaba especializado y solo entrenaba en pista, y un grupo mixto, que además incluía entrenamiento de resistencia. Los investigadores encontraron mejoras en la capacidad aeróbica y en las habilidades técnicas individuales propias del baloncesto (BTS), tales como velocidad de tiro, pases, dribbling y movimiento defensivo. Estos resultados indican que un programa de entrenamiento llevado a cabo exclusivamente en la cancha, fue tan eficaz como el mixto en términos de mejora de la capacidad aeróbica y anaeróbica. Por otra parte, la disminución del tiempo total de entrenamiento en la cancha en el grupo mixto, dió lugar a una tendencia de mejora inferior en las capacidades técnicas de baloncesto, por lo que podría ser útil para revertir los efectos del desentrenamiento producido en los períodos de descanso. En otro estudio (Laplaud, Hug y Menier, 2004) también llegaron a conclusiones similares con un

aumento del  $VO_2$ máx y un descenso de la FC media en reposo, al igual que Tavino, Bowers y Archer (1995). En referencia a este tema, Stone y Kilding (2009) concluyeron que este hecho puede ser debido porque el conjunto de entrenadores, en los deportes de equipo, durante la temporada competitiva priorizan los entrenamientos focalizados en mejorar la capacidad anaeróbica, probablemente debido a que las actividades de alta intensidad están asociadas con importantes situaciones ganadoras en las competiciones, como anotar en baloncesto o meter goles en fútbol. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, sin un entrenamiento adecuado del componente aeróbico, muy posiblemente va a verse influida de manera negativa la capacidad de repetir esfuerzos de alta intensidad y de recuperarse de ellos, por lo que no hacer hincapié durante la época de competición, probablemente no será lo más adecuado para conseguir optimizar el estado de forma de los deportistas.

A continuación, se expone en la tabla nº 11 las investigaciones más significativas sobre el tema.

Tabla 11. Resumen de los estudios que analizan el entrenamiento tradicional en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	MOMENTO TEMPORADA	DURACIÓN	SESIONES SEMANALES	TIPO ENTRENAMIENTO	CONCLUSIONES
Tavino et al. (1995)	18 a 22	Previa y durante	6 meses	1 a 5 sesiones	Entrenamiento aeróbico y anaeróbico (pesas y "scrimmages")	VO <sub>2</sub> máx >5%
Balabinis et al. (2003)	22,6±0,8		7 semanas	4 sesiones	Fuerza (2x15 rep, 2' desc. entre series) + Resistencia (2-10 repeticiones de 30-1000m, con intervalos de 30-60" al 85-90% FCmáx)	VO <sub>2</sub> máx >13%, salto vertical y cap. amaeróbica (6,2%) VO <sub>2</sub> máx
Laplaud et al. (2004)	24,0±4,0	Previa y durante	4,7±0,7 meses	7 a 19 h	Velocidad, técnica, situaciones simuladas de partido y resistencia	VO <sub>2</sub> máx= +6% FC reposo= -18%
Bogdanis et al. (2007)	14,7±0,5	Fuera temporada	4 semanas	5 sesiones	Técnica, situaciones simuladas de partido 5vs5 en media y pista entera, fuerza y circuito de potencia	VO <sub>2</sub> máx= +5% BTS= +17-27%

Notas: BTS= Habilidades técnicas individuales propias del baloncesto; desc.= descanso.

Como conclusiones más importantes relacionadas con el uso del entrenamiento tradicional en deportes de equipo, podemos establecer las siguientes:

1. Se trata de un entrenamiento continuo o intermitente con mínimos cambios de dirección y sin componentes de habilidades incluidos en él.
2. Se basa en la modificación de 3 variables: la intensidad del trabajo y la duración del intervalo, la recuperación y su duración, y la duración total de trabajo.
3. Un entrenamiento combinado de fuerza y resistencia es más efectivo para mejorar en rendimiento deportivo.
4. Aunque en la pretemporada a través del entrenamiento clásico se aumente la capacidad aeróbica en los deportes de equipo, a lo largo de la temporada se ve reducida, por lo que se debe seguir trabajando para no disminuir el rendimiento.
5. Se pueden producir mejoras entorno al 5% en  $VO_2$ máx (Bogdanis et al., 2007; Laplaud et al., 2004; Tavino et al., 1995).

### **1.2.3. Entrenamiento específico.**

Para que un entrenador sea capaz de entrenar de manera específica, es prioritario que comprenda tanto los contenidos físicos y fisiológicos como los técnicos y tácticos específicos de su deporte (Smith, 2003), ya que es esencial comprender las demandas competitivas para diseñar y planificar los entrenamientos. Esto deriva en el principio de especificidad en el entrenamiento, por lo que los modelos de entrenamiento de baloncesto deben basarse en los determinantes fisiológicos de la competición para poder preparar a los jugadores a responder adecuadamente a estos requisitos (Balciunas, Stonkus, Abrantes y Sampaio, 2006; Kiefer, 2012).

Por todo ello, este tipo de entrenamientos de acondicionamiento físico incorporan movimientos específicos y habilidades técnico-tácticas, y dentro de ellos se incluyen los juegos reducidos o “small-sided games” (SSG), los circuitos de habilidades, el entrenamiento interválico de alta intensidad o “high intensity interval training” (HIIT), y los entrenamientos de repetición de sprints o “repeated sprint ability” (RSA). La necesidad de utilizar este método como medio para la mejora del rendimiento deportivo de los jugadores, responde a la idea de que “el entrenamiento debe estar cargado de elementos que tengan sentido y signifiquen algo en la competición, sin abusar en ningún momento, de una práctica descontextualizada y desconectada de las situaciones reales de juego” (Sánchez y Ruiz, 1997). Ya ha habido estudios (Buchheit et al., 2009b; Dellal et al., 2008; Laplaud et al., 2004) que han demostrado que este tipo de entrenamientos provocan mejoras en la capacidad aeróbica, a la vez que mejoran las habilidades deportivas, y por lo tanto el rendimiento deportivo. Aunque se necesitan todavía más estudios con respecto a este campo, ya existen publicaciones que han analizado los resultados conseguidos a través de HIIT y SSG, con resultados en ambos métodos con mejoras del  $VO_2$ máx, tanto en fútbol (Dellal et al., 2008; Faude, Steffen, Kellmann y Meyer, 2014; Hill-Haas, Coutts, Rowsell y Dawson, 2009) como en balonmano (Buchheit et al., 2009b). En el baloncesto son más escasas, por lo que en determinados momentos estos capítulos se apoyarán de trabajos en otros deportes.

### **1.2.3.1. Repeted Sprint Ability (RSA).**

RSA se puede definir tanto como la capacidad de producir el mejor rendimiento en un promedio dentro de una serie de sprints separados por pequeños períodos de recuperación (Bishop y Edge, 2006), como realizar sprints repetidos con una

recuperación mínima (Stojanović et al., 2012) o como la capacidad de mantener el rendimiento de sprints sin cambios durante el tiempo (Castagna et al., 2008a). Como puntualizaron Girard, Méndez-Villanueva y Bishop (2011), se estaría hablando de trabajos iguales o inferiores a 10 segundos y recuperaciones normalmente inferiores o iguales a 60 segundos, ya que si fueran superiores (entre 60 y 300 segundos) se tratarían de un entrenamiento intermitente de sprints o “sprint interval training” (SIT), una forma de entrenamiento dentro de las variantes de HIIT. La pequeña duración de las recuperaciones repercute en la capacidad de reabastecer rápidamente las reservas de energía de los músculos que trabajan durante el descanso (Girard et al., 2011), por lo que durante los entrenamientos de RSA aparece una fatiga y aparece un decremento en el rendimiento.

En cuanto a este método de trabajo (RSA), hay autores como Buchheit y Laursen (2013a) que lo conciben como una variante de HIIT, pero dada su naturaleza específica se ha decidido crear un capítulo aparte, éste, en el que tratarlo más exhaustivamente.

Concretamente, el RSA se basa en la repetición de 2 o más “all-out” sprint (sprints máximos) con duraciones inferiores o iguales a 10 segundos intercalados con breves descansos (inferiores a 60 segundos) (Buchheit y Laursen, 2013a; Girard et al., 2011), y durante el cual, el  $VO_2$ máx se mantiene entre un 10 y un 40% de la duración total del entrenamiento. Habitualmente este método se repite 2 o 3 veces por sesión, por lo que cada jugador pasará entre 2 y 3 minutos en su  $VO_2$ máx, y para que el estímulo sea suficiente, cada esfuerzo debe durar al menos 4 segundos, y los descansos deben ser inferiores a 20 segundos y activos (Buchheit y Laursen, 2013a). Además, puede ser interesante introducir saltos o cambios de dirección (COD) con el objetivo de aumentar



la intensidad del ejercicio, y no tener que aumentar la distancia del sprint (Buchheit y Laursen, 2013a). Para optimizar estos entrenamientos, Buchheit y Laursen (2013b) recomiendan sesiones con intervalos de trabajo superiores a 4 segundos (al menos 30 metros o 2 series de 15 metros) a intensidad máxima "all-out", intercalados con descansos inferiores a 20 segundos (55% de la velocidad mínima requerida para solicitar el  $\text{VO}_2\text{máx}$  - $\text{vVO}_2\text{máx}$ -; o 40% de la velocidad final del 30-15 Intermittent Fitness Test -VIFT-), repetidos durante 2 o 3 series de al menos 6 sprints, con un descanso entre series superior o igual a 6 minutos realizado de manera activa (60-70%  $\text{vVO}_2\text{máx}$ ). Los valores de lactato al acabar el entrenamiento de RSA pueden variar desde 6 hasta los 18 mmol/L (Buchheit y Laursen, 2013b). Esta gran oscilación es debida a que, manipulando la distancia del sprint o su duración, o la intensidad y la duración de la recuperación, tienen un gran impacto en la contribución del sistema anaeróbico glucolítico al ejercicio.

Este tipo de formato (junto con los HIIT de intervalos cortos) son muy utilizados en deportes de equipo (Bishop, Girard y Méndez-Villanueva, 2011; Buchheit y Laursen, 2013b; Girard et al., 2011), y puede verse afectada por factores como la edad, la fuerza explosiva en tren inferior y la capacidad de resistencia interválica (Te Wierike et al., 2013). Este tipo de entrenamiento es muy utilizado tanto para evaluar como para entrenar jugadores de deportes de equipo (Attene et al., 2015; Bishop et al., 2011; Buchheit, Haydar y Ahmaidi, 2012).

Bishop et al. (2011), en una revisión sobre la literatura científica relacionada con este tema de investigación, apuntaron que RSA es la capacidad de realizar a la mayor potencia y velocidad posible una serie de sprints inferiores a 10 segundos, por lo que algunas investigaciones apoyan la hipótesis de que mejorando la capacidad aeróbica

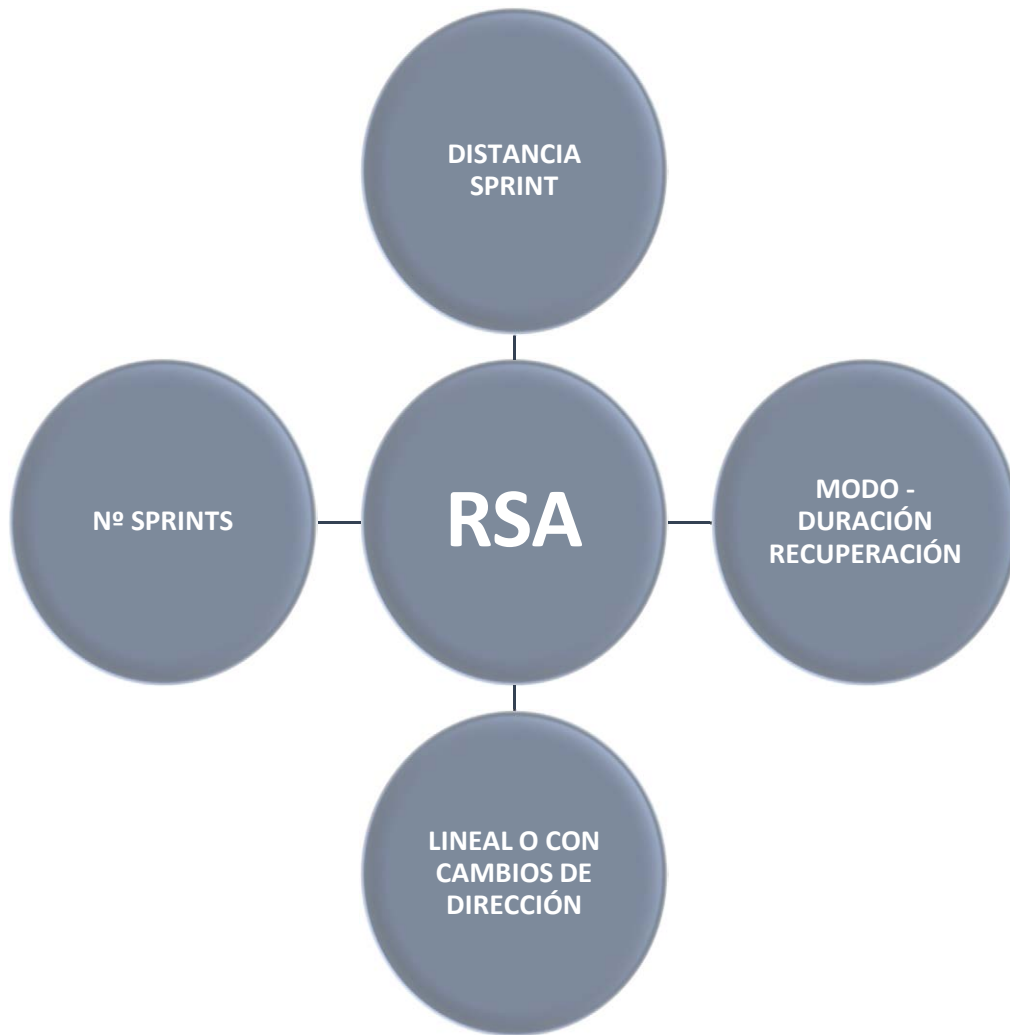
debería mejorar el rendimiento durante las repeticiones de sprints (“Repeated Sprint Events” o RSE) (Girard et al., 2011). Sin embargo, no todas las investigaciones han llegado a la misma conclusión, como ocurre con Castagna et al. (2007a), quienes en un estudio en jóvenes jugadores de baloncesto ( $16,8 \pm 1,2$  años) no encontraron ninguna relación estadística significativa entre la capacidad aeróbica y los valores de RSA, al igual que Stojanović et al. (2012) o Castagna et al. (2008a). No obstante, Gantois et al. (2017) describieron la importancia del metabolismo anaeróbico en los sprints iniciales en los test o esfuerzos de RSA, mientras que conforme se van repitiendo cobra más importancia el metabolismo aeróbico, apareciendo una reducción del rendimiento a partir del segundo sprint que se mantiene a lo largo del resto, resultando en un empeoramiento del 5,27%. Por lo que se podría concluir que, el entrenamiento habitual para mejorar el  $VO_2$ máx puede no ser específico, y por lo tanto no el más útil para mejorar RSA, pero que el  $VO_2$ máx probablemente aumentará junto con el RSA (Bishop et al., 2011; Hoffmann, Reed, Leiting, Chiang y Stone, 2014). Y aunque no es concluyente, se podría decir que un entrenamiento a través de esfuerzos intermitentes casi máximos (al 80-90%  $VO_2$ máx) con periodos de descanso más cortos que el periodo de trabajo (mayor ratio trabajo-descanso) puede mejorar la recuperación de RSE, mejorando así la capacidad aeróbica (Bishop et al., 2011; Hoffmann et al., 2014).

Por todo ello, en relación al entrenamiento a través de RSA se ha demostrado que puede mejorar la capacidad aeróbica entre un 5% y un 10%, aproximadamente (Attene et al., 2015; Bravo et al., 2008; Edge, Bishop, Goodman y Dawson, 2005; Stojanović et al., 2012; Thébault, Léger y Passelergue, 2011), el rendimiento en sprints (Attene et al., 2015; Bravo et al., 2008; Buchheit, Méndez-Villanueva, Delhomel, Brughelli y Ahmaidi, 2010b) y la capacidad anaeróbica (Bishop et al., 2011), por lo que ratifica el potencial de

este tipo de entrenamientos. Además, cobra más importancia por la similitud con las demandas del juego, ya que este tipo de ejercicios promueven unas respuestas metabólicas similares a las que ocurren durante los partidos (Bravo et al., 2008). Estos resultados coinciden con los encontrados por Taylor, Macpherson, Spears y Weston (2015) a través de su meta-análisis, ya que concluyeron que un programa de entrenamiento de RSA puede mejorar no únicamente los resultados de un test de RSA, sino también las pruebas de 10, 20 y 30 metros, el CMJ y los test de entrenamiento intermitente de intensidad corriendo (debido a que induce mejoras en la energía, la velocidad, la capacidad de repetir sprints y en la resistencia), y puede tener relevancia para el entrenamiento en deportes de equipo, sobre todo en individuos entrenados.

No obstante, aún se necesitan más investigaciones al respecto, ya que hay una gran variedad en los protocolos utilizados (desde 5 metros hasta 80 metros de distancia, desde 1 a 6 entrenamientos a la semana o ratios trabajo-descanso de 1-2 hasta 1-10).

A la hora de tener que diseñar un protocolo de RSA, hay que tener en cuenta diversos factores: la distancia de los sprints (entre 15 y 35 metros), el número de sprints (entre 3 y 12 series), la dirección de los sprints (lineales o con cambio de dirección) y el modo y el tiempo de recuperación (activa o pasiva entre 15 y 25 segundos) (Mokou, Nikolaidis y Tamilarasan, 2016). Este último factor puede influenciar en los resultados y la fatiga, ya que en una investigación llevada a cabo con jugadores de fútbol (Padulo et al., 2015b) demostraron que una mayor duración mejoraba el tiempo en un 3%.



*Figura 3. Características para el diseño de programas de RSA.*

#### **1.2.3.1.1 La inclusión de los cambios de dirección en el entrenamiento de RSA o sprints repetidos.**

En los últimos años ha crecido el interés por la introducción de COD durante los tests o los entrenamientos de repetición de sprints (Sheppard y Young, 2006; Young, McDowell y Scarlett, 2001), ya que los entrenamientos basados en sprints en línea recta han mostrado ser ineficaces o menos eficaces para la mejora del rendimiento en sprints (Young et al., 2001) o la mejora de los sprints repetidos (Buchheit et al., 2010b).

En este ámbito, en el terreno del fútbol, Chaouachi et al. (2014) analizaron como podían afectar los cambios multidireccionales en un protocolo de 6 semanas en jóvenes jugadores de élite ( $14,2 \pm 0,9$  años), comparándolos con un grupo que entrenaba a través de SSG y un grupo control. Los resultados comprobaron como a través del RSA las mejoras eran superiores en un sprint lineal, en un test de COD y en un test de salto que el grupo que entrenaba a través de SSG (4 vs. 1,5%, 6,7 vs. 5,1% y 3,5 vs. 1,9%, respectivamente).

Ya tratando este tema dentro del baloncesto, Nikolaidis et al. (2015) examinaron el impacto fisiológico del test RSA (10 sprints de 15 metros con un descanso pasivo de 25 segundos) en línea recta o con COD en jóvenes jugadores griegos de baloncesto ( $17,1 \pm 1,0$  años). Con el trabajo lineal se observaron valores inferiores en FC, y a pesar de ser no significativo, la inclusión de COD redujo las diferencias porcentuales en el tiempo total (TT) y el mejor tiempo (BT) entre los dos grupos. Además, los autores recalcaron el papel de la especialización deportiva, por lo que se deben promover la inclusión de cambios de dirección en este tipo de pruebas y entrenamientos. Existen también otros estudios (Attene et al., 2015; Buchheit, Bishop, Haydar, Nakamura y Ahmaidi, 2010a; Buchheit et al., 2012; Hader, Méndez-Villanueva, Ahmaidi, William y Buchheit, 2014) que apoyan la introducción de COD (principalmente de  $180^\circ$ ), debido a que pueden acrecentar la carga metabólica sistémica (aumentando la respuesta cardiorrespiratoria y la acidosis sanguínea), aunque también podrían conllevar una reducción de la carga neuromuscular aguda, al reducirse la velocidad de la marcha y aumentar el tiempo (alrededor de un 30%) en comparación con los recorridos en línea recta.

Attene et al. (2015) compararon los efectos de un programa de entrenamiento de RSA con 1 y 2 COD en jugadores jóvenes de baloncesto. Ambos grupos experimentaron mejoría en la mayoría de las variables, aunque la mayor mejoría de la capacidad de salto fue producida con los 2 COD, motivada principalmente según los autores por la implicación de un mayor número de frenadas y aceleraciones. A través de ambos programas también se obtuvieron mejoras, aunque no significativas, en BT y TT y en la distancia final del YYRTL1, pero en este caso superior a través de 1 COD. Esta investigación ratifica que a través de RSA se puede mejorar la capacidad aeróbica, al igual que ya había sido descrito por otras investigaciones (Bravo et al., 2008; Edge et al., 2005; Stojanović et al. 2012; Thébault et al., 2011), Posteriormente, Attene et al. (2016) estudiaron como afectaba un protocolo de RSA de 30 metros con 1 COD y otro con cambios múltiples, pero en ambos protocolos se encontraron respuestas similares en la mayoría de los parámetros, mejorando RSA, resistencia intermitente y capacidad de salto.

Por todo ello, en la mayoría de las investigaciones que se van a analizar en el capítulo siguiente, que corresponde a protocolos de RSA llevados a cabo con jugadores de deportes de equipo, la mayoría de los programas de entrenamiento suelen incluir COD.

#### **1.2.3.1.2 RSA en deportes de equipo.**

Buchheit et al. (2010b) compararon los efectos de un programa de 10 semanas, con un entrenamiento semanal a través de RSA (2 o 3 series de 5 o 6 sprints de 15 a 20 metros, con 14 segundos de descanso pasivo entre repeticiones y de 23 segundos activo entre series) y un programa de fuerza explosiva en jugadores de fútbol (14,5±0,5 años). A través de ninguno de ellos consiguieron mejorar el sprint de 10 metros, pero si hubo cambios significativos en otros parámetros. Por ejemplo, en el sprint de 30 metros con

ambas intervenciones consiguieron una mejora del  $2,1\pm 2,0\%$ , pero a través del RSA fueron superiores las adaptaciones en RSA medio ( $-2,6\pm 2,8$  vs.  $-0,75\pm 2,5\%$ ) y en BT ( $-2,9\pm 2,1$  vs.  $-0,08\pm 3,3\%$ ), aunque inferiores en CMJ ( $14,8\pm 7,7$  vs.  $6,8\pm 3,7\%$ ). Siguiendo en el fútbol (14-15 años), llevaron a cabo un estudio (Nakamura et al., 2017) para comprobar como afectaba el nivel inicial de capacidad aeróbica (con valores superiores o inferiores a  $48 \text{ ml/kg/min}$  de  $\text{VO}_2\text{máx}$  estimado a través de YYRTL1) en un programa de entrenamiento de RSA con 2 COD de  $90^\circ$  de 8 semanas de duración (3 series de 10 sprints de 18 metros), con 2 días de entrenamiento a la semana. Comprobaron que los jugadores que mejoraban los parámetros de RSA y los valores en un test de COD era en aquellos con mayor nivel inicial, mientras que en los deportistas con nivel inferior no se apreciaron cambios. Bravo et al. (2008), tras 7 semanas de entrenamiento con RSA también con jugadores de fútbol ( $17,3\pm 0,6$  años), encontraron similares mejoras en  $\text{VO}_2\text{máx}$ , pero un efecto superior en RSA medio. En esta investigación (Bravo et al., 2008) compararon un entrenamiento de HIIT con un protocolo de RSA en jugadores junior de élite, y describieron que las mejoras a través de RSA fueron superiores que las del HIIT en la resistencia intermitente ( $28,1$  vs.  $12,5\%$ ), mientras que a través del HIIT no se consiguieron mejoras en el RSA medio, cuando con el protocolo de RSA si fueron significativas ( $2,1\%$ ). Además, con ambos protocolos aumentaron su  $\text{VO}_2\text{máx}$  ( $5,8\%$ ), pero en cambio en ninguno se observaron cambios en CMJ ni en 10 metros de sprints ni en porcentaje de decremento -PD-).

También hay descritas investigaciones que para replicar mejor las condiciones de competición han incorporado saltos, en vez de COD, dentro de los protocolos de RSA. Así, por ejemplo, Buchheit (2010b) compararon como afectaba la inclusión de un salto en un test de 6 series de 25 metros en línea recta o con un cambio de dirección en

jugadores de diferentes deportes de equipo ( $22\pm 3$  años). Obtuvieron que con la adición del salto el RSA medio aumentaba en ambos formatos, además de que aumentaba el rango de esfuerzo percibido (RPE), el ácido láctico y el  $VO_2$ . Al mismo tiempo, se confirmaron que existía una gran correlación entre la capacidad de salto y los sprints, tal y como han descrito posteriormente otras publicaciones científicas (Attene et al., 2015; Stojanović et al., 2012). Dello Iacono, Ardigò, Meckel y Padulo (2016), en una investigación con jugadores de élite de balonmano ( $24,8\pm 4,4$  años) a través de un protocolo de RSA combinado con saltos (2 series de 14 a 17 repeticiones de sprints de 20 metros y 9 saltos, con una recuperación pasiva de 20 segundos entre repeticiones y de 4 minutos entre series) practicado durante 8 semanas y 2 días de entrenamiento a la semana, reportaron una mejora del 8,6% en CMJ y una mejora en 10 metros de sprint (4,4%). Estos cambios fueron superiores a los conseguidos por el otro protocolo (SSG) realizado (5,6% y 2,4%, respectivamente). Además, consiguieron disminuir los tiempos del test de RSA, pero en este caso sin diferencias significativas entre ambos grupos.

#### **1.2.3.1.3 RSA en baloncesto.**

En relación a las distintas investigaciones realizadas con RSA en baloncesto, Conte et al. (2015a) analizaron un partido de baloncesto femenino, y determinaron que la ocurrencia de RSE era de  $4,4\pm 1,7$  individualmente, con 15 segundos de descanso entre sprints, y donde el  $58,6\pm 18,5\%$  de las recuperaciones eran pasivas. En relación a los RSE, el  $48,3\pm 2,9\%$  de ellos eran lineales y la mayoría de entre 1 y 5 metros ( $56,8\pm 5,6\%$ ), con un total de 130 RSE a lo largo de los 5 partidos revisados. En la misma línea de argumentación, Te Wierike et al. (2013) sugirieron que el entrenamiento de la fuerza explosiva del tren inferior, al igual que la capacidad de resistencia interválica, tiene un papel primordial para el desarrollo de RSA entre los jugadores de baloncesto, y



principalmente en los más jóvenes, y por ello este método de entrenamiento es de vital importancia para la mejora de la velocidad máxima de sprint y la potencia explosiva muscular (Dello Iacono et al., 2016).

Attene et al. (2014) compararon 2 protocolos distintos en jugadoras, uno a través de entrenamiento RSA y otro a través de entrenamiento intermitente (IT). A través de ambos programas se mejoraron los parámetros de RSA, pero con mayor efectividad a través del IT. Para los autores esta diferencia en los resultados, pudo ser debida al volumen de entrenamiento y a los sprints repetidos durante los entrenamientos, debido a que el RSA estaba compuesto por 2 aceleraciones, 1 desaceleración, además de 1 COD; mientras que en el IT entrenaban al 80% y al 90% de la velocidad del YYRTL1 y constaba de 4 aceleraciones, 3 desaceleraciones y 3 COD. Por lo tanto, es evidente que en el IT hay una mayor demanda de energía debido al aumento del esfuerzo muscular. Según los autores en este estudio, el RSA tiene una gran correlación con el  $VO_2$ máx y esto causó el incremento en la distancia total recorrida en el IT. Gottlieb, Eliakim, Shalom, Dello Iacono y Meckel (2014), compararon los efectos de un programa de RSA con un trabajo pliométrico en jóvenes jugadores. A través de ninguno de los entrenamientos se mejoraron ni la altura de salto ni la agilidad, pero a través de RSA fueron superiores significativamente los cambios en el resto de parámetros. Estos resultados son consistentes con los descritos anteriormente en fútbol por Buchheit et al. (2010b). Gantois et al. (2018), en una investigación con jugadores de nivel regional y nacional llevaron a cabo un protocolo RSA consiguiendo mejoras significativas en RSA, capacidad aeróbica y mejorando los 3 últimos sprints. Además, encontraron una correlación lineal entre  $VO_2$ máx y RSA, por lo que se podría confirmar la hipótesis previa de que la potencia aeróbica está relacionada con las mejoras en RSA. Y muy recientemente se ha publicado

la investigación de Maggioni et al. (2018) con jugadores en el que compararon un protocolo de RSA con otro de SSG (que se analizará en el capítulo correspondiente a los SSG) y un grupo control. En el grupo experimental de RSA consiguieron que incrementaran la distancia en YYRTL1, además de mejorar otras variables relacionadas con velocidad y agilidad. No se produjeron mejoras en el test de CMJ, pero tampoco deterioros, por lo que los jugadores conservaron sus habilidades.

Además de RSA como método de entrenamiento, existen los test de RSA para comprobar el rendimiento de los deportistas. Existen publicaciones (Caprino et al., 2012; Delextrat et al., 2013; Meckel et al., 2009) que han analizado como afecta un partido de competición a este parámetro en los jugadores de baloncesto. En el trabajo de Caprino et al. (2012) analizaron los efectos de un partido en un test de RSA basado en series con un COD (10 series de 15 + 15 metros) en jugadores italianos ( $16 \pm 1$  años) de nivel regional. Los principales resultados, comparando la primera parte con respecto a la segunda, indicaron una disminución significativa de la frecuencia total de movimientos (-9,9%), de la frecuencia de actividades de alta intensidad (-13,3%), de la frecuencia de correr (-13,0%) y de la frecuencia de sprints (23,3%); así como significativamente peor TT y BT al final del partido (entre -2 y -3%), por lo que sugirieron que los jugadores deben ser entrenados específicamente en RSA. Mientras, Meckel et al. (2009) compararon el rendimiento de pruebas repetidas de sprint (12 series de 20 metros) a lo largo de un partido en jóvenes jugadores ( $17 \pm 0,5$  años) israelíes. El BT y el TT fueron significativamente más rápidos en el descanso en comparación con el comienzo del partido (tras el calentamiento), mientras que no hubo diferencias entre después del calentamiento y después de un partido completo, ni cambios significativos en el PD entre los momentos del RSA. Tras analizar los hallazgos, los autores sugirieron que se

necesitaba un calentamiento más intenso para un mejor rendimiento en las fases iniciales del juego y que el sistema aeróbico es importante para el mantenimiento de intensidad, principalmente en las etapas finales. Además, encontraron una correlación negativa entre el  $VO_2$ máx y el PD, también descrita anteriormente por Castagna et al. (2007a). Así mismo, observaron unas altas concentraciones de lactato en sangre al finalizar el protocolo, y por ello surgieron su uso para el entrenamiento de la tolerancia al lactato. En cambio, en un estudio más reciente sobre RSA (6 series de sprints de 4 segundos con 21 segundos de recuperación pasiva entre ellos) en jugadores pertenecientes a la segunda liga inglesa ( $22,8 \pm 2,2$  años), Delextrat et al. (2013), comprobaron que si había una reducción de la velocidad media (-3,3%), en la fuerza horizontal ( $\sim -3,5\%$ ), en PD de la aceleración (-30,1%), en la velocidad máxima (-1,9%) y en la aceleración máxima (-7,9%) tras un partido oficial. Esta diferencia entre estudios puede darse a diferencia en la edad de los participantes, a la condición física inicial de los deportistas o a que este último se llevó a cabo durante un partido oficial, ya que se ha demostrado que las demandas de un partido oficial son superiores a las de uno no oficial (Montgomery et al., 2010). Los autores, además, apuntaron que encontraron una correlación negativa entre la frecuencia de los saltos durante la competición y la reducción de la fuerza vertical durante el test RSA, por lo que las acciones en las que se ve involucrado el SSC se ven influidas en la medida en que se ve afectado el RSA.

En la tabla nº 12 se exponen las investigaciones más significativas sobre las intervenciones con RSA en jugadores de baloncesto.

Tabla 12. Resumen de los estudios que analizan los entrenamientos a través de RSA en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	PROTOCOLO (duración y frecuencia entrenamientos)	FORMATO	CONCLUSIONES
<b>Attene et al. (2014)</b>	14,50±0,53	6 semanas/ 2 entrenamientos semanales	3 x 6-8 sprints 30 m con 1 COD, 20" desc. pasivo entre sprints y 4' entre series.	Mejoraron el BT (3,1%)
<b>Gottlieb et al. (2014)</b>	16,3±0,5	6 semanas/ 2 entrenamientos semanales	3 x 4-6 sprints de 20 m, 1' entre sprints y 3' entre series.	Mejoraron los 20 m (2,6%), en saltos con resistencia (3,9%) y en el tiempo en test de suicidios (1,2%)  Sin cambios en salto ni agilidad
<b>Attene et al. (2015)</b>	16±1	4 semanas/ 2 entrenamientos semanales	3 x 6-8 sprints 30m, 20" entre sprints y 4' entre series. 1 o 2 COD.	Con 2 COD mejora superior en CMJ (3,1 vs. 7,5%), BT (-1,5 vs. -3,1%) Y TT (-3,0 vs. -3,8%)  1 COD mejor en la distancia final del YYRTL1 (34 vs. 21%)

Tabla 12. Resumen de los estudios que analizan los entrenamientos a través de RSA en jugadores de baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	PROTOCOLO (duración y frecuencia entrenamientos)	FORMATO	CONCLUSIONES
<b>Attene et al. (2016)</b>	16,1±0,9	4 semanas/ 2 entrenamientos semanales	30m con 1 COD o múltiples COD.	Similares mejoras en la mayoría de los parámetros (BT ~6,2%, TT ~4%, CMJ ~7% y YYRTL1 ~33%)
<b>Gantois et al. (2018)</b>	21,50±2,73	6 semanas	2-3 x 6 sprints de 30 m, 20" desc. pasivo y 5' desc. activo entre series	Mejoraron RSA, VO <sub>2</sub> máx (~7,5%), y los 3 últimos sprints
<b>Maggioni et al. (2018)</b>	19±1	8 semanas/ 3 entrenamientos semanales	3x 6 sprints de 40 m con 1 COD (20m+20m), 20" desc. pasivo entre sprints y de 3' entre series	Mejoraron YYRTL1 (27,7%), el T-test de agilidad, la velocidad en 10 m de sprint, el "line drill test", pero sin cambios en CMJ

Después de revisar la literatura científica relacionada con RSA en deportes de equipo, y específicamente en baloncesto, se puede concluir que:

1. El trabajo de sprints individuales se puede integrar para promover la potencia máxima y la explosividad; mientras que el trabajo de sprints repetidos se puede incluir para aumentar la RSA y la resistencia intermitente de alta intensidad.
2. El entrenamiento de repetición de sprints ofrece una estrategia eficaz para mejorar simultáneamente una serie de medidas de aptitud relacionadas con el rendimiento de los deportes de equipo (como la capacidad aeróbica, el rendimiento en sprints y el CMJ), principalmente en individuos entrenados.
3. El entrenamiento a través de RSA es adecuado para el baloncesto.
4. Se aconseja incluir en este tipo de entrenamientos los cambios de dirección.
5. Mejorar la RSA repercute en la capacidad de reabastecer rápidamente las reservas de energía de los músculos durante la fase de recuperación, y por lo tanto, en un mejor rendimiento.
6. El entrenamiento habitual para mejorar  $VO_2$ máx puede no ser el mejor método para mejorar RSA, pero el  $VO_2$ máx probablemente aumentará con RSE (RSA suele tener una correlación positiva con el consumo máximo de oxígeno).
7. A través de un entrenamiento de RSA se pueden mejorar la potencia, velocidad, el rendimiento en repetición de sprints y HIIT. Se sugiere también el uso de RSA para el entrenamiento de la tolerancia al lactato.

#### **1.2.3.2. HIIT (High intensity interval training).**

Dado que la habilidad para mantener la intensidad durante breves esfuerzos intermitentes es un factor importante y determinante en el rendimiento de los deportes de equipo (Hader et al., 2014), el entrenamiento interválico de alta intensidad, “High

Intensity Interval Training” o HIIT, que se basa en periodos intermitentes de ejercicio intenso intercalados con periodos de recuperación, puede ser un método de entrenamiento muy útil con el fin de alcanzar dicho objetivo (Gibala y McGee, 2008; MacInnis y Gibala, 2017). Además, como ya describieron Buchheit et al. (2009a), el HIIT es considerado como uno de los medios más eficaces para mejorar la función cardiorrespiratoria y metabólica de los deportistas, y a su vez, el rendimiento físico del deportista (Buchheit y Laursen, 2013b). Esto es debido a que entrenar en valores de  $VO_2$ máx o en intensidades cercanas a él, estimula la mejoría del sistema aeróbico (Buchheit et al., 2009a; Laursen y Jenkins, 2002; Midgley y MacNaughton, 2006). Al mismo tiempo, se considera un poderoso estímulo para inducir muchas de las adaptaciones fisiológicas típicamente asociadas al entrenamiento continuo tradicional de intensidad moderada (MICT) (Gibala y Hawley, 2017). Debido a la falta de estudios sobre el uso del HIIT en el baloncesto, algunos de los estudios que se van a tratar versarán sobre otros deportes de equipo como balonmano o fútbol.

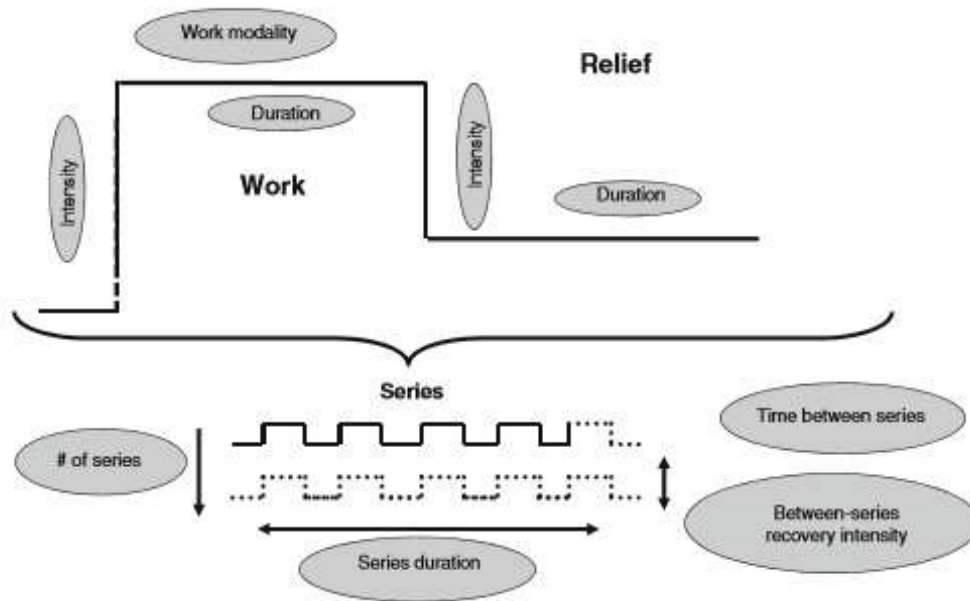
Este método de entrenamiento se caracteriza porque involucra repetidos episodios de esfuerzos “casi máximos” (cercaos o superiores al 90%  $VO_2$ máx o al 80% FCmáx, aunque normalmente entre el 85%-95% FCmáx), intercalados con periodos de recuperación (Gibala y McGee, 2008; MacInnis y Gibala, 2017). Según Buchheit y Laursen (2013a), dichos esfuerzos pueden ser cortos (igual o inferiores a 10 segundos), largos (superiores a 20 segundos) o “all-out” sprints o esfuerzos máximos (de entre 3 y 10 segundos o más largos, de entre 30 y 45 segundos), por lo que la duración de las sesiones puede variar entre 5 y 40 minutos (incluyendo las recuperaciones de los intervalos).

Como ya han demostrado muchos estudios, un entrenamiento intermitente de sprints puede ofrecer mejoras tanto en el metabolismo aeróbico como en el anaeróbico (Ben Abdelkrim et al., 2007; Castagna et al., 2008a; Schelling y Torres-Ronda, 2013; Spencer et al., 2005; Tomlin y Wenger, 2001). En este campo, Tabata et al. (1996) a través de un estudio con jóvenes deportistas ( $23\pm 1$  años), demostraron que 6 semanas de entrenamiento intermitente de alta intensidad (7 u 8 series de 20 segundos al 170%  $VO_2$ máx, con 10 segundos de descanso entre series) mejoraban significativamente los sistemas de suministro de energía anaeróbica (28%) y aeróbica (7 ml/kg/min). Estos resultados fueron revalidados de nuevo en jóvenes deportistas ( $22\pm 1$  años) en el siguiente estudio de Tabata et al. (1997).

Una de las principales ventajas es que a través de este tipo de entrenamiento se consiguen mejoras en el consumo máximo de oxígeno en períodos más cortos (Hoffmann et al., 2014; Zuhl y Kravitz, 2012). MacInnis y Gibala (2017), a través de su revisión de publicaciones científicas, concluyeron que los cambios en  $VO_2$ máx suelen aparecer entre la 2ª y la 4ª semana de entrenamiento, pero incluso pueden aparecer tras la 1ª. Sin embargo, para que estas mejoras en el  $VO_2$ máx se produzcan, es necesario que los deportistas pasen al menos varios minutos en su “zona roja”, lo que implica una intensidad que normalmente se encuentra por encima del 90% del  $VO_2$ máx (Buchheit y Laursen, 2013a).

La planificación de HIIT consiste en la manipulación de 9 variables: la duración e intensidad del intervalo de trabajo, la modalidad del ejercicio, la duración e intensidad del intervalo de recuperación, el número de repeticiones, el número de series y la duración e intensidad de la recuperación entre ellas (Buchheit y Laursen, 2013 a y b).





*Figura 4.* Ilustración esquemática de las nueve variables que definen una sesión de HIIT (Buchheit y Laursen, 2013a).

Tal como se ha descrito, se alternan fases de trabajo máxima o cercanas al máximo con fases de recuperación. Estas fases de trabajo duran desde los 5 segundos hasta los 4 o 5 minutos, pudiendo en algunos casos llegar incluso a los 8 minutos en trabajos de larga resistencia, y el número de series por sesión pueden variar desde 2 o 3 hasta más de 10, pero habitualmente oscilan entre 4 y 6 series por sesión (Gillen y Gibala, 2014). Las fases de recuperación pueden ser tanto activas como pasivas, aunque predominan las activas, con una intensidad entre el 50% y el 70% de la intensidad de trabajo, y pueden durar entre 10 segundos hasta 5 minutos. En cuanto a la relación de trabajo y descanso, predomina una relación tipo 1:1 o 1:2, aunque dependerá del objetivo del trabajo (Zuhl y Kravitz, 2012). El período de entrenamiento de HIIT suele llevarse a cabo entre 2 y 8 semanas (Kubukeli, Noakes y Dennis, 2002).

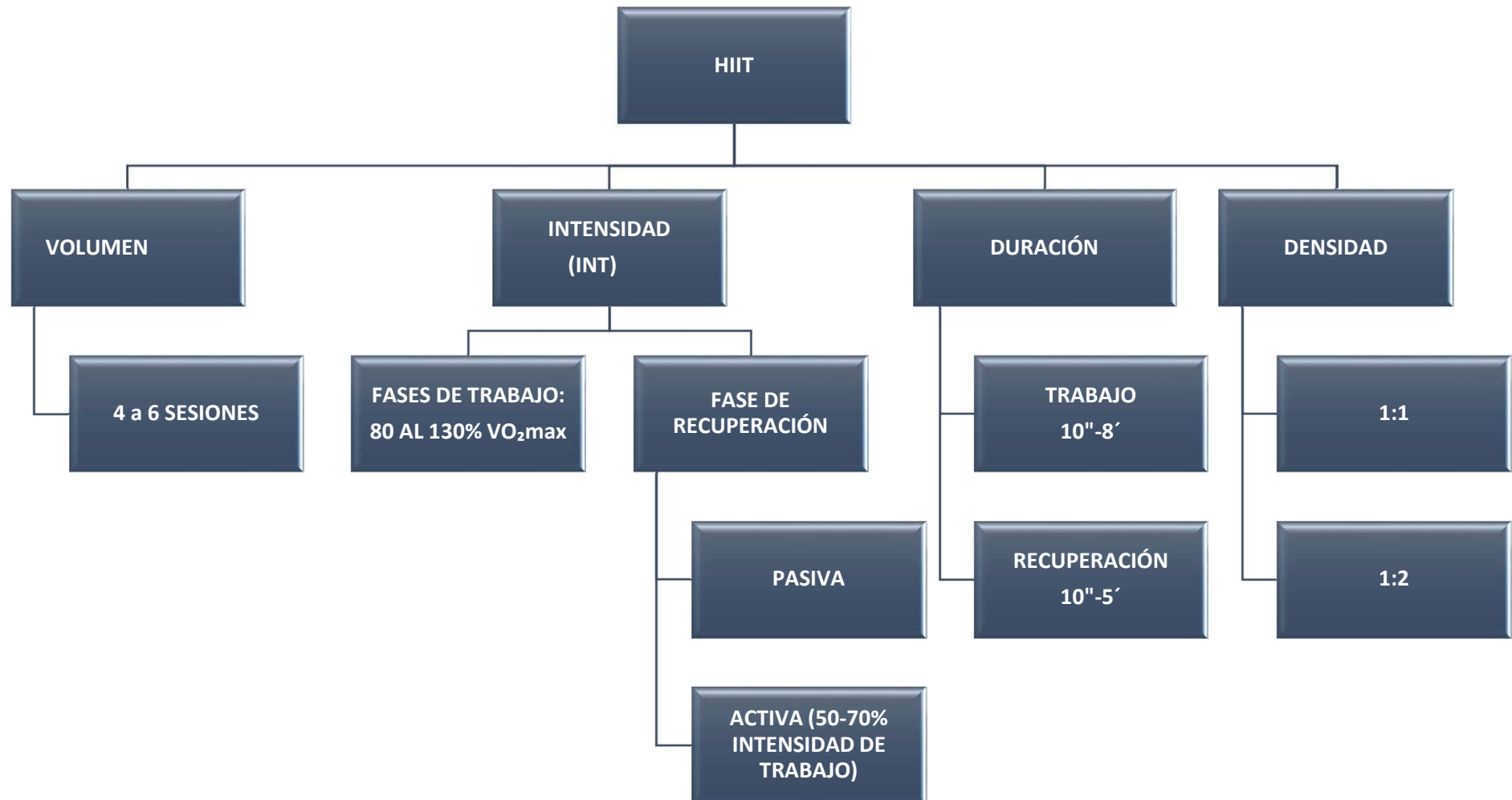


Figura 5. Esquema sobre las variables a tener en cuenta para el diseño de entrenamientos HIIT.

#### **1.2.3.2.1 Tipos de HIIT.**

Como ya se ha mencionado en el apartado anterior, uno de los aspectos por los cuales se mejora la resistencia cardiovascular con el entrenamiento de HIIT, es el tiempo de trabajo realizado a intensidades cercanas o por encima del  $VO_2$ máx. Sin embargo, no todos los entrenamientos por intervalos ofrecen el mismo estímulo al sistema, por lo que se consideran diferentes tipos de trabajo y su efecto sobre el rendimiento de los deportistas. En la actualidad, la división más común está basada en la duración de los intervalos que componen el HIIT, y se van a exponer según la clasificación de Buchheit y Laursen (2013a):

1. Intervalos largos (HIIT long intervals): Cuando se realiza un solo intervalo de larga duración durante la sesión de entrenamiento es conveniente que éste consiga mantener una intensidad del  $VO_2$ máx elevada (iguales o superiores al 95%  $VO_2$ máx) el mayor tiempo posible, ya que será el responsable de ofrecer el estímulo para la mejora o no, por lo que debe tener una duración suficiente para alcanzar el  $VO_2$ máx. En cambio, cuando se realizan varios, será necesario reducir ligeramente la intensidad, y no será necesario obtener valores de  $VO_2$ máx tan elevados, ya que estos se conseguirán a medida que los intervalos se vayan sucediendo (Buchheit y Laursen, 2013a). Según dichos autores (Buchheit y Laursen, 2013a), utilizar el tiempo necesario para obtener el  $VO_2$ máx puede ser una estrategia efectiva a la hora de programar este tipo de intervalos, y en caso de no conocer este parámetro se puede utilizar un valor preestablecidos ( $\geq 2-3$  minutos), ajustando la duración a las capacidades y la modalidad del deportista. En cuanto al descanso entre intervalos largos, es recomendable que sea pasivo, y su duración debería encontrarse entre 2 y 3 minutos, pero en caso de elegir un descanso activo, será necesario un mayor tiempo

de recuperación para favorecer que se pueda mantener la intensidad deseada durante el siguiente intervalo (posiblemente entre 3 y 4 minutos) (Buchheit y Laursen, 2013a). Escoger la recuperación activa puede ser interesante para acelerar el tiempo hasta alcanzar el  $VO_2$ máx, y a la vez inducir una mayor contribución del metabolismo aeróbico a la renovación total de la energía (Buchheit y Laursen, 2013a; Dorado, Sanchis-Moysi y Calbet, 2004). El volumen total de entrenamiento puede ir desde los 12 hasta los 30 minutos (Buchheit y Laursen, 2013a). Para optimizar estos entrenamientos, Buchheit y Laursen (2013b) recomiendan sesiones con intervalos de trabajo superiores a 2 o 3 minutos, con una intensidad igual o superior al 95%  $vVO_2$ máx, con un descanso superior o al menos igual a 2 minutos pasivo con entre 6 y 10 series. Los valores de lactato finales oscilan alrededor de los 10 mmol/L (Buchheit y Laursen, 2013b; Smith, Coombes y Geraghty, 2003).

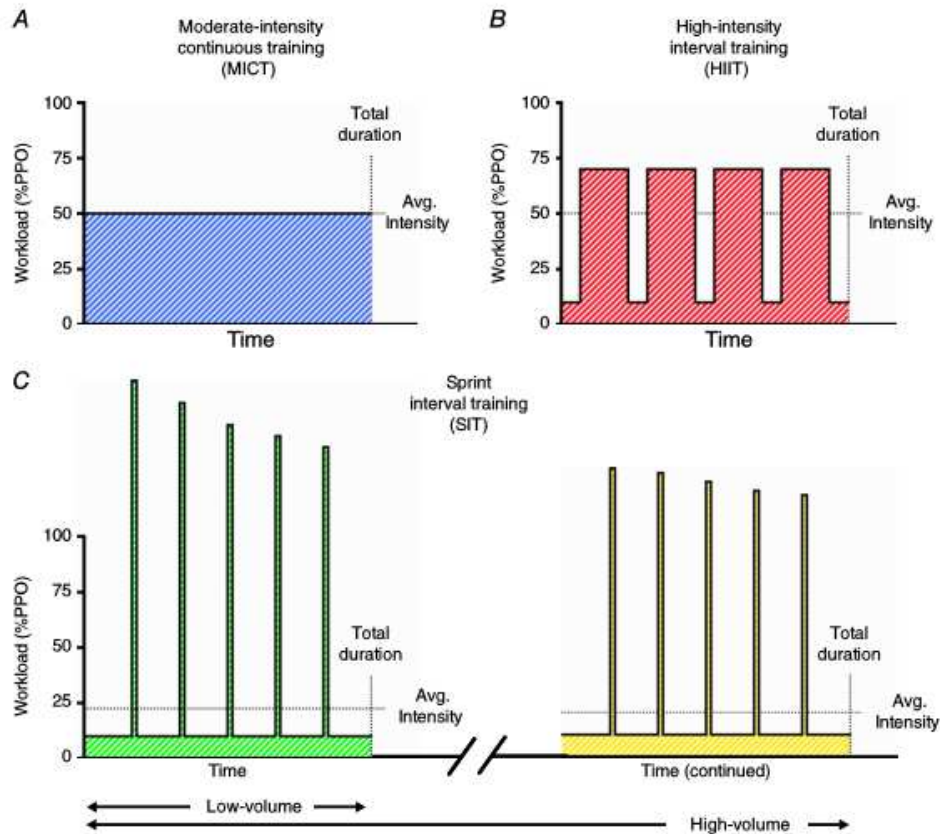
2. Intervalos cortos (HIIT short intervals): A diferencia de los intervalos largos, las intensidades que parecen ser efectivas en este tipo de entrenamientos van desde el 100% al 120% del  $vVO_2$ máx, es decir entre el 89% al 105% de la VIFT. Para proporcionar un estímulo suficiente son necesarios intervalos superiores a 10 segundos, y cuanto más largos sean dichos intervalos, mayor será el tiempo que los deportistas pasan en valores de  $VO_2$ máx. El descanso en este tipo de HIIT puede ser tanto pasivo como activo, dependerá de las características del deportista y sobre todo de la duración del intervalo. Para deportistas poco entrenados o intervalos inferiores o iguales a 15 o 20 segundos, un descanso pasivo será más adecuado para intentar no modificar los esfuerzos siguientes. Sin embargo, si el deportista está entrenado o los intervalos son superiores o iguales a 20 segundos, el descanso activo facilitará mantener la intensidad en los esfuerzos siguientes ya que es a los 30

segundos de descanso pasivo cuando el  $VO_2$ máx alcanza su punto más bajo (Buchheit y Laursen, 2013a). En caso de realizar un descanso activo se recomienda que tenga una intensidad cercana al 70% de  $VO_2$ máx para que el tiempo total en  $VO_2$ máx ( $T@VO_2$ máx) y el ratio  $T@VO_2$ máx/tiempo de ejercicio mejoren (Billat, 2001). Para optimizar el mayor tiempo de absorción máxima de oxígeno, Buchheit y Laursen (2013b) recomiendan sesiones con intervalos de trabajo iguales o superiores a 15 segundos, a una intensidad entre el 100 y el 120%  $vVO_2$ máx (85-105 %VIFT), con descanso inferiores a 15 segundos pasivos o superiores o iguales a 15 segundos si es activo (inferior o igual al 60-70%  $vVO_2$ máx o 45-55% VIFT), con 2 o 3 series con una duración superiores o iguales a 8 minutos, con un descanso activo de entre 4 o 5 minutos entre series. En este tipo de entrenamientos puede ser interesante la introducción de COD (Buchheit y Laursen, 2013b; Dellal et al., 2010). Smilios et al. (2018), con corredores ( $22,1 \pm 1$  años), evaluaron como afectaba el tiempo de recuperación (2, 3 o 4 minutos de recuperación pasiva) en 4 series de 4 minutos al 90% de la velocidad máxima aeróbica, y comprobaron cómo las recuperaciones más cortas provocaban un mayor estrés metabólico y cardiovascular, y podría ser utilizado por los deportistas para inducir un mayor desafío fisiológico. En cuanto a valores de lactato se han llegado a encontrar valores en el agotamiento de entre 9-11 mmol/L (Billat et al., 2001; Buchheit y Laursen, 2013b).

3. RSS o RST (Repeated Sprint Sequences o Training) o RSA: A pesar de que la presente clasificación se basa en la descrita por Buchheit y Laursen (2013a), que incluye este tipo de entrenamientos, no se profundizará en este método ya que se considera explicado con profundidad en el apartado anterior basado en RSA (Ver apartado 1.2.3.1).

4. SIT (Speed or Sprint Interval Training): Este tipo de entrenamiento se caracteriza por esfuerzos realizados a intensidades o velocidades iguales o mayores que inducirían el  $VO_2$ máx, incluyendo los esfuerzos "all-out" o "supramáximas" de duración de 0 a 60 segundos (MacInnis y Gibala, 2017; Weston, Taylor, Batterham y Hopkins, 2014), aunque para Gibala et al. (2006) deben ser de duración igual o inferior a 30 segundos. Comparado con RST, los esfuerzos y las recuperaciones suelen ser más largas (alrededor de los 4 minutos). Varias publicaciones han demostrado que este método presenta dificultades para alcanzar el valor de  $VO_2$ máx, quedándose en valores cercanos a éste, pero a pesar de que no sea alcanzado, el oxígeno demandado por el músculo sí aumenta, por lo que a medida que aumenta el número de sprints el metabolismo aeróbico toma un papel más importante (Bogdanis, Nevill, Boobis y Lakomy, 1996; Buchheit y Laursen, 2013a). En este aspecto, Tabata et al. (1996) demostraron que el aumento de  $VO_2$ máx tras 6 semanas de entrenamiento era comparable al cambio tras un entrenamiento de resistencia tradicional, y este hecho volvió a ser demostrado más recientemente con un incremento del 19%  $VO_2$ máx (Gillen et al., 2016). Para optimizar el mayor tiempo de absorción máxima de oxígeno, Buchheit y Laursen (2013b) recomiendan sesiones con intervalos iguales o mayores de 20 segundos a una intensidad máxima, con un descanso de al menos 2 minutos de manera pasiva, y con un trabajo de entre 6 y 10 series. Una recuperación óptima va a permitir recuperar los valores iniciales parcialmente y así permitir una mayor producción mecánica (Buchheit y Laursen, 2013b). En cuanto a los valores de ácido láctico generados durante el SIT, generalmente alcanzan valores entre 16 y 22 mmol/L (Buchheit y Laursen, 2013b). Sloth, Sloth, Overgaard y Dalgas (2013), a través de una revisión bibliográfica, comprobaron que la mejora en el  $VO_2$ máx variaba desde

el 4,2% hasta 13,4%, con duraciones que oscilaban desde los 10 hasta los 30 segundos, siempre esfuerzos “all-out”, con 12 o menos repeticiones (habitualmente entre 3 y 7) y con recuperaciones al menos 5 veces superiores al tiempo de trabajo en protocolos (alrededor de 2 y 5 minutos); siendo lo más habitual realizar 3 entrenamientos semanales, en protocolos de 2 a 8 semanas de duración. Parte de las ventajas es que los resultados son evidentes tras transcurrir únicamente 2 semanas con unos volúmenes de trabajo muy pequeños (incluso inferiores a los 12 minutos). Sin embargo, actualmente se considera que aún falta más investigación acerca del tema.



Nota: A – C, ejemplos representativos de entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT), entrenamiento en intervalos de alta intensidad (HIIT) y volúmenes altos y bajos de entrenamiento en intervalos de velocidad (SIT). La intensidad se representa como un porcentaje de la potencia máxima (PPO) obtenida durante una prueba incremental de  $VO_2$ máx.

Figura 6. Características SIT (MacInnis y Gibala, 2017).

Dentro de todos estos tipos, como característica común se puede considerar que todos ellos necesitan un volumen mínimo con el que se pueda estimular de forma eficiente el consumo máximo de oxígeno, de tal manera que el volumen total de la sesión va a venir determinado por el  $T@VO_2$ máx de la sesión. En entrenamientos dirigidos a deportes de equipo, un  $T@VO_2$ máx de entre 5 y 7 minutos serían suficientes para que se produjese un estímulo necesario, por lo que con este tipo de deportistas generalmente se tiende



a trabajar con volúmenes bajos durante las sesiones de HIIT con mínima carga o fatiga neuromuscular aguda (Bompa y Haff, 2009; Buchheit, 2012; Buchheit y Laursen, 2013b). Sin embargo, en la parte final de la fase de preparación competitiva, un alto impacto neuromuscular durante el HIIT puede ser necesario para intentar replicar las demandas específicas de la competición con los entrenamientos (Buchheit y Laursen, 2013b; Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri y Coutts, 2011). A pesar de que en deportes de equipo la utilización de SSG es preferente, en ocasiones será necesario utilizar estímulos menos específicos, como a través de HIIT, para generar las adaptaciones adecuadas, ya que permiten una mayor individualización (Buchheit y Laursen, 2013a; Hermassi et al., 2014).

Basándose en este objetivo de un tiempo elevado en valores de consumo de oxígeno máximo, tanto con intervalos largos como cortos, los métodos más eficientes precisan un ratio trabajo/descanso superior a 1. Ha habido trabajos que sugieren que los intervalos más largos favorecen incrementos superiores de  $VO_2$ máx (Bacon, Carter, Ogle y Joyner, 2013; Cavar et al., 2019; MacInnis y Gibala, 2017; Milanović, Sporis y Weston, 2016), o que implican mayores respuestas fisiológicas (Farias-Junior et al., 2019), pero por el contrario Helgerud et al. (2007) reportaron similares incrementos de  $VO_2$ máx en intervalos cortos (15 segundos) y largos (3-4 minutos), igual que Viaño-Santamarinas, Rey, Carballeira y Padrón-Cabo (2018). La importancia de la mejora del metabolismo aeróbico ha sido descrita por diversas investigaciones, como por Tomlin y Wenger (2002), que con sus hallazgos reafirmaron la hipótesis de que el entrenamiento en niveles bajos y moderados del  $VO_2$ máx mejora el rendimiento en repetidos períodos de actividad de alta intensidad, debido a que el  $VO_2$ máx parece estar relacionado tanto con una mayor contribución aeróbica en los sprints como en su recuperación, y se puede

entender que un grupo de deportistas con mayores niveles de consumo de oxígeno será capaz de resistir mejor la fatiga durante el ejercicio intermitente intenso. A las mismas conclusiones llegaron McMahon y Wenger (1998), que analizaron los resultados obtenidos después de que un grupo de jugadores universitarios de rugby y fútbol ( $21,9 \pm 1,8$  años) completaran 6 series de sprints de 15 segundos a máxima intensidad (con 90 segundos de recuperación activa) en un cicloergómetro. Tras comprobar los resultados concluyeron que el consumo máximo de oxígeno era un factor determinante en la capacidad de realizar ejercicio intermitente de alta intensidad y para la recuperación entre los esfuerzos. Por todo ello, Schelling y Torres-Ronda (2013) defienden introducir en los entrenamientos, cuanto antes, protocolos de HIIT, tanto como para mejorar las respuestas cardiovasculares como para promover pérdida de peso en caso de períodos de pretemporadas (Buchheit y Laursen, 2013a).

Programar correctamente estas sesiones de entrenamientos interválicos será muy importante si se quiere que el estímulo producido en los deportistas sea efectivo. En la actualidad existen dos métodos muy comunes en la programación de la intensidad en los entrenamientos de HIIT: % FC<sub>máx</sub> o una velocidad de referencia (Buchheit y Laursen, 2013a y b; Cavar et al., 2019; Impellizzeri et al., 2006; McMillan, Helgerud, Macdonald y Hoff, 2005; Rabbani y Buchheit, 2015). Sin embargo, no son los dos métodos igual de fiables. La FC puede dar lugar a errores en la cuantificación de la carga debido a que posee ciertas limitaciones, como la dificultad de los deportistas para regular la velocidad durante el trabajo interválico, la imposibilidad de informar sobre intensidades por encima de la velocidad mínima que estimula el VO<sub>2</sub><sub>máx</sub> y la FC<sub>máx</sub>, y la existencia de alguna disociación temporal entre la FC y las demandas metabólicas en trabajos con intervalos muy cortos (Buchheit y Laursen, 2013a; Rabbani y Buchheit, 2015). Por el

contrario, utilizar una velocidad ya determinada previamente para conseguir el nivel de intensidad deseado, parece ser una estrategia válida y fiable. A la hora de determinarla a través de la velocidad de carrera, la VIFT parece ser una alternativa eficaz para el  $VO_2$ máx, especialmente en intervalos supramáximos y cortos (Buchheit y Laursen, 2013a); además de que la referencia permite evitar las posibles diferencias entre jugadores e individualizar la intensidad a las características de cada jugador (Buchheit, 2008a). Este test es un trabajo incremental basado en la repetición de esfuerzos de alta intensidad mediante cambios de dirección y de ritmo. Al finalizar dicho test, los deportistas obtendrán el valor de su velocidad máxima alcanzada, y mediante una fórmula (Buchheit, 2008a) se podrá calcular la distancia que debe recorrer cada jugador en un tiempo determinado y a través de un porcentaje de dicha velocidad, permitiendo así, adaptar la intensidad del entrenamiento a las capacidades de cada jugador. Dicha fórmula es la siguiente:

$$\text{Distancia a recorrer} = (\text{VIFT} / 3,6) \times \text{Intensidad de VIFT} \times \text{Duración del intervalo}$$

#### **1.2.3.2.2 La inclusión de los cambios de dirección (COD) en el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT).**

Ya ha sido demostrado que, para deportes de equipo, la inclusión de sprints y esfuerzos “all-out” dentro de los programas de HIIT son prácticas efectivas ya probadas (Bishop et al., 2011; Buchheit y Laursen 2013a; Gibala et al., 2006). Del mismo modo, la habilidad de realizar COD corriendo a alta intensidad ha sido reconocida como un factor importante en el rendimiento deportivo en deportes de equipo (Brughelli, Cronin, Levin y Chaouachi, 2008; Hader et al., 2014). Por ello se deduce que introducir cambios de dirección durante entrenamientos de HIIT (ajustando o no la distancia a recorrer, por la

pérdida de tiempo durante el cambio de dirección) puede ser una práctica efectiva, tanto para manipular algunos componentes de la carga fisiológica aguda, como para promover adaptaciones neuromusculares derivadas de los COD a largo plazo, principalmente dirigidas a mejorar el rendimiento y la estabilidad de la articulación de la rodilla. Esto es debido a que los COD, entre otras cosas, provocan un aumento de ácido láctico durante el entrenamiento ( $9,7\pm 10,4\%$ ) en comparación con los trabajos en línea recta (Dellal et al., 2010; Hader et al., 2014), dato que no debería sorprender debido al incremento de las demandas mecánicas de las repetidas aceleraciones inherentes a consecutivos COD, y al hecho de que la intensidad es superior para intentar compensar el tiempo perdido mientras se cambia la dirección (Buchheit y Laursen, 2013b). Así mismo, según defienden Hader et al. (2014), la introducción de COD aumentará la especificidad de los entrenamientos con respecto a la similitud de las demandas del juego o de la competición (continuos cambios de dirección a altas velocidades) (Dellal et al., 2010; Iaia, Rampinini y Bangsbo, 2009). Si se comparan los entrenamientos de HIIT en línea recta, con aquellos que incluyen COD, éstos últimos (1 un COD de  $180^\circ$ ) van a provocar mayores valores de FC y ácido láctico, al igual que valores superiores de RPE, y aunque la velocidad de marcha pueda ser inferior que en línea recta, se puede conseguir un  $VO_2$ máx equivalente (Dellal et al., 2010; Hader et al., 2014), porque a pesar de lo breve que fueron los esfuerzos en la investigación realizada por Hader et al. (2014), ambos formatos se caracterizan por una alta demanda aeróbica ( $85,7\pm 9,1\%$  en línea recta y  $86,4\pm 5,8\%$   $VO_2$ máx con COD). A la hora de introducir COD se puede mantener la misma distancia a recorrer sin tener en cuenta el tiempo perdido durante el COD (lo que obliga al deportista a tener que intentar aumentar la velocidad para compensar la pérdida de tiempo en el cambio de dirección), o se puede ajustar

(reducir) la distancia de manera individual a través de la fórmula propuesta por Buchheit et al. (2012). Por ejemplo, si se realiza un sprint de 30 metros:

$$\text{Distancia ajustada (m)} = \text{tiempo (s) línea recta} \times 30 / \text{tiempo (s) 30 m sprint COD}$$

Existen muchos estudios que analizan el método HIIT y todas sus variables en deportes de equipo acíclicos, pero son más escasos en el baloncesto. Considerando la poca información publicada específica sobre HIIT en baloncesto, el marco teórico se apoyará en la investigación desarrollada en otros deportes de equipo, principalmente del balonmano (debido a la mayor similitud en los requerimientos fisiológicos del deporte y en la longitud del campo), y fútbol (por la importancia de las revelaciones de dichas investigaciones).

#### **1.2.3.2.3 HIIT en deportes de equipo.**

Algunos estudios ya han demostrado los efectos beneficiosos del entrenamiento interválico intenso en la repetición de sprints (Ben Abdelkrim et al., 2007; Edge et al., 2005; Helgerud, Engen, Wisloff y Hoff, 2001; Hermassi et al., 2014; Krusturup y Bangsbo, 2001). Por ejemplo, Edge et al. (2005) compararon los efectos producidos tras un HIIT con los de un MICT, sobre la capacidad de RSA y en el metabolismo muscular en deportistas, en este caso con mujeres. Tras el entrenamiento realizado a través de cicloergómetro, los investigadores descubrieron que los resultados en RSA fueron mejores a través de HIIT, en vez de con MICT, pero similares mejoras a través de ambos programas en  $\text{VO}_2\text{máx}$  y en el umbral de ácido láctico.

La importancia de este método de entrenamiento en el fútbol fue confirmada anteriormente por Helgerud et al. (2001), quienes entrenaron a un grupo de futbolistas jóvenes de élite, y tras la intervención, mejoraron el  $\text{VO}_2\text{máx}$ , el umbral de lactato, la

economía de carrera y el rendimiento físico en competición. Por otra parte, el número de carreras se duplicaron y las intervenciones con la pelota durante un partido se incrementaron en un 23%. Es decir, demostraron que este tipo de entrenamiento es una estrategia eficaz para mejorar la aptitud aeróbica de los jugadores de fútbol sin efectos negativos en la fuerza, la potencia o el rendimiento del sprint. Sus resultados fueron después confirmados por Impellizzeri et al. (2006) y McMillan et al. (2005), quienes también demostraron que es igualmente efectivo para mejorar la condición física aeróbica y la resistencia específica al fútbol.

En el caso del balonmano conviene destacar la investigación de Florin, Constantin, y Adrian (2013), quienes realizaron una intervención con un equipo profesional de balonmano masculino basada en diferentes duraciones de los intervalos de HIIT. Una vez finalizado el protocolo propuesto, comprobaron que existía una mejora en la velocidad aeróbica máxima (VAM), por lo que consiguieron mejorar su capacidad para repetir pequeños esfuerzos explosivos, que también fue descrita posteriormente por Hermassi et al. (2014). Viaño-Santasmariñas et al. (2018), con jugadores muy entrenados, compararon un protocolo de intervalos largos con otro de intervalos cortos. Una vez concluido el programa de trabajo, observaron mejoras similares en varios parámetros, pero la BT fue aumentada únicamente en el grupo que realizó la modalidad del intervalo corto. Los autores supusieron que no se produjeron cambios en dichas variables debido a que el estímulo no fue lo suficientemente elevado para producir una adaptación neuromuscular, y por consiguiente una mejora en la fuerza explosiva. Estas afirmaciones coinciden con lo descrito por Buchheit et al. (2009b), pero contrarias a las descritas por Dello Iacono, Eliakim y Meckel (2015), aunque puede ser normal debido a que los protocolos estaban diseñados para mejorar la capacidad aeróbica. Por lo que

concluyeron que, a pesar de que ambos programas añadidos a las sesiones habituales de entrenamiento mejoraron los parámetros de RSA, los intervalos cortos pueden ser más efectivos.

Existen estudios que comparan HIIT con otros medios de entrenamiento en deportes como fútbol y balonmano. Este es el caso del estudio de Faude et al. (2014), quienes trabajaron con futbolistas jóvenes y compararon un protocolo de entrenamiento de HIIT y SSG durante el periodo competitivo. Una vez finalizado el estudio, los investigadores apreciaron que el único aumento que se produjo tras estos dos protocolos fue la mejora del umbral anaeróbico individual en la mitad de los participantes, e incluso observaron un empeoramiento de la altura de salto en CMJ en ambos grupos, posiblemente debido a la fatiga. Tampoco fueron los resultados esperados los encontrados por Radziminski, Rompa, Barnat, Dargiewicz y Jastrzebski (2013) quienes, en jugadores de fútbol, compararon dos protocolos, un trabajo de HIIT con otro basado en SSG. La FC media obtenida durante los entrenamientos fue inferior a la esperada (88,7% FC<sub>máx</sub>), y esto probablemente fue el causante de no ser una intensidad suficiente para conseguir mejorar el VO<sub>2</sub><sub>máx</sub>. Además, tampoco fueron significativas las diferencias en sprints de 10 y 30 metros; mejorando únicamente en el sprint de 5 metros en el test de Wingate (potencia y fuerza máxima y trabajo total). Por ello los investigadores concluyeron que los SSG fueron más eficaces para mejorar las habilidades técnicas y las capacidades físicas. Otro trabajo similar, pero con mejores respuestas, fue el diseñado por Dello Iacono et al. (2015). Dichos autores realizaron un estudio en el cual compararon un protocolo interválico corto de alta intensidad con SSG, esta vez con 18 jugadores de balonmano profesionales. Los resultados obtenidos fueron favorables en ambos métodos de entrenamiento, y por dicho motivo los autores concluyeron que ambos

métodos de entrenamiento fueron efectivos a la hora de mejorar los sistemas aeróbicos y anaeróbicos, así como la fuerza. Sin embargo, la mejora producida en los SSG fue mayor que en HIIT en todos los parámetros. Otro estudio de similares características (Buchheit et al., 2009b), en este caso con jugadores de balonmano jóvenes (chicos y chicas), compararon también dos protocolos, uno de HIIT corto y otro protocolo de SSG, pero la duración de este estudio fue mayor, llegando a las 10 semanas. Puede ser un aspecto a tener en cuenta ya que ambos grupos consiguieron mejorar sus valores iniciales en salto vertical, velocidad máxima y media, resistencia a sprint repetidos y fuerza de lanzamiento. En esta ocasión, los SSG consiguieron mejoras mayores que el HIIT en las pruebas de velocidad y cambios de dirección (10 metros y RSA), siendo ligeramente mejores los valores obtenidos en fuerza de lanzamiento, salto vertical y la VIFT para aquellos que realizaron el entrenamiento interválico. Estos autores también evaluaron el índice de resistencia a esfuerzos intermitentes (iEI), el cual mejoró más en aquellos sujetos que realizaron los SSG. Una plausible explicación a este resultado es el mayor porcentaje de tiempo pasado en valores muy cercanos al  $VO_2$ máx por los jugadores que entrenaron a través de SSG frente a los de HIIT (70 vs. 40%, respectivamente). A pesar de este último dato, los autores (Buchheit et al., 2009b) confirmaron la validez de ambos métodos para aumentar la condición física de los jugadores. Ravier, Hassenfratz, Bouzigon y Gros Lambert (2019) compararon las respuestas fisiológicas entre un programa de HIIT corto con un partido de balonmano (6vs6) y con un programa novedoso de SSG (incorporando un trabajo de intervalos) con jugadores de élite de balonmano. Obtuvieron que las FC medias fueron similares en SSG, HIIT y el partido ( $88,80 \pm 2,36$ ,  $90,37 \pm 2,81$  y  $86,88 \pm 3,41\%$  FCmáx, respectivamente), por lo que, a través de ambos protocolos, al igual que con el nuevo formato de SSG, se



pueden provocar los estímulos necesarios para la mejora de la capacidad aeróbica. A parecidas conclusiones, pero en el caso del fútbol ( $17.2 \pm 0,8$  años), llegaron en la publicación de Impellizzeri et al. (2006) tras una investigación en la que compararon los efectos de un trabajo de HIIT largo con otro de SSG (con diferentes formatos y reglas). Tras su implantación y análisis obtuvieron que los deportistas tenían una FC media similar en ambos ( $91,3 \pm 2,23$  vs.  $90,7 \pm 1,2\%$  FCmáx), y que a través de ambos se conseguían las mismas mejoras significativas tanto en capacidad y potencia aeróbica, como en el rendimiento durante un partido (aumentando el tiempo en baja y alta intensidad, disminuyendo el tiempo caminando y aumentando la distancia recorrida). Esto ha sido ratificado por Dellal et al. (2008) también con jugadores de fútbol, que demostraron que algunos formatos de SSG (2vs2 y 8vs8 con portero) pueden inducir similares respuestas en FC que el entrenamiento intermitente de corta duración. Al igual que con su trabajo posterior (Dellal, Varliette, Owen, Chirico, y Pialoux, 2012), en el que demostraron que tanto las intervenciones de SSG como de HIIT son igualmente efectivas en el desarrollo de la capacidad aeróbica y la capacidad de realizar ejercicios intermitentes con COD. Además, estos dos métodos de entrenamiento aplicados durante 6 semanas indujeron un efecto similar en la capacidad de recuperación y en la capacidad de repetir cambios de dirección de  $180^\circ$ . En cambio, Bravo et al. (2008) compararon un protocolo de entrenamiento de HIIT largo con un protocolo de RSA en jugadores junior de alto nivel. Las mejoras a través de RSA fueron superiores que las del HIIT en la resistencia intermitente, mientras que a través de HIIT no se consiguieron mejoras en RSA medio. Pero con ambos fueron significativas los cambios en  $VO_2$ máx.

Como trabajo más novedoso se encuentra el realizado en fútbol por Poulos et al. (2018). Los autores diseñaron una metodología combinada que pusieron en práctica con

jóvenes jugadores, en la que fueron divididos en tres grupos: a) uno de ellos combinaba un trabajo interválico y SSG en sesiones alternas; b) otro grupo realizaba un MICT; y c) un grupo control que realizaba los entrenamientos habituales. Estas sesiones eran adicionales a sus entrenamientos habituales durante las 8 semanas que duró, pero no consiguieron mejorar los parámetros cardiorrespiratorios, ni la potencia, la agilidad, la fuerza muscular o el sprint de 35 metros. Únicamente aumentaron significativamente en el rendimiento del sprint de 10 metros, es decir, mejoraron su habilidad de aceleración.

#### **1.2.3.2.4 La utilización de HIIT en baloncesto.**

Para los diseños de protocolos de HIIT en baloncesto se deben tener en cuenta diversos aspectos, como que debido a la naturaleza del baloncesto (muy semejante a la del balonmano), hace que sea un deporte intermitente con episodios repetidos de actividades cortas de alta intensidad (2-6 segundos) realizadas con intervalos cortos. Por lo tanto, de acuerdo con el principio de especificidad de entrenamiento, es plausible suponer que el HIIT con intervalos cortos puede abordar las demandas específicas de balonmano, y por lo tanto del baloncesto, y proporcionar adaptaciones de entrenamiento más específicas (Viaño-Santamarinas et al., 2018). Así mismo, adoptar recuperaciones pasivas ha demostrado que son más efectivas y beneficiosas para reducir la fatiga y mejorar el rendimiento en las repeticiones de los esfuerzos a alta intensidad, posiblemente debido a una mayor disponibilidad de oxígeno para el metabolismo oxidativo que durante el juego o durante una recuperación activa (Castagna et al., 2008a; Spencer, Bishop, Dawson, Goodman y Duffield, 2006). Y según abogan Stojanović et al. (2018) las fases de recuperación pasiva son un método más

beneficioso para con el fin de mejorar la capacidad de mantener las actividades intermitentes de alta intensidad.

En cuanto a los estudios que han abordado esta metodología en baloncesto, conviene señalar el trabajo de Attene et al. (2014) quienes comprobaron que, tras un entrenamiento intermitente en jóvenes jugadoras de baloncesto, se conseguía mejorar su BT (que implica una mejora en el metabolismo anaeróbico), una mejora en su TT y un incremento en la velocidad final, y dichas mejoras fueron superiores a la conseguidas a través del entrenamiento de RST. Más reciente es la publicación de Sánchez-Sánchez et al. (2018) con jugadoras de nivel nacional. En este caso, compararon los efectos de 1 y 3 COD de 180º en un programa de entrenamiento de HIIT corto. Comprobaron cómo en ambos grupos había un incremento en el test V-cut, mientras que las mejoras en RSA medio y VIFT fueron mejores a través de los 3 COD, posiblemente provocada por el SSC implícito en los COD. Por lo que concluyeron que la inclusión de 3 COD provocaba mayores efectos que la de uno. En cambio, no apreciaron cambios significativos en el BT tras ninguno de los protocolos, y sí un deterioro después del período de entrenamiento experimental con los 3 COD tanto con los miembros dominantes como con los no dominantes (a través de un test de una sola pierna), probablemente inducido por los niveles de fatiga. La mejor respuesta encontrada en los 3 COD se encontraría respaldada por la investigación de Grimal y Lorenzo (2018), en la que comprobaron que la inclusión de 2 COD de 180º producía una mayor implicación fisiológica frente a 1 COD ( $94,93 \pm 4,23$  vs.  $89,78 \pm 5,35\%$  FC<sub>máx</sub>) en un protocolo de HIIT corto (corrían durante 15 segundos a una velocidad correspondiente al 90% de su VIFT y, durante 15 segundos, realizaban un descanso activo hasta completar una serie de entre 7 y 10 minutos, para volver a

repetirla tras 8 minutos de descanso pasivo) en jugadores jóvenes de baloncesto (15,01±0,45 años).

Tal y como se ha citado anteriormente, existen diversos estudios en el ámbito científico que han comparado los resultados de un protocolo de HIIT con otro método de entrenamiento, principalmente con SSG, pero son muy escasos dichos trabajos con jugadores de baloncesto. Una de las principales investigaciones en este ámbito es la desarrollada por Delextrat y Martínez (2014), quienes realizaron una intervención comparando los diferentes efectos en dos grupos de jóvenes jugadores de baloncesto, uno de ellos entrenaba a través de HIIT (2 series de entre 8 y 13 minutos, en el que corrían 15 segundos al 95% de su VIFT y descansaban activamente 15 segundos) y otro grupo entrenaba a través de SSG (2 series de 2 o 3 bloques de repeticiones de 3 o 4 minutos en un formato de 2vs2 y combinando media pista y la pista completa). No se observaron cambios tras ninguna de las dos intervenciones en los valores de RSA, pero sí que a través de ambos métodos de entrenamiento se encontraron mejoras en la capacidad aeróbica, aunque superior a través de HIIT. No obstante, se encontraron mayores mejoras en otros valores (habilidades defensivas y de tiros o fuerza de tren superior) tras el programa de SSG. Posteriormente, siguiendo la misma línea de trabajo, Delextrat et al. (2018) realizaron otra intervención con jugadores junior (14,3±0,5 años) a través de un protocolo de HIIT corto (2 series de entre 8 y 13 minutos, en el que corrían 15 segundos al 95% de su VIFT y descansaban activamente 15 segundos). Obtuvieron unos valores de FC media registrada del 90,5±2,2% FC<sub>máx</sub>, y tras la cual consiguieron una mejora en VIFT y PD. Sin embargo, hay que puntualizar que el protocolo del test RSA utilizado fue diferente al habitual, ya que los autores utilizaron un test de dos repeticiones de sprints de 15 segundos intercalados con 15 segundos de descanso

pasivo, mientras que el utilizado en la gran mayoría de los estudios son 6 o 10 sprints de 30 metros con 1 COD (15m+15m) intercalados por 30 segundos de recuperación (Caprino et al., 2012; Castagna et al., 2007a; Dello Iacono et al., 2016). En este estudio analizaron también un protocolo de SSG, obteniendo una FC media muy similar ( $90,6 \pm 2,2\%$  FCmáx), también consiguiendo mejoras significativas semejantes tanto en VIFT como en PD.

En la siguiente tabla (tabla nº 13) se exponen las investigaciones más significativas sobre intervenciones con HIIT en deportes de equipo, a veces comparando con SSG (Buchheit et al., 2009b; Delextrat et al., 2018; Delextrat y Martínez, 2014; Dellal et al., 2012; Dello Iacono et al., 2015; Faude et al., 2014; Impellizzeri et al., 2006; Radziminski et al., 2013; Ravier et al., 2019), otras comparando con RSA (Attene et al., 2014; Bravo et al., 2008), otros con MICT (Edge et al., 2005); mientras que otras simplemente utilizan un protocolo de HIIT (Florin et al., 2013; Helgerud et al., 2001; Hermassi et al., 2014; Poulos et al., 2018; Sánchez- Sánchez et al., 2018; Viaño- Santasmarinas et al., 2018).

Tabla 13. Resumen de los estudios que analizan los entrenamientos a través de HIIT.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	PROTOCOLO (deporte, duración y frecuencia entrenamientos)	FORMATO	CONCLUSIONES
Helgerud et al. (2001)	18,1±0,8	FT/ 8 semanas y 2 entrenamientos semanales	4x4' al 90-95% FCmáx y 3' desc. activo al 60-70% FCmáx	Mejoraron VO <sub>2</sub> máx (11%), umbral de lactato (16%), economía de carrera (7%) y distancia recorrida durante un partido (20%) y la intensidad media (5%) durante los partidos
Edge et al. (2005)	19±1	Deportistas/ 5 semanas y 3 entrenamientos semanales	HIIT= 6-10 x 2' al 120-140% umbral de lactato	HIIT resulta en mayores mejoras en RSA que MICT (13 vs. 8,5%), pero en ambos similares en VO <sub>2</sub> máx (10-12%) y en el umbral de ácido láctico (8-10%)
			MICT= 20-30' continuos al 80-95% umbral de ácido láctico	
Impellizzeri et al. (2006)	17,2±0,8	FT/ 12 semanas y 2 entrenamientos semanales	HIIT= 4x 4' al 90-95% FCmáx y 3' desc. activo	A través de ambos se mejoraba la capacidad aeróbica y el rendimiento
			SSG= 3vs3, 4vs4 y 5vs5	
Bravo et al. (2008)	17,3±0,6	FT/ 7 semanas y 2 entrenamientos semanales	HIIT= 4x4' al 90-95% FCmáx, 3' desc. activo al 60-70% FCmáx	HIIT consiguió mayores mejoras en YYRTL1 (28,1 vs. 12,5%), y en ambos aumentó VO <sub>2</sub> máx (5,8%).  Sin cambios en CMJ, sprint 10 m ni en PD
			RSA= 3x6 (40m) 20" desc. pasivo y 4' desc. pasivos, 1 o 2 COD 6 (40m) 20" desc. pasivo y 4' desc. pasivo.  1 o 2 COD	

Tabla 13. Resumen de los estudios que analizan los entrenamientos a través de HIIT.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	PROTOCOLO (deporte, duración y frecuencia entrenamientos)	FORMATO	CONCLUSIONES
Buchheit et al. (2009b)	15,5±0,9	BM/ 10 semanas y 2 entrenamientos semanales	HIIT= 6-12' (15" al 92-100% VIFT y 15" desc. pasivo)	Ambos mejoraron igual RSA medio (3,9%), BT (3,5) y VIFT (6,3%)
			SSG= 4vs4. 2-4 x 2'30" a 4' 15"	
Dellal et al. (2012)	26,3±4,7	FT/ 6 semanas	HIIT= 2x7-10 (30"-30", 15"-15", 10"-10" (al 95-100% VIFT)) y 5-6' desc.	Ambos igual de efectivos para mejorar capacidad aeróbica (5-6%) y resistencia intermitente (5-6%)
			SSG= 2vs2 y 1vs1 (5x1'30"- 2'30" y 1'30"-2' desc.)	
Florin et al. (2013)	26,94±3,78	BM/ 8 semanas	Desde 5x 5' al 85% VIFT, hasta 30"-30", 20"-20" al 110% VIFT	Mejoraron su VAM (9,5%)
Radziminski et al. (2013)	15,1±0,67	FT/ 8 semanas y 2 entrenamientos semanales	HIIT= 5x 4' y 3' desc. activo	No se mejora VO <sub>2</sub> máx
			SSG= 3vs3. 5x 4' y 3' desc. activo	

Tabla 13. Resumen de los estudios que analizan los entrenamientos a través de HIIT.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	PROTOCOLO (deporte, duración y frecuencia entrenamientos)	FORMATO	CONCLUSIONES
<b>Hermassi et al. (2014)</b>	17±1,2	BM/ 7 semanas y 2 entrenamientos semanales	30' (1-4 x (5x20"-20") o (1x10"-10") al 110-130% MAS y 3' desc.	Mejoraron MAS, BT (2,9%), TT (2,8%), PD (10%) y CMJ (8,4%)
<b>Faude et al. (2014)</b>	16,5±0,8	FT/ 4 semanas y 2 entrenamientos semanales	HIIT= 2x 12-15 (15"-15" 140% IAT), 10' desc.	Aumentaron el IAT (42% participantes), mientras que el salto empeoró (-2,3%)
			SSG= 4x4' de 3vs3 y 4vs4	
<b>Delextrat y Martínez (2014)</b>	16,0±0,6 y 16,3±0,8	BC/6 semanas y 2 entrenamientos semanales	HIIT= 2 x 8-13' (15" al 95% VIFT y 15" desc. activo)	Ambos aumentan la capacidad aeróbica (4,1 vs, 3,4%), pero no RSA
			SSG= 2vs2. 2x (2-3 x 3'-4'15"), ½ y 1 pista	
<b>Attene et al. (2014)</b>	14,50±0,53 y 14,88±0,35	BC/ 6 semanas y 2 entrenamientos semanales	HIIT= 3x 5' (20" al 80-90% YYRTL1 - 20" desc. activo) y 3' desc. pasivo	Mejoras mayores a través de HIIT: BT (6,2%), TT (26,9%) y un incremento en la velocidad final (1,23%)
			RSA= 3 x 6-8 15m+15m y 20" desc. pasivo y 4' desc. pasivo	



Tabla 13. Resumen de los estudios que analizan los entrenamientos a través de HIIT.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	PROTOCOLO (deporte, duración y frecuencia entrenamientos)	FORMATO	CONCLUSIONES
Hermassi et al. (2014)	17±1,2	BM/ 7 semanas y 2 entrenamientos semanales	30' (1-4 x (5x20"-20") o (1x10"-10") al 110-130% velocidad final YYRTL1 (MAS) y 3' desc.	Mejoraron MAS, BT (2,9%), TT (2,8%), PD (10%) y CMJ (8,4%)
			SSG= 3vs3. 2x (5x 2'25" - 3'), 1' desc. pasivo en 1 pista	
Viaño-Santasmarinas et al. (2018)	22,7±3,9	BM/ 6 semanas y 2 entrenamientos semanales	HIIT CORTO= 2x 22 (10" al 95% VIFT -10" desc. pasivo) y 5' desc. pasivo	Ambos mejoraron RSA medio (~2%), TT (~2%), PD (~33,5%) y en VIFT (~8%). Pero en intervalos cortos además se consiguió mejorar el BT (2,73%). No mejoraron velocidad ni capacidad de salto
			HIIT LARGO= 5x 3' al 85% y 88% VIFT y 3' desc. pasivo	
Sánchez-Sánchez et al. (2018)	17,2±1,1	BC/ 6 semanas y 2 entrenamientos semanales	2x 6' (10" al 90%VIFT y 10" desc. activo) y 3' desc pasivo. Con 1 COD o 3 COD	A través de ambos se mejoró V-cut (5,5-6%), pero las mejoras fueron superiores a través de 3 COD en VIFT (4,5%) y RSA medio (2,7%)
Delextrat et al. (2018)	14,3±0,5	BC/ 6 semanas y 2 entrenamientos semanales	HIIT= 2x 8' a 13' (15" al 95% VIFT y 15" desc. activo)	Mejoraron VIFT (3,4%) y PD (62,5%), y además la capacidad de re-oxigenación muscular durante la repetición de sprints
			SSG= 2vs2. 2x (2-3 x 3'-4'15") y 2' desc. 1 y ½ pista	

Tabla 13. Resumen de los estudios que analizan los entrenamientos a través de HIIT.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	PROTOCOLO (deporte, duración y frecuencia entrenamientos)	FORMATO	CONCLUSIONES
<b>Poulos et al. (2018)</b>	19±1	FT/ 8 semanas y 2 entrenamientos semanales	HIIT (8' de 15" al 120 VO <sub>2</sub> máx y 15" desc. pasivo) + SSG (4x4'al 90%VO <sub>2</sub> máx y 3' desc. pasivo)	No mejora la capacidad cardiorrespiratoria, sólo la capacidad de aceleración (sprint 10m)
<b>Ravier et al. (2019)</b>	23,8±4,4	BM	HIIT= 2x 10' (30" al 95%VIFT y 30" pasivo) y 2' desc. pasivo	La FC medias y zonas de intensidad fueron similares en SSG que en HIIT y al partido, y podrían obtener mejoras en la capacidad aeróbica a través de su entrenamiento
			SSG= 2x 10' (3vs3 + portero 30"x30" pasivo) y 2' desc. pasivo	
			Partido (6vs6)	

Notas: BM= balonmano; FT= fútbol; BC= baloncesto; RUG= rugby; HOC= hockey; IAT= umbral anaeróbico individual; MAS= velocidad final YYRTL1.

Como conclusiones más importantes de las distintas investigaciones realizadas en este ámbito se pueden señalar las siguientes:

1. Este tipo de entrenamiento alterna fases de trabajo de intensidad máxima o cercanas al máximo (desde el 80% a más del 100%  $\text{VO}_2\text{máx}$ ) con fases de recuperación.
2. Gracias al control estricto de la intensidad individualizada de los ejercicios, se sabe que el HIIT es un estímulo de éxito para mejorar el rendimiento aeróbico, y también el rendimiento anaeróbico debido a que provoca estrés en las vías anaeróbicas.
3. Entrenar en  $v\text{VO}_2\text{máx}$  o en intensidades cercanas a él estimula la mejora del sistema aeróbico.
4. Para que las adaptaciones del entrenamiento sean efectivas, con intervalos largos o cortos será necesario utilizar un ratio de trabajo/descanso superior a 1.
5. Entrenamientos basados en RST y SIT consiguen valores menores en  $T@\text{VO}_2\text{máx}$  a pesar de utilizar intensidades más elevadas que el resto de protocolos.
6. El nivel de  $\text{VO}_2\text{máx}$  se incrementa generalmente más por HIIT que por MICT, mientras que SIT y MICT mejoran de manera similar  $\text{VO}_2\text{máx}$ .
7. Se debe adecuar el método de entrenamiento (variables del entrenamiento) a la especialidad deportiva para aumentar la especificidad del estímulo.
8. Los entrenadores deben comenzar a incorporar sesiones de HIIT para promover las adaptaciones aeróbicas y anaeróbicas específicas de su deporte a medida que los periodos competitivos empiezan a acercarse (unos 3 meses antes) (Hoffmann et al., 2014).
9. Este tipo de entrenamientos ofrece mejoras en un corto lapso de tiempo. Por ello es adecuado antes de una competición si se quiere reducir el volumen de entrenamiento, para mantener las adaptaciones para la competición (Kubukeli et al.,

2002; Laursen y Jenkins, 2002), para cuando hay falta de tiempo (Gibala y McGee, 2008) o para proporcionar un estímulo que genere adaptaciones que el ejercicio continuo no puede estimular (Laursen y Jenkins, 2002).

10. La inclusión del HIIT durante las sesiones de entrenamiento puede dar lugar a mejoras importantes en el  $VO_2$ máx de los deportistas, utilizando tiempos de trabajo menores a los tradicionales.

### **1.2.3.3. Los “Small-Sided Games” (SSG).**

El rendimiento en deportes de equipo se ve enormemente beneficiado por los tipos de entrenamientos que incluyen esfuerzos similares a los demandados en la competición (Sánchez-Sánchez et al., 2017), tales como los SSG, debido a que simulan o se basan en los patrones de movimiento específicos y exigencias fisiológicas del deporte, por lo que mejoran aspectos técnico-tácticos, a la vez que mejoran la condición física (Buchheit et al., 2009b; Dello Iacono et al., 2016; Hill-Haas et al., 2011). Dicho método de entrenamiento debe ser considerado una alternativa a los métodos tradicionales, ya que al contrario de lo que sucede con HIIT, al introducir el balón y los roles específicos de la competición, se trabajan aspectos físicos a la par que los aspectos decisionales y perceptivos en situaciones de estrés y fatiga, tal y como sucede en los partidos.

Los SSG son versiones reducidas y ajustadas de los modelos de competición real de los diferentes deportes (situaciones analíticas y limitadas), que incorporan el trabajo de habilidad y movimientos específicos del deporte a intensidades suficientemente altas como para promover adaptaciones en el sistema aeróbico. Esto es de vital importancia porque es la capacidad aeróbica la que permite a los jugadores mantener y repetir sprints y los movimientos a alta velocidad (Halouani, Chtourou, Gabbett, Chaouachi y

Chamari, 2014). Gracias a diversos estudios se ha corroborado el beneficioso efecto que provoca la utilización de los SSG en el sistema aeróbico y anaeróbico, así como en la agilidad, en la RSA, en la capacidad de salto o en la resistencia intermitente, o incluso beneficiando las habilidades técnicas como el tiro (Castagna et al., 2007b y 2011; Delextrat y Martínez, 2014; Halouani et al., 2014; Hammami, Gabett, Slimani y Bouhleb, 2018; Matthew y Delextrat, 2009). Al mismo tiempo, resultan idóneos para mejorar los gestos específicos en situaciones de fatiga, así como la toma de decisiones y la resolución de problemas (Clemente, 2016). En este sentido, y corroborando las conclusiones anteriores, Leite et al. (2013), a través de un grupo de jugadores de baloncesto U18, buscaban identificar los efectos de la fatiga en las variables fisiológicas, estándares de tiempo y movimiento y en la organización espacial. Sus resultados sugirieron que se debían plantear más entrenamientos con ejercicios intermitentes y con fatiga para conseguir mejorar las decisiones colectivas y consecuentemente mejorar el juego de equipo, debido a que los resultados muestran que, con la fatiga, los jugadores recorren menos distancias totales y con velocidades más bajas. Además, existe una demostrada transferencia implícita no sólo en baloncesto (Conte, Favero, Niederhausen, Capranica y Tessitore, 2015b; Sampaio, Abrantes y Leite, 2009), sino también en otros deportes como fútbol (Casamichana y Castellano, 2010), balonmano (Morales y Arias-Estero, 2015) o rugby (Muñoz-Chavez, Reigal, Hernández-Mendo y Raimundi, 2015); a la vez que crean una mayor motivación comparándolos con los entrenamientos tradicionales no específicos (Hill-Haas et al 2011; Stone y Kilding, 2009). Finalmente, Greco, Memmert y Morales (2010) concluyeron que solo a través de diferentes SSG, y no a través de entrenamientos estructurados tradicionales de las habilidades de baloncesto, se conseguía mejorar la creatividad y la inteligencia.

Sin duda alguna, conocer los efectos y la respuesta fisiológica provocada por los distintos tipos de SSG va a ser de gran interés para afinar la prescripción de estos entrenamientos para optimizar sus beneficios. Una de las razones de que los SSG sean tan utilizados en deportes colectivos, como en baloncesto, es debido a la variabilidad del número de jugadores, tamaño del campo y reglas, pero aun así siguen manteniendo la esencia del deporte en cuestión. Modificando una serie de variables en los SSG (algunas de ellas se acaban de citar) se pueden modificar los objetivos e intensidades. Ya existen numerosos estudios en baloncesto que han descrito, analizado, revisado y comparado los efectos de diversas modificaciones alterando: el terreno de juego y el número de jugadores (Atli, Köklü, Alemdaroğlu y Koçak, 2013; Castagna et al., 2011; Clemente, 2016; Conte, Favero, Niederhausen, Capranica y Tessitore, 2016; Delextrat y Kraiem, 2013; Klusemann, Pyne, Foster y Drinkwater, 2012), el ratio de tiempo juego-descanso (Klusemann et al., 2012; Sampaio et al., 2009) o el apoyo verbal del entrenador (Gracia et al., 2014; Sampaio et al., 2009; Sánchez-Sánchez et al., 2017).

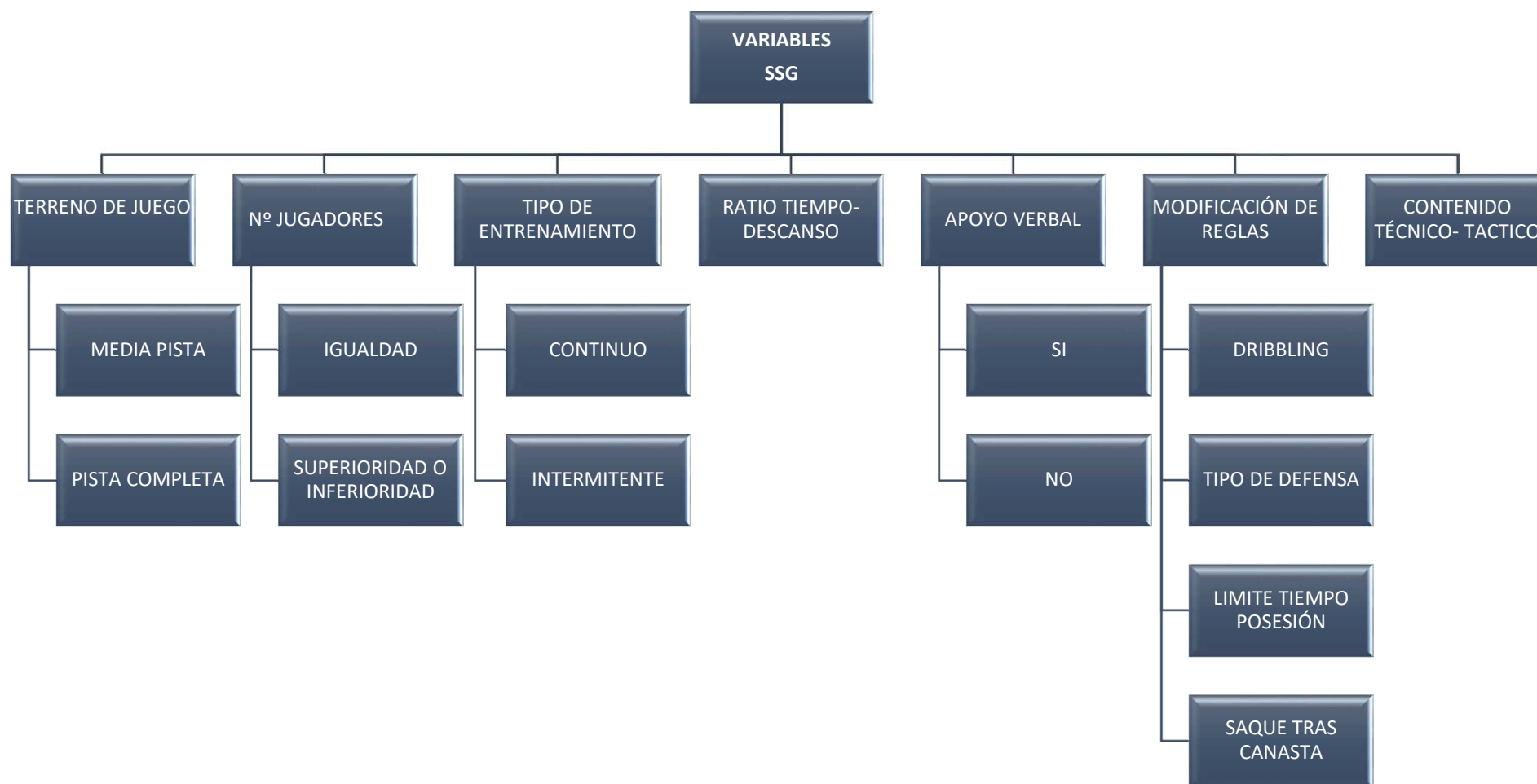


Figura 7. Esquema de las variables a tener en cuenta para el diseño de los SSG

### 1.2.3.3.1. Tipo de entrenamiento.

En cuanto al tipo de entrenamiento destaca la investigación más reciente planteada por Sansone et al. (2019). Dichos autores quisieron comprobar como afectaba un 3vs3 en media pista a jugadores semiprofesionales lituanos, utilizando dos tipos de intervalos: uno largo y otro corto. Aunque no encontraron que hubiera diferencias en la FC entre ellos ( $\sim 90\%$  FCmáx), el “external player load” o carga externa (trabajo físico basado en el movimiento, con datos derivados de GPS o acelerómetros o análisis de time-motion como número de sprints, saltos o distancia recorrida) era superior en los intervalos cortos sobre los largos ( $147 \pm 18,2$  vs.  $137,9 \pm 14,6$  unidades arbitrarias -u.a.-). En base a estos datos, los autores concluyeron que en los intervalos cortos (por el ratio trabajo-descanso) se veía reducido el estrés metabólico y por lo tanto la fatiga neuromuscular, y por ello los jugadores percibían menos fatiga. Esto podría implicar que este tipo de trabajos pudieran ser ejecutados a un ritmo superior, lo que estaría de acuerdo con la investigación de Klusemann et al. (2012), quienes describieron que había más movimientos de alta y moderada intensidad en los regímenes cortos, siendo más semejantes a los movimientos necesarios para la competición. La ausencia de diferencias en la FC entre los dos tipos de intervalos, sin embargo, es contrario a lo reportado por Conte et al. (2016), quienes comprobaron que el formato continuo obtenía una mayor % FCmáx y RPE que el intermitente. Estos datos opuestos son posiblemente debidos a la diferencia de los ratios trabajo-descanso utilizados en ambas investigaciones. Por todo ello, los autores (Sansone et al., 2019) defienden que los intervalos cortos combinados además con otros factores (como implementar tareas ofensivas en vez de defensivas) van a aumentar la carga fisiológica y la carga interna de trabajo.



### 1.2.3.3.2. Número de jugadores.

En un estudio ya citado anteriormente (Klusemann et al., 2012), determinaron que lo más influyente y determinante es el número de jugadores, por encima de la longitud de la pista. Cuantos menos jugadores hay en la pista más contacto con el balón tienen todos los jugadores y, consecuentemente, cada jugador realiza más acciones técnicas (un 20% más de tiros que en pista completa), mayor frecuencia de sprints y más movimientos de alta intensidad y saltos comparados con un formato mayor (4vs4); además de que promueve la homogeneidad colectiva, ya que con un formato superior decrece la participación individual (Clemente, González-Víllora, Delextrat, Martins y Vicedo, 2017). Estos resultados coinciden con lo expuesto por otros estudios como los de Conte et al. (2016) y el perteneciente a Atli et al. (2013).

En cuanto a la FC, se han analizado las modificaciones del número de jugadores comparándolas con las intensidades alcanzadas en partidos simulados, y se han descrito mayores intensidades en 2vs2 (86-90% FCmáx), en detrimento de 3vs3 (86-88% FCmáx), 4vs4 (83-87% FCmáx) y del 5vs5 (82-90% FCmáx) (Castagna et al., 2011; Delextrat y Cohen, 2008; Clemente et al., 2017; Delextrat y Kraiem, 2013; Delextrat y Martínez, 2014; Klusemann et al., 2012; Sampaio et al., 2009). Por ejemplo, Castagna et al. (2011) analizaron los efectos fisiológicos en jugadores de nivel regional tras acabar la temporada, en diversos ejercicios manipulando el número de jugadores a través de SSG (2vs2, 3vs3 y 4vs4). Analizaron los valores obtenidos tras cada entrenamiento de FC, VO<sub>2</sub>, LA y RPE. Concluyeron que, reduciendo el número de jugadores y manteniendo la misma dimensión de pista, aumentan los valores fisiológicos, y que el 2vs2 provoca los estímulos necesarios para aumentar la capacidad aeróbica y anaeróbica. Delextrat y

Kraiem (2013) llegaron a similares conclusiones, encontrando valores superiores en un formato 2vs2 con respecto a un 3vs3 en todas las posiciones de juego, y obteniendo, en ambos formatos, los datos más bajos en los pívots frente a bases y aleros. En cambio, Montgomery et al. (2010) compararon las respuestas físicas y fisiológicas durante un 5vs5 en media pista con un 5vs5 con juego real o simulación de partido. Los resultados mostraron que la FC media en competición ( $162\pm 7$  ppm) era sustancialmente mayor que el juego simulado ( $147\pm 10$  ppm), mientras que el RPE era inferior en el partido (7 vs. 9 u.a.). Castagna et al. (2005) analizaron la FC en 2vs2, 3vs3 y 5vs5 en pista completa, y ratificaron que el formato con menor número de jugadores en pista es el que mayor demanda obtenía. En la misma línea de trabajo y resultados, Vaquera et al. (2017b), entrenaron diferentes formatos de SSG (1vs1, 2vs2, 5vs5 y 3vs2) durante 6 semanas en jugadores junior, y obtuvieron unos datos acordes a lo ya citado. En este estudio, el 2vs2 y el 5vs5 son los formatos que supusieron un estímulo suficientemente alto, a pesar de que en el formato con menos jugadores obtuvieron números ligeramente inferiores a los obtenidos en jugadores de élite por Klusemann et al. (2012) o los alcanzados en jugadores de nivel regional italianos (Castagna et al., 2011).

Siguiendo con la investigación sobre la influencia del número de jugadores, aunque con diferencias en los formatos de los SSG, se encuentra el estudio de Vaquera, Suárez, Vidania y Calleja (2017a) con jugadores junior. Este artículo se ha centrado en SSG muy utilizados en los entrenamientos de baloncesto y que engloban en su dinámica a todos los jugadores (no hay jugadores descansando, todos están interactuando en los ejercicios y esto provoca una alta intensidad: 3vs3vs3vs3, 4vs4vs4, 5vs5vs5 y 3vs2 continuo), y todos ellos realizados a pista completa. Como se ha concluido ya previamente, a menor número de jugadores implicados en los SSG mayor intensidad se

consigue, tanto de FCmáx como de RPE, por lo que los esfuerzos realizados por cada deportista son mayores y al contar con más espacio se recorre más distancia (1,25, 1,21, 1,15 y 1,11 km respectivamente). Por ello 3vs3vs3vs3 es el que mayor carga interna y externa provoca a los jugadores.

También ha habido investigaciones que han intentado comparar la exigencia de diferentes SSG con las demandas de una competición. Este es el caso de un estudio en el que midieron y compararon las diferencias en la carga de trabajo cardiovascular (FC) y el time-motion con un partido amistoso (Torres-Ronda et al., 2016). Los autores determinaron que la FC media y la FCmáx fueron superiores en la competición simulada ( $78\pm4\%$  y  $97\pm3\%$  FCmáx, respectivamente) frente a los diferentes formatos de SSG estudiados (5vs5, 4vs4, 4vsX, 3vs3, 3vsX, 2vs2, 2vsX, 1vs1 y Xvs0). No obstante, la situación de 1vs1 fue la más exigente (tanto en pista completa como en media), ya que los jugadores llevaron a cabo  $52\pm8$  y  $46\pm12$  movimientos por minuto respectivamente, mientras que en la competición tan sólo  $33\pm7$ . Además, en este formato, los jugadores pasaron el mayor porcentaje del tiempo en alta intensidad (33%) y menor tiempo en baja intensidad (39%) entre parado y andando. Por lo que los autores concluyeron que, con menos jugadores, más movimientos, más tiempo en alta intensidad y menos tiempo en baja intensidad, a pesar de que en el partido amistoso y en el 5vs5 se registraron las mayores demandas cardiovasculares, posiblemente por el propio estímulo y transferencia de las situaciones competitivas.

#### **1.2.3.3.3. Terreno de juego.**

Buscando el mismo objetivo de reducir el ratio de jugadores por espacio, se encuentra la opción de reducir el tamaño del campo de juego. El estudio de McCormick et al. (2012)

se halla en esta línea de investigación. Los autores compararon las acciones ofensivas entre 3vs3 y 5vs5 y determinaron que a menor pista y menos jugadores mayor volumen de juego. Igual que Atli et al. (2013), quienes observaron que en un 3vs3 en media pista se observaba una FC superior que en pista completa. No del todo de acuerdo está la publicación de Marcelino et al. (2016). En ella, los autores analizaron los efectos del tamaño de la pista (pista completa y reducida) en la respuesta fisiológica y física en jugadores de élite. Los resultados determinaron que estas diferentes longitudes de pistas inducen similares respuestas en los jugadores, y los jugadores tienden a sentir mayor esfuerzo (aunque no fue significativa la diferencia) en las pistas más grandes, y ninguno de los dos formatos provocaron una fatiga aguda, por ello no se vió reflejado en un decremento significativo en el test RSA. Otros estudios también están de acuerdo con que, a mayor longitud de pista, mayores frecuencias cardíacas y mayor esfuerzo percibido, como el realizado por Klusemann et al. (2012) ( $85\pm 4$  vs.  $84\pm 5\%$  FC<sub>máx</sub> y  $7\pm 2$  vs.  $6\pm 2$  u.a., respectivamente). No obstante, como ya se comentó anteriormente, este hecho tiene una menor influencia que el formato del SSG, tanto en la FC como en el RPE.

#### **1.2.3.3.4. Apoyo verbal.**

Existen más estudios que van en la misma línea de esta hipótesis, pero en el diseño intervienen otras variables, como en el trabajo de Gracia et al. (2014), en el que concluyeron que en un formato 3vs3 con apoyo verbal del entrenador incrementaba significativamente el tiempo trabajado en alta intensidad (aboradando correcciones y principalmente refuerzos positivos y demandando mayor intensidad en el juego). Sin embargo, en un formato 4vs4, el mismo apoyo reducía el tiempo pasado en ese nivel de intensidad. Por lo que parece confirmar la suposición descrita anteriormente de que uno

de los factores más influyentes es el número de jugadores (más que el apoyo del entrenador en este caso). Aunque en este aspecto, Sánchez-Sánchez et al. (2017) determinaron que, en mujeres de nivel regional, un 3vs3 en media pista con el apoyo verbal incrementaba la RPE. No obstante, este factor no afectaba a las acciones técnicas, a excepción del número de rebotes ofensivos.

#### **1.2.3.3.5. Contenido técnico-táctico específico y modificación de reglas.**

En la literatura especializada, aunque menos, también hay algunas investigaciones acerca de la introducción de variables técnicas o tácticas dentro de los SSG. Según la revisión de Clemente (2016), la modificación de las reglas y el desarrollo de condiciones específicas son comúnmente utilizadas por los entrenadores durante las sesiones de entrenamientos. Por esa razón, también es importante considerar estas modificaciones específicas como una influencia importante para las demandas fisiológicas, físicas y técnicas / tácticas. Este es el caso del trabajo de Conte et al. (2015b), en el que analizaron las diferencias de las demandas fisiológicas y técnicas de los SSG permitiendo (DRB) y sin permitir la acción de driblar (NDRB). Con este trabajo determinaron que los NDRB requerían mayores demandas fisiológicas y mayor número de pases e intercepciones (debido al aumento de la presión defensiva) en jóvenes jugadores, por lo que concluyeron que era una opción válida de modificación de las reglas para conseguir mejorar el desarrollo de las capacidades aeróbicas y anaeróbicas. En este aspecto, Sánchez-Sánchez et al. (2017) determinaron que, en mujeres de nivel regional, en un 3vs3 en media pista el permitir o no el dribbling no afectaba ni a la FC ni al RPE. En el caso de la investigación de Sansone et al. (2019), quisieron comprobar como afectaban las tareas ofensivas o defensivas, y concluyeron que las tareas ofensivas obtenían una

respuesta cardíaca superior que las defensivas, al igual que la carga externa era también superior frente a las tácticas defensivas ( $148 \pm 1,8$  vs.  $137,1 \pm 15,5$  u.a.). Estos datos coinciden con Clemente et al. (2017), aunque al no ser significativas las diferencias, determinaron que el contenido táctico no tiene una influencia crucial en las respuestas fisiológicas. En cuanto a la modificación del tipo de defensa ha habido varios estudios que la han analizado en competiciones o entrenamientos, y concluyeron que la defensa individual frente a una defensa en zona no se correspondía con un aumento significativo en los valores fisiológicos (FC o ácido láctico), pero sí aumentó la intensidad de juego, aumentando el tiempo realizando sprints y reduciendo el tiempo de recuperación total (Ben Abdelkrim et al., 2010c; Montgomery et al., 2010).

A continuación, se expone la tabla nº 14, con las principales investigaciones llevadas a cabo sobre el número de jugadores implicados en los formatos de SSG en baloncesto.

Tabla 14. Resumen de los artículos que han estudiado los SSG en baloncesto atendiendo al número de jugadores.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	SSG	FORMATO	PISTA	LA (mmol/L)	RPE (0-10 u.a.)	% FC, FCmáx, FC media	CONCLUSIONES		
Castagna et al. (2005)	18,9±2,3	2vs2	3-5'	28x15 m			92,1±5,6% FCmáx	Todos provocan respuestas útiles para inducir mejoras en la capacidad aeróbica, pero a menos jugadores más intensidad		
		3vs3					88,2±8,4% FCmáx			
		5vs5					84,0±9,2% FCmáx			
Sampaio et al. (2009)	15,5±0,6	3vs3	4x4' y 3' desc. activo	12 m <sup>2</sup>		3,0±0,5	87,1±4% FCmáx	3vs3 promueve mayores demandas fisiológicas		
		4vs4		16.8 m <sup>2</sup>			4,1±0,8		82,7±4% FCmáx	
Castagna et al. (2011)	18,9±2,3	2vs2	3x4' y 3' desc. pasivo	28x15 m		7,8± 1,2	6,8±1,5	92,0±5,6% FCmáx	A menos jugadores en la misma dimensión de pista se aumentan las demandas fisiológicas	
		3vs3					6,2± 2,3	5,8±1,1		88,0±8,4% FCmáx
		5vs5					4,2± 1,8	4,5±1,8		84,0±9,2% FCmáx
Klusemann et al. (2012)	18,2±0,3	2vs2	4x2.5' y 1' desc. pasivo / 2x5' y 30" desc. pasivo	30x28 m 15x14 m		8±2	86±4% FCmáx	2vs2 con formatos continuos y más longitud, se aumentan las demandas técnicas, fisiológicas y físicas		
		4vs4					6±2		83±5% FCmáx	

Tabla 14. Resumen de los artículos que han estudiado los SSG en baloncesto atendiendo al número de jugadores.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	SSG	FORMATO	PISTA	LA (mmol/L)	RPE (0-10 u.a.)	% FC, FCmáx, FC media	CONCLUSIONES
McCormick et al. (2012)	15	3vs3	2x8'	12,8x 9,14 m			166,82±10,64 FC media	3vs3 provoca un mayor volumen de juego por jugador
		5vs5		25,6x 15,24 m			165±9,60 FC media	
Atli et al. (2013)	15,5±0,5	3vs3	4x4' y 2' desc. pasivo	14x15 m			76,3±2,5% FCmáx	A más longitud mayores FC, pero a menor pista se provocan más acciones técnicas
				28x15 m			85,6±3,1% FCmáx	
Delextrat y Kraiem (2013)	16,6±1,0 15,8±0,9 16,1±0,6	2vs2	3x4' y 1' desc. activo	28x7,5 m			~ 90% FCmáx	2vs2 es preferible para entrenar la capacidad aeróbica
		3vs3					~ 86% FCmáx	
Gracia et al. (2014)	14,5±1,5	3vs3	4x3' desc. activo. Con o sin entrenador	14x15 m			Sin= 47,4% Con= 56,9%	El apoyo del entrenador incrementó el tiempo en alta intensidad (>85% FCmáx)
		4vs4					Sin= 74% Con= 67,7%	



Tabla 14. Resumen de los artículos que han estudiado los SSG en baloncesto atendiendo al número de jugadores.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	SSG	FORMATO	PISTA	LA (mmol/L)	RPE (0-10 u.a.)	% FC, FCmáx, FC media	CONCLUSIONES
Conte et al. (2015b)	15,5±0,9	4vs4 NDRB	3x4' y 2' desc. pasivo	28x15 m		8,5±0,2	92,0±0,6% FCmáx	NDRB requiere mayores demandas fisiológicas y un mayor número de acciones
		4vs4 DRB				7,9±0,2	90,0±0,5% FCmáx	
Marcelino et al. (2016)	18,6±0,5	3vs3	4x4' y 3' desc. activo	28x15 m	5,6± 2,6	7,2±1,4		Similares respuestas a ambas longitudes, pero mayor RPE en pista mayor
				28x9 m	6,0± 2,0	6,6±1,4		
Conte et al. (2016)	15,4±0,9	2vs2	CONT: 3x4' y 2' desc. pasivo	28x15 m		8,8±0,9	89,9±3,1% FCmáx	2vs2 en formato continuo provoca mayores demandas fisiológicas y técnicas
		4vs4	INTM: 3x7' (1' - 1' desc. pasivo)			7,7±1,1	97,3±4,2% FCmáx	
Vaquera et al. (2017a)	16,38±1,87	3vs3vs3vs3	3x5' / 60", 90", 120" y 150" desc. pasivo	28x15 m		3,41±1,04	92,2±3,9% FCmáx	3vs3vs3vs3 fue el más intenso con valores superiores de RPE y FCmáx.
		4vs4vs4				2,86±0,78	91,9±2,5% FCmáx	
		5vs5vs5				2,42±0,60	88±3,93% FCmáx	

Tabla 14. Resumen de los artículos que han estudiado los SSG en baloncesto atendiendo al número de jugadores.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	SSG	FORMATO	PISTA	LA (mmol/L)	RPE (0-10 u.a.)	% FC, FCmáx, FC media	CONCLUSIONES
Sánchez-Sánchez et al. (2017)	14,3±0,5	3vs3	3x3' y 90" desc. NDRB y apoyo	14x15 m		5,3±1,2	90,2±3,9% FCmáx	El apoyo verbal incrementó la FC y RPE, pero sin diferencias en acciones técnicas, mientras que el dribbling no afecta
			3x3' y 90" desc. NDRB y sin			6,2±1,4	92,4±3,2% FCmáx	
			3x3' y 90" desc. NDRB y sin			5,5±0,9	91,5±3,3% FCmáx	
			3x3' y 90" desc. NDRB y apoyo			6,2±1,4	92,9±1,9% FCmáx	
Vaquera et al. (2017b)	16±0,6	1vs1	1-3 SSG y 2-3' desc.	7x7,5 m		8,3	79,5±4,4% FCmáx	2vs2 y 5vs5 son los formatos que supusieron un estímulo suficiente
		2vs2		28x15 m		9,1±0,7	83,1±4,2% FCmáx	
		5vs5		~8		91,2±4,7% FCmáx		
		3vs2		~8,5		78,5±7,5% FCmáx		

Tabla 14. Resumen de los artículos que han estudiado los SSG en baloncesto atendiendo al número de jugadores.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	SSG	FORMATO	PISTA	LA (mmol/L)	RPE (0-10 u.a.)	% FC, FCmáx, FC media	CONCLUSIONES
Clemente et al. (2017)	13,7±0,8	3vs3	5´ y 3´ desc. Regular	28x15 m			90,9±4,2% FCmáx	Un formato inferior y un formato ofensivo incrementan la FC y el volumen de juego
		5vs5					87±5,46% FCmáx	
	15,3±1,1	3vs3	Defensivo Ofensivo	17x9 m			87,4±5,1% FCmáx	
		5vs5					84,3±5,1% FCmáx	
Sansone et al. (2019)	21±2	3vs3	3x4´ y 2´ desc.	14x15m			90±5,6% FCmáx	Los intervalos largos combinados con tareas ofensivas provocan una mayor carga
			6x2´ y 1´ desc.				89,8±4,2% FCmáx	
			Ofensivo				91,1±4,1% FCmáx	
			Defensivo				88,7±5,4% FCmáx	

Notas: DRB= Driblar está permitido; NDRB= no permitida la acción de driblar; u.a.= unidades arbitrarias; CONT= formato continuo; INTM= formato intermitente.

Como uno de los principales objetivos del entrenamiento a través de los SSG es conseguir las intensidades necesarias de trabajo para conseguir mejorar el rendimiento, analizando los estudios que se han llevado a cabo sobre dicho tema, se podría concluir que para conseguir la mayor intensidad a través de SSG en baloncesto se debe trabajar: 2vs2, en formato continuo, modificando las reglas (sin tiros libres y reducir el tiempo de posesión o de cambio de campo), sin botes, con defensa individual y con apoyo verbal constante del entrenador.



*Figura 8.* Esquema de las variables que aumentan la intensidad en los SSG.

Al conseguir esta alta intensidad de trabajo se va a conseguir un aumento de la FC, el LA, el RPE y un mayor número de acciones técnicas por jugador y una mayor intensidad de carrera.



*Figura 9.* Esquema de las consecuencias del aumento de la intensidad en los SSG.

#### 1.2.3.3.6. Protocolos de SSG en baloncesto.

Según un trabajo de revisión (Hammami et al., 2018), los períodos de entrenamiento con este tipo de protocolo varían desde las 4 a las 12 semanas de duración, aunque la mayoría oscilan entre las 6 y las 8, con 2 sesiones semanales y consiguiendo una media de  $81,4 \pm 3,0\%$  FCmáx.

Tras conocer cómo afectan las diferentes variables de los SSG a los jugadores de baloncesto, y como se pueden modificar las distintas variables para conseguir los efectos deseados en el entrenamiento, y analizar las principales características de los protocolos, se va a proceder a analizar las distintas investigaciones que las han puesto en práctica. Y este es el caso del trabajo de Delextrat y Martínez (2014). En esta publicación se sugiere que los SSG deben ser prioritarios en el entrenamiento de jóvenes

jugadores, debido a que no sólo mejoraron la capacidad aeróbica sino que, a través de un entrenamiento de 2vs2 combinando pista completa y media pista, consiguieron un estímulo lo suficientemente elevado como para conseguir mejorar la capacidad aeróbica, además de otros parámetros. Aunque, a pesar de ello no consiguieron mejorar la capacidad de repetir sprints (RSA). En una investigación más reciente, Delextrat et al. (2018) a través de un programa similar, también obtuvieron mejoras en la VIFT, además, de que consiguieron mejorar PD (-21,6%), no obstante, se debe puntualizar que el test utilizado en esta investigación, no es el más común. En cambio, Maggioni et al. (2018), que trabajaron a través de un protocolo de 3vs3, consiguieron mejorar la mayoría de las variables, incluyendo una mejora no significativa en  $VO_2$ máx ( $57,4 \pm 6,7$  vs.  $60,2 \pm 9,4$  ml/kg/min), pero no se observaron mejoras, aunque tampoco deterioros, en la altura del salto vertical.

A continuación, se expone una tabla (tabla nº 15) con las principales investigaciones llevadas a cabo con protocolos de SSG en jugadores de baloncesto.

Tabla 15. Resumen de los artículos que han estudiado intervenciones con SSG en baloncesto.

REFERENCIA	POBLACIÓN (años)	PROTOCOLO	FORMATO	RPE (u.a.)	% FC, FCmáx, FC media	CONCLUSIONES
<b>Delextrat y Martínez (2014)</b>	16,0 ± 0,6	6 semanas y 2 entrenamientos semanales	2vs2. 2x (2-3 x 3-4'15") 28x15 y 14x15m		90,6 ± 2,6 % FCmáx	Mejora de capacidad aeróbica (3,4%), la agilidad defensiva (4,5%), las habilidades de tiro (7,4%) y la fuerza del tren superior (7,9%); pero no RSA
<b>Maggioni et al. (2018)</b>	19±1	8 semanas y 3 entrenamientos semanales	3vs3. 4x4 min y 1'desc. 14x15m	5,5±1,3		Es útil para mejorar a la vez las habilidades técnicas y el rendimiento físico, Hay una mejora no significativa de VO <sub>2</sub> máx, pero sí aumenta la distancia en YYRTL1 (20%)
<b>Delextrat et al. (2018)</b>	14,3±0,5	6 semanas y 2 entrenamientos semanales	2vs2. 2x (2-3 x 3'-4'15") y 2'desc. 28x15 y 14x15m	7,6±0,7	90,6±2,2% FCmáx	Mejoraron VIFT y PD (4,1% y 21,6%, respectivamente)

Como conclusiones fundamentales, se establecen las siguientes:

1. La utilización de los SSG permite tanto aumentar la capacidad aeróbica como mejorar la capacidad anaeróbica, a la vez que mejoran los elementos técnico-tácticos.
2. Los SSG pueden integrarse en entrenamientos durante la temporada y en los periodos competitivos para mejorar la condición física, además de continuar con el desarrollo táctico y reducir la fatiga o volumen de las sesiones adicionales de entrenamiento físico.
3. El tipo de SSG más intenso incluye: 2vs2, en trabajo continuo, modificando las reglas (sin tiros libres y reducir el tiempo de posesión o de cambio de campo), en pista completa, sin permitir driblar, con defensa individual y con apoyo constante del entrenador.
4. Una de las variables más determinantes para incrementar la carga fisiológica en los SSG es el número de jugadores implicados en la tarea. A menor número de jugadores, mayor exigencia fisiológica.



## *2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS*



## 2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

### 2.1. Justificación

Es conocido que los deportistas con mayores niveles de  $VO_2$ máx resisten mejor la fatiga y mantienen mejor la intensidad en la repetición de esfuerzos (Gantois et al., 2017). Gracias al control estricto de la intensidad individualizada de los ejercicios que proporciona un HIIT, se sabe que es un estímulo de éxito para mejorar el rendimiento aeróbico y anaeróbico (Ben Abdelkrim et al., 2007 y 2010a; Castagna et al., 2008b; Hermassi et al., 2014; Schelling y Torres-Ronda, 2013; Spencer et al., 2005). Así mismo, un entrenamiento a través de SSG mejora y estimula los patrones y movimientos específicos del juego (acciones técnico-tácticas, repetidos sprints, COD y saltos), al mismo tiempo que los jugadores consiguen una intensidad cercana a los valores de  $VO_2$ máx, lo que permite obtener mejoras en el sistema aeróbico (Buchheit et al., 2009b; Castagna et al., 2007b y 2011; Delextrat y Martínez, 2014; Dellal et al., 2008; Dello Iacono et al., 2015; Halouani et al., 2014; Radziminski et al., 2013; Schelling y Torres-Ronda, 2013).

Comparando ambos tipos de protocolos, Delextrat y Martínez (2014) determinaron que los SSG deberían ser una preferencia en los entrenamientos de jugadores jóvenes de baloncesto. Ya que, aunque hubo similares mejoras en la capacidad aeróbica con ambos métodos, con SSG mejoraron en otros parámetros específicos (agilidad defensiva, habilidad de tiro y potencia de tren superior). Del mismo modo, Dellal et al. (2012) demostraron que las intervenciones con ambos métodos de entrenamiento son igualmente efectivas en el desarrollo de la capacidad aeróbica y la capacidad de realizar ejercicios intermitentes con COD y en la capacidad de recuperación. Sin embargo, aún

existe mucha controversia sobre los efectos de cada uno de estos protocolos en la RSA, ya que hay trabajos que sí reportan mejoras en esta capacidad (Attene et al., 2014; Buchheit et al., 2009b; Delextrat et al., 2018; Viaño-Santasmarrinas et al., 2018), mientras que otras investigaciones no señalan dichos beneficios (Bravo et al., 2008; Delextrat y Martínez, 2014; Hill-Haas et al., 2009; Marcelino et al., 2016), o sólo se encuentran en deportistas de niveles elevados de experiencia en el entrenamiento (Rodríguez-Fernández, Sánchez-Sánchez, Rodríguez-Marroyo, Casamichana y Villa, 2017).

Actualmente, tras una revisión en bases de datos, no se ha encontrado ninguna investigación que haya comprobado los efectos tras un protocolo de entrenamiento combinado de HIIT y SSG en baloncesto, por lo que éste será el objeto principal de estudio. De hecho, no se ha podido encontrar ningún estudio que ni siquiera los haya combinado en la misma sesión. Lo más semejante que se ha descubierto, son dos publicaciones y ninguna centrada en el baloncesto (Harrison et al., 2015; Poulos et al., 2018), que han combinado dichos métodos, pero en sesiones alternas, y describiendo resultados opuestos. Poulos et al. (2018) trabajaron con jugadores de fútbol, con los que entrenaron a través de una combinación de HIIT en línea recta y SSG, pero no comprobaron mejoras en los parámetros de resistencia cardiorrespiratoria. Mientras que Harrison et al. (2015), con adolescentes deportistas, combinaron también HIIT (en línea recta) y SSG (juego deportivo). En este caso los resultados sí fueron positivos, mejoraron el  $VO_2$ máx y la VIFT, al igual que apreciaron una disminución del tiempo de sprint (5 metros). Por lo que concluyeron que fue un método eficaz, y que la prescripción de ambos debe ser adoptada en jugadores jóvenes de deportes de equipo.

Ante esta situación, y teniendo en cuenta las necesidades de los jugadores presentados en el marco conceptual, realizando un entrenamiento combinado dentro de la misma sesión, con HIIT (incluyendo COD) y SSG (controlando diversas variables), y se podrían aumentar las mejoras producidas por los protocolos analizados, a la par que mejorar el RSA, ya que se ha determinado que se necesitan entrenamientos específicos a intensidades muy altas para producir mejoras en RSA (Castagna et al., 2007a), y que según autores como Castagna et al. (2008a) o Spencer et al. (2005), por la naturaleza intermitente del baloncesto, la capacidad de repetir esfuerzos de alta intensidad es importante.

En los equipos en formación o no de alto nivel, los conocimientos técnicos y tácticos de los jugadores no están desarrollados aún por completo, lo que conlleva a disminuir las intensidades en los ejercicios donde se debe promover el aprendizaje en lugar de la ejecución (Kiefer, 2012). Por dicho motivo, es aún más importante tener en cuenta la elección, el orden y la duración de los ejercicios, así como la duración de las fases de recuperación y los movimientos dentro del ejercicio. Si estos factores no están bien equilibrados, un ejercicio de alta intensidad se convertirá en un ejercicio de intensidad media. Una sesión de entrenamiento alternando ejercicios de alta intensidad con ejercicios de baja intensidad parece ser más productiva que las prácticas que comienzan sólo con ejercicios de intensidad media-baja, y la segunda mitad de la sesión consistente en una sobrecarga de ejercicios de alta intensidad. Por lo que se debe buscar un equilibrio de intensidades y, por lo tanto, de volumen a lo largo de una sesión de entrenamiento para conducir a un número globalmente mayor en altas intensidades.

Por esta razón, en esta intervención fue acordado primero realizar la parte de HIIT seguida de los SSG.

### **2.2. Objetivos e hipótesis.**

Por todo ello, el objetivo principal de la presente tesis doctoral ha sido evaluar los efectos de un programa de entrenamiento combinado de HIIT y SSG en jugadores de baloncesto.

Como objetivos secundarios de la tesis doctoral se establecen los siguientes:

1. Evaluar el efecto de un programa regular combinado de HIIT, en el que se incluyen cambios de dirección, y SSG realizado durante la pretemporada de 6 semanas de duración, en el estado físico de los jugadores de baloncesto.
2. Comprobar si un programa combinado a través de HIIT, con cambios de dirección de 180º, y SSG en la misma sesión puede ocasionar una mejora en la capacidad de realización de sprints.
3. Analizar si la aplicación de un programa HIIT (con cambios de dirección) y SSG en jugadores de baloncesto supone un estímulo eficaz para alcanzar los niveles de exigencia física propias de la competición.
4. Comprobar si un programa combinado es más efectivo a la hora de la mejora de la condición física que una programación habitual llevada a cabo por el grupo control.

En base a los objetivos establecidos, y de acuerdo al marco conceptual presentado anteriormente, se establece como hipótesis de la tesis doctoral que un programa combinado de entrenamiento a través de HIIT con COD y SSG en jugadores de baloncesto a lo largo de la misma sesión, será un estímulo suficiente y podría mejorar

más los niveles de condición física que a través de los entrenamientos habituales realizados por el grupo control.

Del mismo modo, también se plantea que los efectos de un programa combinado de entrenamiento a través de HIIT con COD y SSG en jugadores de baloncesto a lo largo de la misma sesión, será un estímulo suficiente y podría mejorar más los niveles de condición física que los descritos por investigaciones que utilizan exclusivamente una de las dos metodologías o que las combinan en sesiones alternas, consiguiendo mejoras significativas en la capacidad de repetición de sprints, capacidad de salto vertical y la resistencia intermitente.





### *3. METODOLOGÍA*



### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Diseño del estudio.

La presente tesis doctoral se trata de un trabajo cuantitativo (basada en variables numéricas) y cuasiexperimental con tomas pre y post (variable dependiente). Se entiende que es un diseño cuasiexperimental dado que consiste en someter a un grupo de individuos a determinadas condiciones o estímulos (variables independientes), para observar los efectos o reacciones que se producen, y en el que se tiene un grupo control (GC), que por la falta de control en la conformación inicial de los grupos, debido a que no son asignados al azar los sujetos, se carece de seguridad en cuanto a la homogeneidad o equivalencia de los grupos, lo que afecta a la posibilidad de afirmar que los resultados son producto del tratamiento impuesto en el grupo experimental. En este caso, el GC únicamente fue utilizado como comparación, ya que no recibe tratamiento alguno, y al ser grupos previamente formados no existe total garantía de similitud entre ambos (Arias, 2011; Haag, 2004; Heinemann, 2003; Thomas y Nelson, 1985).

El protocolo de entrenamiento fue llevado a cabo durante la pretemporada (agosto-septiembre de 2017) y el inicio fue tras 2 semanas del comienzo de la misma, para evitar falsear los datos pre-test. Esta investigación fue realizada en ese momento debido a las condiciones impuestas por las planificaciones los clubes o equipos. Fue diseñado un protocolo de entrenamiento de 6 semanas de duración (con 2 entrenamientos a la semana separados por 48 horas), en el que la semana anterior al comienzo del protocolo y la semana posterior a su finalización se aplicó una batería de test (tanto en el grupo experimental -GE- como en el GC), y así comprobar los cambios experimentados tras la

intervención y comparar las diferencias entre ambos grupos. Durante las intervenciones se registraron los valores de FC y RPE y fue rellenado un cuestionario de fatiga.

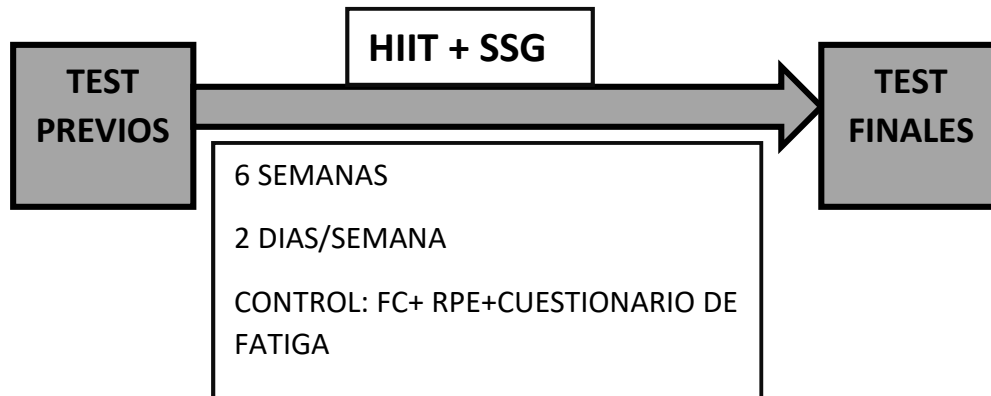


Figura 10. Diseño del estudio.

### 3.2. Muestra.

La muestra estuvo compuesta por dos equipos senior masculinos de semi-élite (Swann, Moran y Piggott, 2015) de baloncesto (N=22,  $18,1 \pm 1,26$  años de edad,  $187,05 \pm 8,42$  cm de estatura,  $79,82 \pm 9,99$  kg de peso y  $7,82 \pm 4,02$  años de experiencia). La definición del nivel competitivo según la clasificación de Swann et al. (2015) responde a una fórmula matemática que atiende a la valoración de diferentes parámetros como: el mayor nivel deportivo competitivo (regional, nacional o internacional), el éxito deportivo (pódium), la experiencia en dicho nivel competitivo, la competitividad del deporte en cuestión (baloncesto) en el país o la competitividad global del deporte. Según los autores en esta categoría se encontrarían aquellos deportistas cuyo nivel más alto de participación está por debajo del nivel máximo en su deporte, como ocurre en este caso estando por debajo del mayor nivel competitivo de la competición a nivel nacional.

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión para ser participantes en la presente investigación:

1. Ser jugadores de un equipo senior compitiendo a nivel nacional.
2. Tener una participación regular en las sesiones de entrenamiento y competiciones a lo largo de la duración de todo el protocolo (más del 80% de las sesiones de entrenamiento).
3. Estar en posesión de una autorización médica que le habilite para la práctica deportiva.
4. Haber presentado un consentimiento informado firmado por los participantes (Anexo 1) o por los tutores legales en caso de ser menores de 18 años (Anexo 2).

Como criterio de exclusión se estableció la existencia de alguna lesión importante que impidiera asistir a los entrenamientos o competiciones en los últimos 6 meses. Del mismo modo, si algún deportista a lo largo de la duración del estudio dejaba de cumplir dichos requisitos era excluido del protocolo.

#### **3.2.1. Grupo control (GC).**

El grupo control estuvo compuesto por 12 jugadores al principio; aunque fue excluido a uno de los jugadores por la falta de asistencia a los entrenamientos, por lo que sus datos fueron descartados. Por ello la muestra final fue de 11 jugadores en el caso del grupo control ( $N=11$ ,  $18,55\pm 1,04$  años de edad,  $191,09\pm 9,80$  cm de estatura y  $81,68\pm 10,52$  kg de peso), pertenecientes a un equipo de baloncesto masculino de semi-élite y con un promedio de experiencia de  $10,09\pm 3,59$  años, todos ellos pertenecientes al mismo equipo. Se puede observar sus datos en la tabla nº 16.

Tabla 16. Cuadro resumen de los datos antropométricos de los jugadores pertenecientes al equipo control.

<b>DATOS ANTROPOMETRICOS DE LOS JUGADORES</b>					
<b>NOMBRE</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>TALLA (cm)</b>	<b>POSICIÓN</b>	<b>AÑOS JUGANDO</b>	<b>FECHA NACIMIENTO</b>
JUGADOR 4	90	193	Pívor	11	23/01/1998
JUGADOR 10	80	190	Alero	13	03/07/1997
JUGADOR 11	80	193	Pívor	4	27/10/1997
JUGADOR 16	103	217	Pívor	8	21/02/1999
JUGADOR 12	64	180	Base-escolta	10	20/01/2000
JUGADOR 13	92	195	Poste alto	15	02/05/1999
JUGADOR 14	71	181	Base	10	10/02/1999
JUGADOR 6	68	178	Base	10	16/01/2000
JUGADOR 10	77	188	Alero	11	12/01/1999
JUGADOR 15	77,5	189	Alero	4	17/2/2000
JUGADOR 18	80,50	186	Base	11	27/11/1997

### 3.2.2. Grupo experimental (GE)

El grupo de intervención estuvo compuesto por 12 jugadores inicialmente, pero fue excluido a uno de los jugadores por la falta de asistencia a los entrenamientos. Por lo que la muestra final fue de 11 jugadores para el grupo experimental ( $N=11$ ,  $17,91\pm 1,58$  años de edad,  $183\pm 4,88$  cm de estatura y  $77,95\pm 10,07$  kg de peso), pertenecientes a un equipo de semiélite de baloncesto masculino y con un promedio de experiencia de  $5,55\pm 3,52$  años, todos ellos pertenecientes al mismo equipo. En la tabla nº 17 se pueden observar los datos de los jugadores pertenecientes a este grupo (GE).

Tabla 17. Cuadro resumen de los datos antropométricos de los jugadores pertenecientes al equipo experimental.

<b>DATOS ANTROPOMETRICOS DE LOS JUGADORES</b>					
<b>NOMBRE</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>TALLA (cm)</b>	<b>POSICIÓN</b>	<b>AÑOS JUGANDO</b>	<b>FECHA NACIMIENTO</b>
<b>JUGADOR 00</b>	81	193	Pívot	6-7	31/3/1997
<b>JUGADOR 17</b>	93	180	Ala- pívot	12	27/11/97
<b>JUGADOR 15</b>	73	184	Base	4	25/03/2000
<b>JUGADOR 2</b>	75,5	180	Escolta	11	18/05/2000
<b>JUGADOR 8</b>	69,5	182	Alero	5	25/09/1998
<b>JUGADOR 7</b>	71,5	190	Alero	8	04/11/2000
<b>JUGADOR 5</b>	60	177	Escolta	4-5	15/10/2001
<b>JUGADOR 22</b>	74,5	181	Base	3	23/06/1999
<b>JUGADOR 11</b>	81	183	Ala- pívot	2	23/06/1999
<b>JUGADOR 34</b>	85	185	Pívot	1	10/7/2001
<b>JUGADOR 13</b>	93,5	178	Base-escolta	4	29/07/1997

A continuación, se presenta la figura nº 11 con los cambios en el número de jugadores que finalmente, tras los criterios de inclusión y exclusión, participaron en la investigación. Finalmente, los deportistas analizados tras acabar el protocolo descendieron a 11 en el grupo control, y a 10 en el grupo de intervención, aunque durante el control de las sesiones fueron analizados 11 jugadores, debido a que un jugador se lesionó en el último partido de competición.

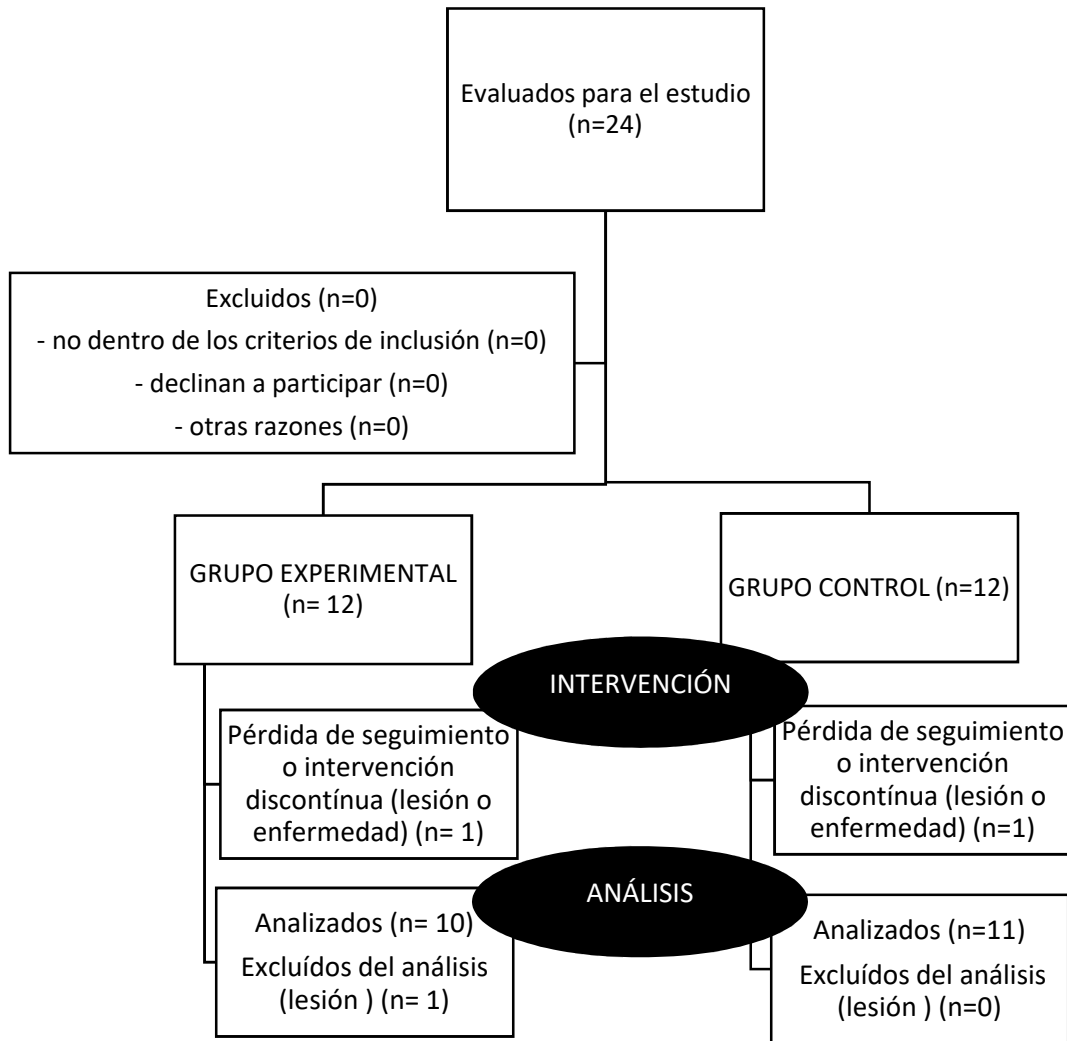


Figura 11. Flujo de participantes en cada estadio del estudio.

### 3.3. Material.

Para el desarrollo de los test, así como para el control de los entrenamientos, fue utilizado material adicional. Se necesitaron 12 conos para determinar la distancia individual a recorrer por cada uno de los jugadores durante el protocolo de entrenamiento, además de para delimitar el espacio de la prueba 30-15 Intermittent Fitness Test (30-15 IFT) (Buchheit, 2008a). Así mismo, fue utilizado un archivo de audio facilitado por el propio autor para la realización de dicho test para la valoración de la velocidad máxima individual de cada jugador (VIFT).



Durante los entrenamientos y los test, la FC fue controlada a través de pulsómetros con banda cardiaca de la marca Polar, modelo FT4, en total 12 pulsómetros (uno por cada jugador participante). Además, fue utilizado un cronómetro marca Geonaute (modelo Onstart310) para controlar los tiempos de series de trabajo y de recuperación durante los entrenamientos y los tiempos de la prueba de RSA. Para el control diario de los entrenamientos (RPE y FC) de cada participante fue diseñada una hoja Excel y rellena informáticamente con un ordenador portátil (Hp Intel Core i5; Modelo 15-r247ns).

Así mismo, para el control antropométrico de todos los participantes fue utilizada una báscula y una cinta métrica. Para la medición del CMJ fue descargada la aplicación My Jump diseñada y validada por Balsalobre-Fernández, Glaister y Lockey (2015b). Se trata de una aplicación que incorpora una cámara para valorar el rendimiento del VJ, y su configuración permite la reproducción a cámara lenta para una fácil identificación del cuadro de video en el que se produce el despegue y aterrizaje con salto. A través de la introducción de una serie de datos de cada sujeto, la aplicación móvil calcula la velocidad y la altura del salto. Dicha aplicación ha demostrado tener fiabilidad y validez entre el CMJ y las mediciones a través de una plataforma de fuerza (Balsalobre-Fernández et al., 2015b; Gallardo-Fuentes et al., 2016; Stanton, Kean y Scanlan, 2015).

Se utilizaron cuestionarios de fatiga (Chatard et al., 2003), entregados a cada jugador al comienzo del protocolo de trabajo, que fueron rellenos al día siguiente de cada entrenamiento por cada jugador.

#### **3.4. Procedimiento.**

En agosto de 2017 fue llevada a cabo una primera entrevista con los equipos para proporcionarles la información pertinente sobre la investigación. Los participantes fueron informados sobre los procedimientos, la naturaleza, así como los riesgos y

beneficios asociados a este estudio. Así mismo, todos estaban en un buen estado de salud, sin enfermedades cardiovasculares y pulmonares y no estaban tomando ningún medicamento. Del mismo modo, en esta primera entrevista se obtuvieron los datos personales, médicos y de experiencia deportiva en el baloncesto; así como el consentimiento personal para integrarse dentro de los grupos de estudio y se respondieron a sus preguntas.

Una vez finalizado este proceso, y recogidos los consentimientos informados debidamente rellenados y firmados, volvieron a ser citados los integrantes de ambos equipos para el comienzo de la investigación (septiembre de 2017). Esta fecha se correspondió con el comienzo de la pretemporada, exactamente tras llevar ya 2 semanas de entrenamientos, y en ella fue recogida la información pertinente a su altura y peso. Además, se les realizaron las tomas de datos físicos previos (pre-test), que se volverían a repetir tras 6 semanas de entrenamientos, para obtener de nuevo los datos correspondientes al post-test.

Tal como aparece en la figura 11, a la hora del análisis de los test finales una lesión fue sufrida por un participante durante la competición (distensión del ligamento lateral externo grado I-II). Debido a que mantuvo una asistencia adecuada a los entrenamientos, y dicha lesión no interfirió en la investigación, fue decidido no tener en cuenta para los análisis estadísticos los datos correspondientes a sus test físicos, pero sí contar con sus datos personales, RPE, FC y cuestionario de fatiga recogidos a lo largo del protocolo de entrenamientos.

Todas las pruebas se realizaron en el mismo polideportivo, a la misma hora del día y en condiciones ambientales similares de temperatura y humedad relativa para tratar de

mantener la validez y fiabilidad de las pruebas con respecto a cualquier influencia de dichos factores. Para evitar un efecto de fatiga innecesario, los jugadores y entrenadores fueron instruidos para que evitaran un entrenamiento intenso 24 horas antes de cada día de prueba. También fue solicitado a los jugadores que se abstuvieran del consumo de bebidas que contuvieran cafeína 24 horas antes de las pruebas y que estuvieran bien descansados, hidratados y alimentados antes de las mediciones (evitando dulces, comidas preparadas o bollería industrial, y recomendando la ingesta de hidratos de carbono y frutos secos en la comida anterior a la prueba, al menos 3-4 horas antes de la misma, al igual que una ingesta de agua extra, tanto previa como posterior a la prueba). Antes de cada test y/o entrenamiento, los deportistas realizaron un calentamiento general de 15 minutos, compuesto por carrera continua, técnica de carrera, movilización articular, estiramientos balísticos y/o dinámicos de tren superior e inferior y sprints de 15 metros con COD, seguido de un posterior descanso de 5 minutos.

Con respecto a la rutina de los entrenamientos del grupo control y del grupo experimental en el campo de baloncesto eran muy semejantes, con 3 entrenamientos semanales de 90 minutos. En ambos se incluyeron contenidos tradicionales como fundamentos técnico-tácticos específicos del baloncesto, así como sistemas ofensivos y defensivos, como trabajo de técnica individual (e.g.: cambios de mano, ejercicios de tiro tanto en estático como en movimiento y 1vs1), balances ofensivos y defensivos (e.g.: 5vs5 con y sin bote, 3vs3 con comodín, juego continuo con 3 equipos y ejercicios con 4 equipos), estrategias defensivas, jugadas (e.g.: 2vs2, 3vs3 y 5vs5) y partido.

Un ejemplo de un entrenamiento en pista sería el siguiente: 30 minutos de técnica individual (manejo de balón, cambio de manos, etc.), 15 minutos de 1vs1 en medio campo, 7 minutos de 3vs3 sin bote, 7 minutos de 3vs3 con 1 bote, 7 minutos de 3vs3

con 2 botes, 15 minutos de tiro y estiramientos. Otro ejemplo sería: 10 minutos de 2vs0, 20 minutos de 3vs0 y 3vs2contraataque, 20 minutos de 4vs3 + 1, 20 minutos de 5vs5vs5, 15 minutos de tiro y estiramientos. Ambos de 90 minutos de duración.

Dentro del trabajo de fuera de la pista realizado por el GC, se realizaban ejercicios de fuerza y potencia (flexiones, dominadas, zancadas, zancadas con peso muerto, zancadas con salto, lanzamientos de balón medicinal y planchas en supino y laterales).

Como a lo largo del protocolo experimental se controlaron los valores de FC (recogiendo sus datos a la finalización de cada serie de trabajo), fue asignado a cada deportista un pulsómetro. Durante las 6 semanas de duración del protocolo de intervención, a parte de sus entrenamientos técnico-tácticos y partidos, se les añadieron 2 entrenamientos semanales como puesta en práctica del protocolo experimental. Tal como ya se ha descrito anteriormente, tras finalizar esas semanas (12 entrenamientos), fueron de nuevo citados para volver a realizar la toma de datos de los test físicos para la toma post.

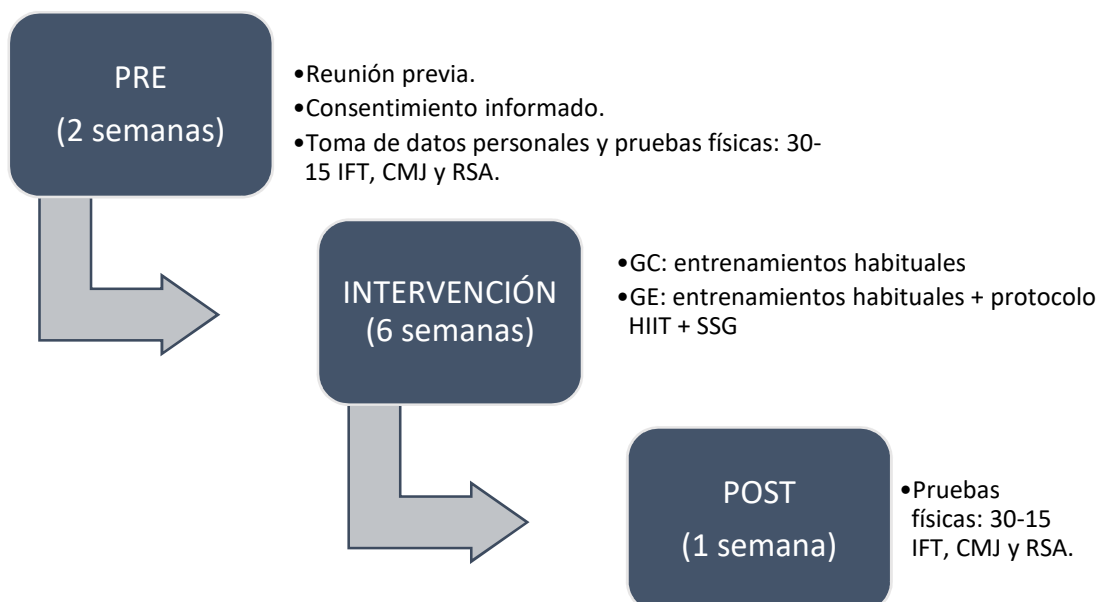


Figura 12. Gráfico temporal de la intervención.

Entre series, y al final de cada sesión de HIIT o SSG, se procedía a recoger los valores de la FC de cada uno de los jugadores, y los de RPE al finalizar la sesión. Para ello, a través del 30-15 IFT se determinó la FC<sub>máx</sub> de cada jugador, al que se le asignó un pulsómetro para la obtención del registro de pulsaciones en cada uno de los entrenamientos. El emisor de frecuencia se colocó en el tórax, bajo el pecho, a la altura del apéndice xifoides, sin interferir en el desarrollo gestual del juego. Las mediciones de FC fueron almacenadas y guardadas para comprobar la intensidad de la frecuencia de los jugadores a la que realizaron los diversos entrenamientos. Tras finalizar cada entrenamiento y tras pasar 15 o 20 minutos se preguntó individualmente a cada jugador el RPE de la sesión. Se trataba de un cuestionario sobre la sensación de esfuerzo percibido durante el entrenamiento, usando la escala de CR-10 de Borg (Borg, 1998). Coutts, Murphy, Pine, Reaburn y Impellizzeri (2003) lo validaron a través de su estudio para jugadores de deportes de equipo. Este tipo de control de la carga de los entrenamientos ya ha sido utilizado en deportes de equipo intermitentes con numerosos estudios e investigaciones como en fútbol (Hill-Haas et al., 2009; Malone et al., 2015; Rampinini et al., 2007), en baloncesto (Castagna et al., 2011; Deletrat et al., 2018; Klusemann et al., 2012; Manzi et al., 2010; Sampaio et al., 2009; Scanlan, Wen, Tucker, Borges y Dalbo, 2014; Vaquera et al., 2017b), balonmano (Viaño-Santamarinas et al., 2018), o en voleibol (Bara Filho, Andrade, Nogueira y Nakamura, 2013). Es considerado como una evaluación psicofísica que integra las percepciones del cuerpo y la mente sobre el esfuerzo realizado (Cuadrado-Reyes, Chiroso, Chiroso, Martín-Tamayo y Aguilar-Martínez, 2012). Para que los deportistas estuvieran familiarizados con este método de trabajo y evitar la reactividad en los entrenamientos previos se comenzó a utilizar. Para la presente investigación se valoró la utilización de la variable RPE-sesión,

a través de la RPE de Foster (multiplicando el valor de RPE por la duración de la sesión) (Coutts et al., 2003). Finalmente fue descartada debido a que en los trabajos publicados con los que comparar los resultados de la presente tesis aportaban solo la RPE (del 0 al 10) (e.g.: Delextrat et al., 2018; Hill-Haas et al., 2009; Viaño-Santasmarrinas et al., 2018), Además, a lo largo de todo el protocolo de intervención los deportistas debían completar un cuestionario de fatiga. Para ello se repartieron 12 copias a cada uno, diseñado para que valorasen diferentes ítems (motivación con el entrenamiento, calidad del sueño del día anterior, calidad de recuperación del entrenamiento anterior, apetito, sensación de fatiga, nivel de estrés y nivel de dolor muscular), basados en el trabajo de Chatard et al. (2003) (Anexo 3). Debía ser rellenado a la mañana siguiente de cada entrenamiento, a través de una escala del 1 al 5 o del 1 al 10. Este cuestionario fue aplicado por Chatard et al. (2003) y por Noon, James, Clarke, Akubat y Thake (2015), y está pensado para evaluar el estado de fatiga y el nivel de sobreentrenamiento en los jugadores.

#### **3.4.1. Protocolo de entrenamiento.**

Este protocolo constó de 12 sesiones, repartidas en 6 semanas con 2 entrenamientos semanales. Además, los jugadores tenían otro entrenamiento técnico-táctico en cancha. En las sesiones en las que se ponía en práctica el protocolo de esta tesis, el entrenamiento en cancha (llevado a cabo por el entrenador) siempre se realizaba después de la aplicación de la intervención, y un partido semanal en las 3 últimas semanas de la intervención.

Para la presente investigación se diseñó un protocolo combinado de HIIT y SSG. Tras realizar un calentamiento general de 15 minutos se comenzaba con el entrenamiento

basado en un HIIT corto y tras 8 minutos de descanso se seguía con el entrenamiento basado en SSG.

Dentro de los test físicos previos realizados a los jugadores se encontraba el 30-15 IFT, del que se consigue la VIFT, es decir, la velocidad final de la prueba, y que se usa para el control de la velocidad individual a la que los jugadores realizan el HIIT. Al no poder disponer de GPS, esta investigación se apoyó en la fórmula diseñada por Buchheit (2014). A través de ella se convierte la velocidad en distancia a recorrer durante la duración del intervalo de trabajo.

$$\text{Distancia a recorrer} = (\text{VIFT} / 3,6) \times \text{Intensidad de VIFT} \times \text{Duración del intervalo}$$

Si por ejemplo como velocidad máxima conseguida en el 30-15 IFT un deportista alcanzó los 19 km/h, el intervalo de trabajo son 15 segundos, y el protocolo de HIIT es al 95% de dicha velocidad (VIFT), la distancia que tiene que recorrer es:

$$(19/3,6) \times 0,95 \times 15 = 75 \text{ m}$$

Con la distancia individual a recorrer por cada jugador y, siguiendo las bases de diversas publicaciones (Buchheit et al., 2009a; Buchheit y Laursen, 2013b; Delextrat y Martínez, 2014), se diseñó el protocolo de entrenamiento a realizar a través de intervalos cortos, adaptándolo a las características de los jóvenes jugadores y con la introducción de 1 o 2 COD de 180º (sin ajustar la distancia a recorrer por la pérdida de tiempo por el COD) (Hader et al., 2014), tal y como se puede observar en la Tabla 18.

Los jugadores, durante el HIIT, corrían durante 15 segundos a una velocidad correspondiente al 90 o 95% de su VIFT y, durante 15 segundos, realizaban un descanso pasivo (para favorecer la recuperación y asegurar la intensidad de los esfuerzos

siguientes) (Buchheit y Laursen, 2013a y b), hasta completar una serie de entre 7 y 9 minutos, para volver a repetirla tras 5 minutos de descanso pasivo.

Para el diseño de los SSG se tuvieron en cuenta las publicaciones científicas que versan sobre este aspecto (revisar el capítulo 1.2.2.3.6), y teniendo en cuenta diversas consideraciones, fue decidido proceder a modificar diversas reglas habituales de la competición para asegurar la intensidad del juego (defensa individual, sin tiros libres, sin tiempos muertos, apoyo verbal constante del entrenador, con puntuaciones, sin limitaciones de botes o pases, sin contenido técnico-táctico específico, con balones repartidos por el campo para no perder tiempo y reducción del tiempo de posesión completo de 24 segundos a 20 segundos en pista completa y a 16 en media pista, para asegurar la intensidad y no tener ataques pasivos) (Delextrat y Martínez, 2014). Las puntuaciones se mantuvieron para mantener la motivación y competitividad de los jugadores como para fomentar tanto la intensidad como la transferencia de la competición, del mismo modo que el entrenador proporcionaba apoyos verbales durante su realización (tanto correcciones técnico-tácticas como refuerzo positivo o pidiendo más intensidad). Los jugadores fueron asignados aleatoriamente a parejas y/o tríos (compuestas de un pívot y uno o dos aleros o bases), y se crearon nuevas parejas o tríos para cada sesión de entrenamiento (elegidas por el entrenador para que fueran lo más homogéneos posibles), de modo que cada pareja jugó 2 o 3 situaciones juntos, pero colaborando con el entrenador para la elección de los equipos para que fueran lo más homogéneos posibles. La decisión de adoptar 3vs3, junto con el formato 2vs2, fue basado en estudios de autores que justificaban que esta estructura de juego era la siguiente que más requerimiento fisiológico e intensidad solicitaba de los jugadores (Atli



et al., 2013; Castagna et al., 2005 y 2011; Marcelino et al., 2016; McCormick et al., 2012; Sampaio et al., 2009; Sánchez-Sánchez et al., 2017 y 2018).

Tabla 18. Resumen del protocolo diseñado.

		HIIT	SSG
<b>SEMANA 1</b>	ENTRENAMIENTO 1	7' de 15"-15" al 95% VIFT. 1 COD (5' desc. pasivo)	2x(2x4') 3vs3 1/2 pista (2' desc. activo)
	ENTRENAMIENTO 2	2x(7' de 15"-15" al 90% VIFT). 1 COD (5' desc. pasivo)	3x5' 2vs2 ½ pista (3' desc. activo)
<b>SEMANA 2</b>	ENTRENAMIENTO 3	2x(7' de 15"-15" al 95% VIFT). 2 COD (5' desc. pasivo)	2(2x4') 2vs2 1 pista y ½ pista (4' desc. activo)
	ENTRENAMIENTO 4	2x (8' de 15"-15" al 95% VIFT). 2 COD (5' desc. pasivo)	2x6' 3vs3 ½ pista (3'30" desc. activo)
<b>SEMANA 3</b>	ENTRENAMIENTO 5	2x(8' de 15"-15" al 95% VIFT). 2 COD (5' desc. pasivo)	1x6' 1 pista y 1x6' 3vs3 1/2 pista (4' desc. activo)
	ENTRENAMIENTO 6	2x(8' de 15"-15" al 95% VIFT). 2 COD (5' desc. pasivo)	2x(2x4') 2vs2 1 pista (4' desc. activo)
<b>SEMANA 4</b>	ENTRENAMIENTO 7	1x9' y 1x8' de 15"-15" al 95% VIFT). 2 COD (5' desc. pasivo)	2x(2x4') 2vs2 1 pista (4' desc. activo)
	ENTRENAMIENTO 8	2x(9' de 15"-15" al 95% VIFT). 2 COD (5' desc. pasivo)	2x6' 2vs2 1/2 pista (3'30" desc. activo)
<b>SEMANA 5</b>	ENTRENAMIENTO 9	2x(9' de 15"-15" al 95% VIFT). 2 COD (5' desc. pasivo)	1x6' 2vs2 y 1x6' 3vs3 1 pista (4' desc. activo)
	ENTRENAMIENTO 10	2x(9' de 15"-15" al 95% VIFT). 2 COD (5' desc. pasivo)	2x6' 2c2 2vs2 ½ pista (3'30" desc. activo)
<b>SEMANA 6</b>	ENTRENAMIENTO 11	2x(8' de 15"-15" al 95% VIFT). 2 COD (5' desc. pasivo)	2x6' 2vs2 1 pista (4' desc. activo)
	ENTRENAMIENTO 12	2x(9' de 15"-15" al 95% VIFT). 2 COD (5' desc. pasivo)	1x6' 2vs2 y 1x6' 3vs3 ½ pista (3'30" desc. activo)

**3.4.2. Estudio piloto.**

Previo al diseño final de la investigación, fue efectuado un estudio piloto para comprobar la viabilidad e idoneidad del trabajo a desarrollar. La muestra estuvo formada por 10 jugadores de categoría cadete. De estos jugadores, solo los que participaron en la mayoría de las sesiones (es decir, más del 60% de las sesiones programadas) fueron incluidos en el proceso de análisis, quedando un total de 6 sujetos ( $N=6$ ,  $14,83\pm 0,23$  años de edad,  $183,83\pm 4,62$  cm de altura y  $71,75\pm 9,84$  kg de peso), con un promedio de experiencia jugando al baloncesto de  $7,17\pm 2,64$  años.

El protocolo llevado a cabo tuvo una duración de 6 semanas en total, 4 semanas de entrenamiento, una semana previa y posterior para los test de condición física (los mismos que los llevados a cabo en la investigación final). Previo a cada test fue realizado un calentamiento general compuesto de 5 minutos de carrera continua, 5 minutos de técnica de carrera (skipping, impulsos verticales y horizontales, multisaltos, etc), 5 minutos de estiramientos balísticos y 2 sprints de 15m con cambio de dirección y un descanso pasivo de 5 minutos antes del comienzo de la sesión. El protocolo implantado se puede observar en la tabla nº19.

Tabla 19. Resumen del protocolo diseñado para el estudio piloto.

		HIIT	SSG
<b>SEMANA 1</b>	ENTRENAMIENTO 1	2x(7' de 15"-15" al 90% VIFT). 1 COD (8' desc. pasivo).	2vs2 2x4' (4' desc activo) ½ pista.
	ENTRENAMIENTO 2	2x(8' de 15"-15" al 90% VIFT). 1 COD (8' desc. pasivo).	3vs3 2x6' (3' desc activo) 1 pista.
<b>SEMANA 2</b>	ENTRENAMIENTO 3	2x(9' de 15"-15" al 90% VIFT). 1 COD (8' desc. pasivo).	2vs2 3x3' (3' des activo) 1 pista.
	ENTRENAMIENTO 4	2x(10' de 15"-15" al 90% VIFT). 1 COD (8' desc. pasivo).	3vs3 2x4' (4' des activo) 1 pista.
<b>SEMANA 3</b>	ENTRENAMIENTO 5	2x(10' de 15"-15" al 90% VIFT). 1 COD (8' desc. pasivo).	3vs3 y 2vs2 2x4' (4' desc. activo) 1 pista.
	ENTRENAMIENTO 6	2x(9' de 15"-15" al 90% VIFT). 2 COD (8' desc. pasivo).	3vs3 2x6' (3' desc activo) 1 pista.
<b>SEMANA 4</b>	ENTRENAMIENTO 7	2x(8' de 15"-15" al 90% VIFT). 2 COD (8' desc. pasivo).	3vs3 2x6' (3' desc activo) 1 pista
	ENTRENAMIENTO 8	2x(7' de 15"-15" al 90% VIFT). 2 COD (8' desc. pasivo).	2vs2 2x4' (8' desc activo) 1 pista

Los datos de FC durante los entrenamientos mostraron que la media para las sesiones de HIIT fue de  $171,98 \pm 6,85$  ppm, mientras que para los SSG los valores fueron algo más elevados,  $184,11 \pm 1,82$  ppm. Esto demostraba que el entrenamiento a través de SSG produjo valores de intensidad mayores en los deportistas que el entrenamiento interválico. En las sesiones de HIIT, se pudo observar como en la modalidad de 2 COD los valores de FC fueron mayores que en la de 1 COD ( $166,80 \pm 3,67$  vs.  $177,17 \pm 4,94$  ppm), entendiendo este aumento como una respuesta a la mayor intensidad exigida por la implicación de ese cambio de dirección añadido.

Tras el programa de entrenamiento de 4 semanas sólo fue observada una mejora significativa en el 30-15 IFT, mientras que en el RSA y CMJ no se apreciaron. Fue concluido que este tipo de entrenamiento podía suponer mejoras de la vía aeróbica (por la intensidad del estímulo) (Grimal y Lorenzo, 2018), pero que para obtener diferencias significativas en las capacidades de salto y sprints repetidos, se necesitarían intensidades de entrenamiento más elevadas, y posiblemente un periodo mayor de trabajo. Por lo que se modificaron estos aspectos para el diseño final.

#### **3.5. Batería de test.**

Los test para la evaluación de la condición física de los jugadores se aplicaron a lo largo de una semana. En la primera sesión se ejecutaron las pruebas más anaeróbicas o explosivas (CMJ y RSA), y en la segunda sesión (al menos 48 horas después) la prueba de resistencia intermitente (30-15 IFT). Del mismo modo, se utilizaron diversas herramientas para el control de la carga interna, como FC, RPE y un cuestionario de fatiga.

### 3.5.1. Salto en contramovimiento (CMJ).

Los saltos verticales han sido un método común usado por los entrenadores para evaluar la potencia muscular de la capacidad de impulsión vertical. El test de “salto en contramovimiento” es comúnmente utilizado para analizar la cantidad de fuerza producida por unidad de tiempo. Dello Iacono et al. (2016) describieron esta prueba de salto como una herramienta fiable para determinar la potencia de las extremidades inferiores. Por lo tanto, esta capacidad se evaluó mediante una prueba de CMJ según el protocolo de Bosco, Luthanen y Komi (1983). Está respaldada como una medida del rendimiento funcional ampliamente utilizada en poblaciones atléticas y no atléticas (e.g.: Balsalobre-Fernández et al., 2015b; Duncan, Lyons y Nevill, 2008; McMaster, Gill, Cronin y McGuigan, 2014; Seitz, Rivière, de Villarreal y Haff, 2014; Viaño-Santamarinas et al., 2018), y se ha demostrado que es un excelente indicador del estado de fatiga neuromuscular (Buchheit et al., 2010c; Sánchez-Medina y González-Badillo, 2011), ya que se han observado relaciones muy estrechas entre la pérdida de salto vertical después de diversos ejercicios de alta intensidad como sprints; aunque también puede ser utilizado como indicador de potencia muscular del tren inferior (Markovic, Dizdar, Jukic y Cardinale, 2014). Del mismo modo, la idea de que el rendimiento en el salto vertical es una de las acciones más determinantes para los jugadores de baloncesto ha sido ampliamente justificada en la literatura específica (e.g.: Cortis et al., 2011; Maggioni et al., 2018; Ziv y Lidor, 2010).

Para esta prueba, de acuerdo al protocolo establecido por Bosco et al. (1983), los participantes recibieron instrucciones de mantener sus manos en sus caderas para evitar la influencia de los movimientos de los brazos. La posición inicial comenzaba con los jugadores en posición estática, erguida y con las rodillas extendidas. A continuación,

flexionaban las rodillas aproximadamente hasta los 90 grados para después comenzar un movimiento de extensión completa con el posterior VJ. Se les instruyó para que saltaran lo más alto posible, y se les apoyó con un estímulo verbal antes de cada prueba. Cada jugador ejecutó 3 repeticiones, con una recuperación pasiva de 45 segundos o 1 minuto entre saltos, y se registró el mejor resultado. La altura de cada salto se evaluó en centímetros a través de la aplicación My jump (Balsalobre-Fernández et al., 2015b).

Tal como se acaba de describir, la valoración de la pérdida de altura en el salto vertical tras acciones cortas e intensas permite aproximarse de una manera sencilla y no invasiva al grado de fatiga de los jugadores (Balsalobre-Fernández et al., 2015b y 2016), y, de hecho, se ha confirmado que los jugadores de baloncesto que pierden menos salto vertical se fatigan significativamente menos tras un protocolo de sprints repetidos. Este tipo de prueba ya ha sido utilizada por diversos autores como Noon et al., (2015), Dello Iacono et al. (2016) y Buchheit et al. (2009a).

#### **3.5.2. Repetición de sprints (RSA).**

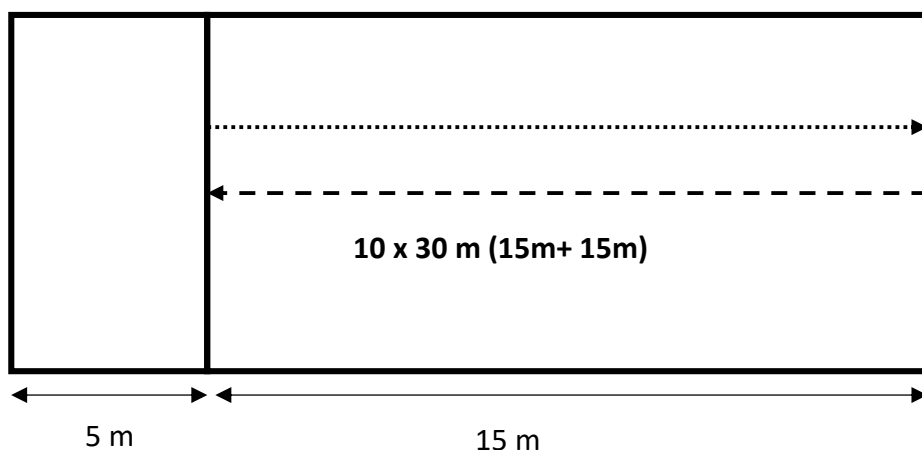
Aunque existen varias versiones de este tipo de pruebas, como en 30 metros en línea recta (sin COD), se ha optado por la versión que incluye 1 COD debido a que requiere mayores demandas mecánicas y energéticas (Spencer et al., 2005), mayor trabajo muscular (Morio et al., 2011). Varios estudios (Nazaraki et al., 2009; Padulo et al., 2015a) sugieren que pueda haber un vínculo directo entre las cualidades neuromusculares (como el CMJ) y el resultado del test de RSA.

Previamente tras el calentamiento general, los jugadores realizaron un par de sprints de calentamiento específico, descansaron 5 minutos antes del inicio de la prueba. Se proporcionaron estímulos verbales en cada intento para ayudar a lograr el máximo

rendimiento de cada jugador. 5 segundos antes de comenzar cada sprint, a la señal acústica de “listo”, se les pidió a los sujetos que asumieran la posición de inicio, con el pie delantero colocado 5 cm antes del primer cono (punto de inicio) y esperar la señal de inicio para el siguiente sprint.

Se trata de una prueba consistente en 10 sprints de 30 metros (15 + 15 metros) con un COD de 180°, intercalados con treinta segundos de descanso pasivo (Attene et al., 2014; Caprino et al., 2012). Los deportistas partieron desde dicha línea de inicio, corrieron en un sprint de línea recta durante 15 metros, tocaron una línea con un pie y luego volvieron a la línea de salida lo más rápido posible. Una vez acabado ese primer sprint debían volver a la línea de inicio para prepararse de nuevo (tenían 30 segundos de recuperación para ello), para volver a repetir el ejercicio 9 veces más, hasta haber completado 10 sprints.

Se alentó a los sujetos a desacelerar lo antes posible después de pasar la línea de acabado y llegar a la línea de inicio caminando lentamente y esperando el próximo sprint en la línea de salida.



*Figura 13. Test de RSA.*

Tras la conclusión de la prueba se calcularon los siguientes parámetros:

1. BT o mejor tiempo de todos los sprints (segundos).
2. TT o Tiempo total, calculado como la suma de los diez tiempos de carrera (segundos).
3. Disminución del rendimiento (%) (PD), determinado de acuerdo con la ecuación de Fitzimons, Dawson, Ward y Wilkinson (1993) (ver apartado 3.6).

Este tipo de prueba ha sido utilizada por diversos autores (Attene et al., 2014; Caprino et al., 2012; Castagna et al., 2007a; Dello Iacono et al., 2016), aunque a veces con diferentes variaciones, como: menos repeticiones (2, 3 o 6 en vez de 10) (Bravo et al., 2008; Buchheit et al., 2009b; Dello Iacono et al., 2016; Viaño-Santamarinas et al., 2018), con recorridos lineales en vez de con cambios de dirección (Bravo et al., 2008; Delextrat et al., 2018; Meckel et al., 2009), reduciendo el tiempo de recuperación (Viaño-Santamarinas et al., 2018) o incluso modificando la distancia a recorrer (Bravo et al., 2008; Delextrat et al., 2018; Delextrat y Martínez, 2014; Dello Iacono et al., 2016; Meckel et al., 2009).

### **3.5.3. 30-15 Intermittent Fitness Test (30-15 IFT).**

En la segunda sesión de test, tras el calentamiento se llevó a cabo el 30-15 IFT (Buchheit, 2008a). Este test fue desarrollado por Martin Buchheit en el año 2000 y evalúa la capacidad de correr a alta intensidad de manera intermitente (Buchheit y Rabbani, 2014). Al contrario que la velocidad final alcanzada en el YYRTL1, la VIFT es más adecuada para el control de la intensidad y la prescripción de entrenamientos a través de HIIT (Buchheit, 2008a; Buchheit y Rabbani, 2014). Existen 3 versiones del test: en pista de hielo, 40 metros de distancia y otra de 28 metros. Para la presente tesis fue escogida esta última, ya que es específica para el baloncesto o el balonmano.



Se trata de un protocolo incremental que consiste en 30 segundos de carrera seguidos de 15 segundos de descanso pasivo, guiado por un audio facilitado por el propio autor del test. Los jugadores tienen que correr entre 2 líneas separadas por 28 metros y entre las cuales hay una tercera línea justo a la mitad del recorrido (14 metros). Cada una de estas líneas tiene una zona de 3 metros previa y posterior entre las cuales los jugadores tienen que entrar cuando suena la señal acústica (Figura 14). Cada ronda posee varios pitidos intermedios para que los jugadores, ayudándose del sonido y las líneas, ajusten su velocidad a la exigida por el test. Cada palier está intercalado por 15 segundos de recuperación pasiva, en la que deben volver hasta la línea más próxima, que es donde deben comenzar el siguiente palier. La velocidad inicial es de 8km/h y en cada ronda va incrementando 0.5km/h. El test acaba cuando cada uno de los jugadores no consigue mantener la velocidad exigida, no consigue entrar en las zonas marcadas cuando suena la señal acústica en 3 ocasiones o se agota.

Este test, además, se utilizó para calcular su  $FC_{máx}$ , su  $VO_{2máx}$  estimado y la velocidad final alcanzada (acorde con el último estadio finalizado) (VIFT) de cada jugador. Este test y los datos derivados del mismo, han sido utilizados en varias publicaciones (Buchheit, 2008a y 2010a; Buchheit et al., 2009b; Conte et al., 2015b y 2016; Delextrat et al., 2018; Delextrat y Kraiem, 2013; Delextrat y Martínez, 2014; Dello Iacono et al., 2015; Ravier et al., 2019; Sánchez-Sánchez et al., 2018a; Štrumbelj y Erčulj, 2014; Viaño-Santamarinas et al., 2018). Ha sido validado previamente y es utilizado en muchos deportes (Buchheit, 2010a), debido a que involucra variables fisiológicas similares a las que se solicitan durante las sesiones de entrenamiento, involucrando recorridos corriendo de ida y vuelta, es decir, potencia explosiva de los miembros inferiores cuando hay cambios de dirección, capacidad aeróbica y capacidad de recuperación entre los intervalos de los

ejercicios. Tal como ya se ha descrito, la velocidad final alcanzada en el último estadio completado íntegramente se denomina VIFT, y aparte de servir como resultado del test, es empleada para controlar la intensidad en los entrenamientos de manera individual en cada deportista (Buchheit y Laursen, 2013a). Usando dicho registro como referencia, permite alcanzar un nivel requerido de demanda metabólica con bajas diferencias interindividuales (Buchheit, 2008a), y permite optimizar el trabajo intermitente de pista a intensidad supramaximal (Buchheit, 2008a; Haydar y Buchheit, 2009). La VIFT es superior (15-20%) a la VAM, y por ello tiene más similitud con la velocidad máxima de sprint. Además, este test permite evaluar el impacto de un período de entrenamiento (Buchheit, 2008a; Haydar y Buchheit, 2009), por lo que podemos utilizar dentro de una batería de test para comparar efectos tras un protocolo de entrenamiento.

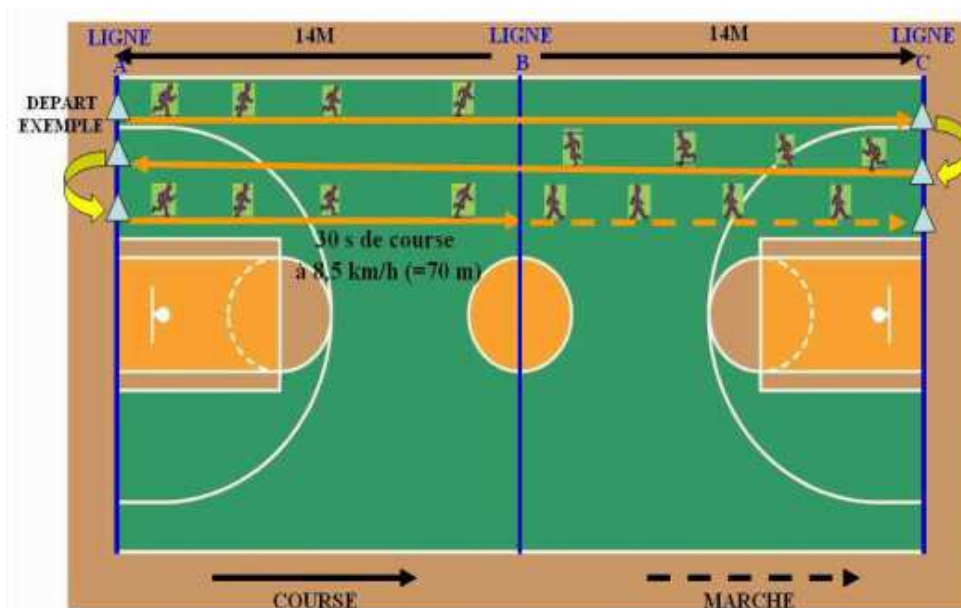


Figura 14. Esquema representativo del test 30-15 IFT adaptado a la pista de baloncesto (28 metros) (Haydar y Buchheit, 2009).

Correr a una intensidad de la VIFT provoca el  $VO_2$ máx, lo que implica que durante las sesiones de entrenamiento en las que se trabaje en valores cercano a la VIFT (90-100% VIFT) los deportistas van a estar trabajando en intensidades cercanas al  $VO_2$ máx, y ello

representa un gran estímulo para la mejora de la capacidad aeróbica (Billat, 2001; Delextrat y Martínez, 2014). También se ha comprobado que la VIFT es una velocidad mayor que  $v\text{VO}_2\text{máx}$  (2-5 km/h superior que las velocidades alcanzadas en pruebas populares de test continuos) (Buchheit, 2005; Buchheit et al., 2009c). Así mismo se ha corroborado que la contribución anaeróbica durante el 30-15 IFT es superior a la que se alcanza a lo largo de una prueba continua en línea recta, y que la VIFT se relaciona simultáneamente con la función aeróbica máxima, la capacidad anaeróbica, las cualidades neuromusculares y de COD, la capacidad de recuperación entre esfuerzos y las habilidades de repetición de sprints. Todas estas cualidades se producen durante la ejecución de carreras intermitentes a alta intensidad (Buchheit, 2008a, b y 2010a). Por todo ello, este test puede ser utilizado como seguimiento de los cambios en el rendimiento físico a lo largo de la temporada.

### 3.6. Variables registradas.

Como consecuencia de los distintos test aplicados, así como del control del entrenamiento, se registraron las siguientes variables.

1. VIFT (Velocidad final del Intermittent Fitness Test): Es la velocidad final máxima alcanzada al no finalizar el 30-15 IFT. Es una velocidad registrada en km/h.
2.  $\text{VO}_2\text{máx}$ : A través de la VIFT y de aplicar la siguiente fórmula (Buchheit, 2008a), el  $\text{VO}_2\text{máx}$  puede ser calculado para cada jugador:

$$\text{VO}_2\text{máx (30-15 IFT) (ml}^1\text{.min.kg}^1\text{)} = 28,3 - 2,15 * G - 0,741 * A - 0,0357 * W + \\ 0,0586 * A * \text{VIFT} + 1,03 * \text{VIFT}$$

En dicha fórmula “G” es el género (donde 2 es para mujeres y 1 es para hombres), “A” es para la edad y “W” es el peso. El cálculo de esta variable dependiente ha sido

ya probado como una herramienta válida y fiable para su estimación (Buchheit, 2008a).

3. Altura alcanzada en el salto vertical: Se mide en centímetros la altura máxima alcanzada en el salto vertical a través de la prueba de CMJ.
4. Velocidad del salto vertical: A través de la aplicación My jump (Balsalobre-Fernández et al., 2015b), y conociendo el tiempo de vuelo durante el salto, se puede calcular la velocidad de cada salto, en metros por segundo.
5. El mejor tiempo de sprint (BT) en el test RSA: De los 10 sprints realizados por cada jugador en cada una de las tomas (pre y post) se escogió el mejor tiempo, es decir, el sprint más rápido de todos. Esta variable se registró en segundos, y representa la máxima potencia de sprint. Cuanto menor sea este valor, mayor es el rendimiento.
6. El tiempo total (TT) en el test RSA: Es el sumatorio del tiempo de los 10 sprints en los que consistió el test, es decir, el tiempo total usado para la prueba (sin tener en cuenta los descansos de 30 segundos entre cada uno de los sprints). Esta variable también se mide en segundos, y representa la mejora de esa capacidad de repetición de sprints, por lo que es importante que no haya un buen promedio en todos los sprints. Cuanto menor sea este valor, mayor es el rendimiento.
7. El porcentaje de decremento (PD) en el test RSA: Multiplicando por 10 (es decir el número de series el test) el BT, se consigue el tiempo ideal (IT), y con el IT y el TT se calcula el PD, a través de la siguiente fórmula de Fitzimons et al. (1993):

$$((100 \times TT) \div BT) - 100$$

Se usa como un indicador de la fatiga durante la prueba. Se mide en porcentaje, y cuanto menor sea este valor, menor es la pérdida de rendimiento, menor es la fatiga

acumulada, por lo tanto, mejor es la recuperación entre los sprints y mayor es el rendimiento de ese jugador.

8. FC: El registro de la FC ha sido tradicionalmente establecido como método válido para indicar la intensidad del ejercicio en baloncesto, así como método de control válido y fiable para el análisis de metabolismo aeróbico (Gracia et al., 2014; McCormick et al., 2012; McInnes et al., 1995; Scanlan et al., 2014; Vaquera et al., 2008), y es comúnmente utilizado en este tipo de investigaciones (Buchheit et al., 2009b; Conte et al. 2016; Delextrat et al., 2018; Delextrat y Martínez, 2014; Dello Iacono et al., 2015). Además, según algunos autores se puede determinar una relación directa entre la FC y el  $VO_2$ máx (entre intensidades del 60 y el 90% del  $VO_2$ máx), lo que según Gilman (1996), puede llegar a determinar ciertos rangos de FC como marcadores de la intensidad en entrenamiento y competición.
9. Rango de esfuerzo percibido (RPE): Se trataba de un cuestionario sobre la sensación de esfuerzo percibido durante el entrenamiento, usando la escala de CR-10 de Borg (Borg, 1998), medido en unidades arbitrarias (u.a.).
10. Cuestionario de fatiga: En dicho cuestionario de fatiga, basado en el trabajo de Chatard et al. (2003), los jugadores tenían que valorar a través de escalas diferentes ítems:
  - a. Motivación con el entrenamiento: se trata de indicar su estado de motivación con los entrenamientos del 1 a 5. Donde el 1 corresponde a un estado de motivación casi nula, sin ganas de abordar el entrenamiento del día, y el 5 a un estado casi de euforia, a una gran predisposición para llevar a cabo cualquier esfuerzo.

- b. Calidad del sueño del día anterior: para valorar la calidad del sueño debían señalar un valor del 1 al 5, teniendo presente que el número 1 correspondía a pasar una noche casi en vela y el número 5 a una noche de sueño profundo y reparador.
- c. Calidad de recuperación del entrenamiento anterior: para describir este ítem debían señalar un valor del 1 al 5, teniendo presente que el número 1 correspondía a sentir una recuperación casi nula y el número 5 a una recuperación completa.
- d. Apetito: para valorarlo, debían describir del 1 al 5, donde el 1 correspondía a un estado de inapetencia total y 5 a un estado de mucho apetito.
- e. Sensación de fatiga: para la descripción de dicha fatiga debían utilizar un valor entre el 1 y el 10. Teniendo presente que 1 correspondía a un estado de ausencia de cansancio que les permitiría acometer la realización de cualquier actividad, y 10 a un estado de cansancio máximo, que les incapacitaba para realizar cualquier esfuerzo.
- f. Nivel de estrés: para cuantificar el nivel de estrés debían señalar un valor del 1 al 5, en el que el 1 correspondía a un estado relajación sin preocupaciones y 5 a un estado de estrés y alerta máxima.
- g. Nivel de dolor muscular: para valorar el nivel de dolor muscular se utiliza una escala entre el 1 y el 10, donde el 1 correspondía a un estado de ausencia de dolor muscular alguna, que les permitía acometer la realización de cualquier actividad, y 10 a un estado de dolor máximo, que les incapacitaría para realizar cualquier esfuerzo o actividad.

### 3.7. Análisis estadístico.

Todos los datos pertenecientes a los test y entrenamientos fueron transferidos a una hoja de cálculo en Microsoft Office Excel 2016. Posteriormente, la información recolectada se transfirió al programa de análisis estadístico SPSS (versión 21; IBM CORP.) para Windows.

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo, incluyendo la media, la desviación típica o estándar (reflejada con el símbolo  $\pm$ ), el coeficiente de variación (%CV), la mediana ( $M_e$ ) y el rango intercuartil (IQR), tanto de la FC como de la RPE, como de los datos pre-test y post-test, en ambos grupos del estudio (grupo control y grupo experimental).

Tras contrastar la hipótesis de normalidad de cada uno de los datos, y comprobar que no lo eran, y posteriormente, con el fin de comprobar las diferencias significativas entre el pre-test y el post-test, se utilizó la prueba no paramétrica Wilcoxon para muestras relacionadas. Para el análisis se estableció un intervalo de confianza del 95% para el análisis de los datos ( $p \leq 0,05$ ) (Arriaza, 2006). Posteriormente se calculó la prueba Delta de Cliff para conocer el tamaño del efecto, siendo pequeño con valores inferiores a 0,147, mediano con valores cercanos a 0,33 y grande con valores superiores a 0,474 (Macbeth, Razumiejczyk y Ledesma, 2011). Se pueden obtener valores entre el -1 y el +1, donde obteniendo un valor de 0 implica que no hay diferencias entre los grupos (Macbeth et al., 2011).





## 4. RESULTADOS



#### 4. RESULTADOS

Para tener mayor claridad presentando los resultados, y éstos se van a dividir en dos apartados. Se presenta en primer lugar los análisis descriptivos, para posteriormente presentar la comparación de medias entre los distintos parámetros analizados.

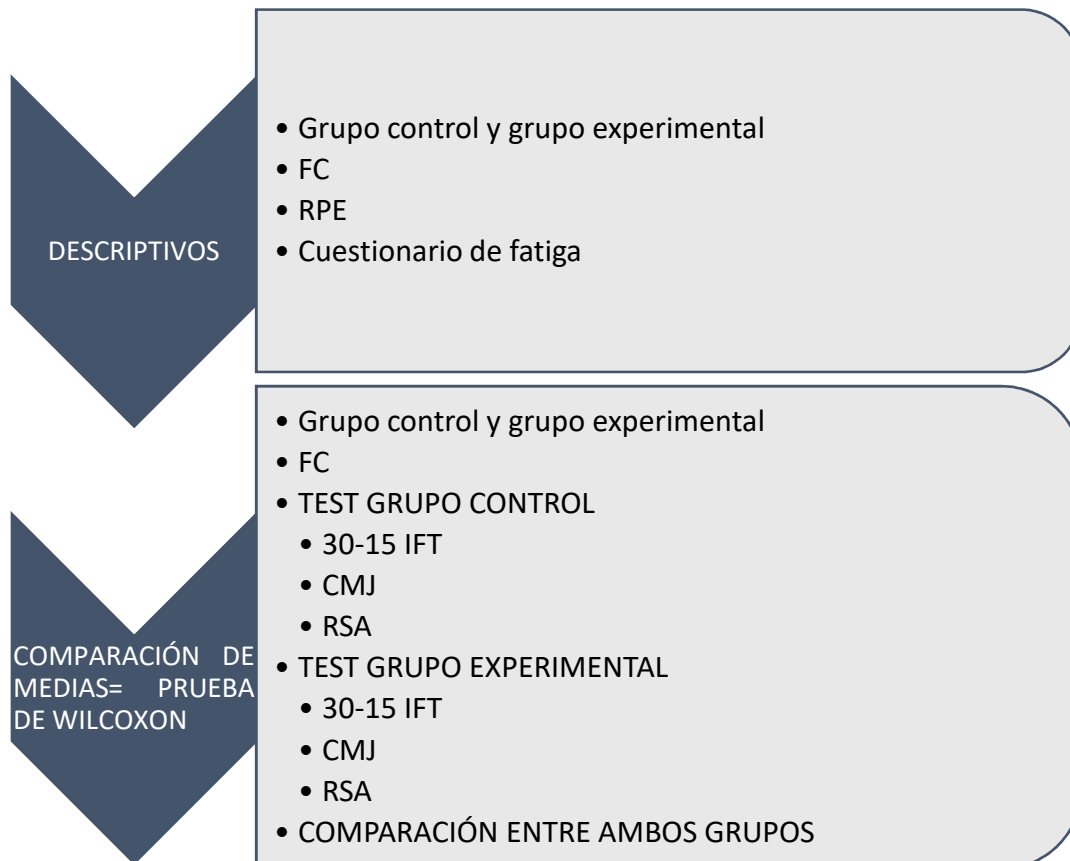


Figura 15. Esquema del capítulo de resultados.

##### 4.1. Análisis descriptivo.

En primer lugar, se presentan en la tabla nº 20 los resultados correspondientes al análisis descriptivo, diferenciando entre el grupo experimental y el grupo control.

Para esta investigación se contó con un grupo control con 11 jugadores (+1 excluido) con una media de edad  $18,55 \pm 1,04$  años, un peso de  $81,68 \pm 10,52$  kg, una altura de

191,09±9,80 cm de altura y un índice de masa corporal (IMC) de 22,29±1,31 kg/m<sup>2</sup>. A través de la prueba 30-15 IFT, propuesta por Buchheit (2008a), fue calculado el VO<sub>2</sub>máx medio de los jugadores del grupo control, siendo éste de 49,17±2,32 mL O<sub>2</sub>/(kg·min), así como su frecuencia cardíaca máxima media (FCmáx med), que fue de 181,33±2,94 ppm (p≤0,05).

Para el grupo de la investigación se contó con 11 sujetos (+1 excluido) con una media de edad de 17,91±1,58, un peso de 77,95±10,07 kg, una altura de 183±4,88 cm de altura y un índice de masa corporal de 23,32±3,34 kg/m<sup>2</sup>. Y, al igual que con el GC, a través del 30-15 IFT se obtuvo el VO<sub>2</sub>máx medio de los jugadores, siendo este de 47,8±3,05 mL O<sub>2</sub>/(kg·min), y su FCmáx med de 196,18±4,75 ppm (p≤0,05).

Tabla 20. Estadísticos descriptivos de los grupos.

	GRUPO EXPERIMENTAL	GRUPO CONTROL
<b>Muestra</b>	11	11
<b>Edad</b>	17,91±1,58	18,55±1,04
<b>Peso</b>	77,95±10,07	81,68±10,52
<b>Altura</b>	183±4,88	191,09±9,80
<b>IMC</b>	23,32±3,34	22,29±1,31
<b>VO<sub>2</sub>máx</b>	49,17±2,32	47,8±3,05
<b>FCmáx med</b>	181,33±2,94	196,18±4,75
<b>Experiencia</b>	5,55±3,52	10,09±3,59

#### 4.1.1. Análisis descriptivo de la frecuencia cardiaca.

Para el control de las sesiones de HIIT y SSG del grupo experimental se usaron dos herramientas. La primera fue la FC a lo largo de los distintos entrenamientos (habiéndose estimado la FC<sub>máx</sub> media de los jugadores previamente de  $196,18 \pm 4,75$  ppm;  $M_e = 194$  ppm;  $CV\% = 2,42\%$ ;  $IQR = 11,00$ ). La FC media de todo el protocolo (HIIT y SSG) fue de  $177,70 \pm 15,76$  ppm (90,58% FC<sub>máx</sub>) ( $M_e = 177,45$  ppm;  $CV\% = 8,88\%$ ;  $IQR = 22,50$ ). A continuación, se muestran los valores obtenidos de FC, en cada una de las 12 sesiones de entrenamiento (6 semanas).

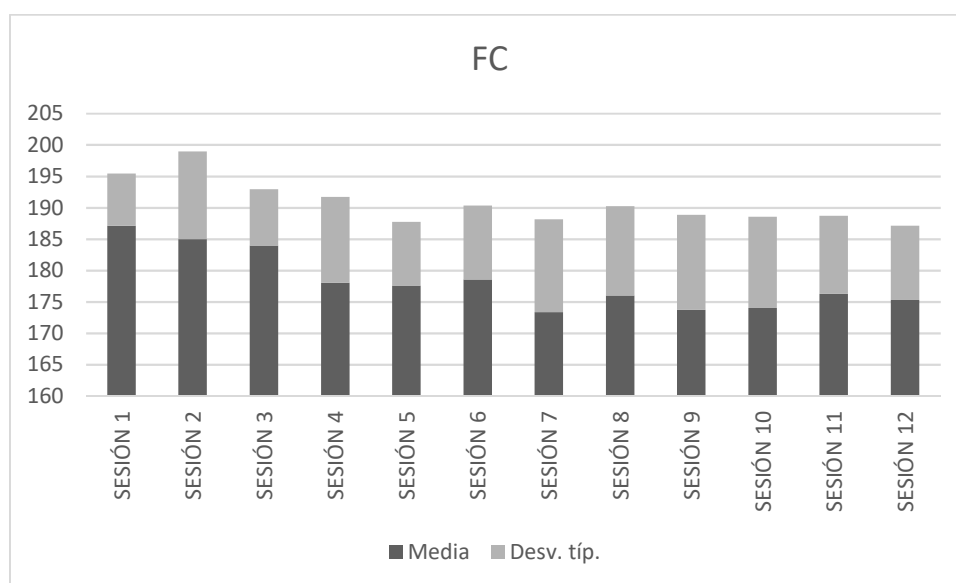


Figura 16. Representación de los valores de FC analizados por sesiones.

Fue llevado a cabo un análisis individualizado por jugadores y por puestos de juego, encontrando valores superiores en los aleros-escoltas ( $181,30 \pm 14,24$  ppm; 92,41% FC<sub>máx</sub>;  $M_e = 184$  ppm;  $CV\% = 7,85$ ;  $IQR = 17,50$ ), seguido por los bases ( $177,25 \pm 11,69$  ppm; 90,35% FC<sub>máx</sub>;  $M_e = 180$  ppm;  $CV\% = 6,60\%$ ;  $IQR = 14,50$ ), y por último de los pivots ( $174,76 \pm 12,78$  ppm; 89,08% FC<sub>máx</sub>;  $M_e = 178$  ppm;  $CV\% = 7,31\%$ ;  $IQR = 14,50$ ).

Dentro del protocolo de entrenamiento llevado a cabo, había dos metodologías de trabajo, HIIT y SSG. En la siguiente tabla (ver tabla nº 21) se muestran las FC obtenidas en cada uno de los dos métodos de entrenamiento, en cada día de entrenamiento, a lo largo de las 12 sesiones que duró el protocolo. Se consiguieron valores superiores en HIIT ( $185,09 \pm 8,18$  ppm; 94,35% FCmáx;  $M_e = 185$ ; CV% = 4,42; IQR = 22,50) en comparación que con los SSG ( $170,31 \pm 17,69$  ppm; 86,81% FCmáx;  $M_e = 173$  ppm; CV% = 10,39; IQR = 12).

Tabla 21. FC medias obtenidas en cada método en cada sesión de entrenamiento.

SESIONES DE ENTRENAMIENTO	HIIT	SSG
SESIÓN 1	190,28±7,58	183,94±7,96
SESIÓN 2	190,48±8,04	179,56±16,59
SESIÓN 3	189,70±5,19	165,25±39,91
SESIÓN 4	184,75±8,69	170,67±14,53
SESIÓN 5	183,47±7,67	173,93±9,86
SESIÓN 6	185,30±6,53	171,53±12,03
SESIÓN 7	182,36±8,46	167,39±15,09
SESIÓN 8	182,11±11,64	170,20±14,28
SESIÓN 9	184,09±6,47	162,90±14,01
SESIÓN 10	183,90±6,39	164,20±13,68
SESIÓN 11	183,47±7,04	169,50±12,80
SESIÓN 12	181,29±8,26	167,64±11,50
<b>MEDIA</b>	<b>185,09±8,18</b>	<b>170,31±17,69</b>

#### 4.1.2. Análisis descriptivo del rango percibido de esfuerzo.

El otro parámetro estudiado a lo largo del protocolo de investigación fue el RPE experimentado por los jugadores. Se recuerda que, tal como fue contado en el capítulo del método (ver capítulo 3.5.1.5), el RPE fue registrado al finalizar el entrenamiento, por lo que no se diferencia entre los dos métodos de entrenamiento del protocolo (como sí se ha podido realizar con la FC), sino que se ha reflejado el valor de toda la sesión de entrenamiento. En la siguiente tabla (ver tabla nº 22) se ven reflejados los valores obtenidos, observando el valor más alto en el primer entrenamiento ( $8,10 \pm 0,06$  u.a.), y siendo la media de las 6 semanas de  $7,41 \pm 0,87$  u.a.

Tabla 22. Análisis RPE de cada una de las sesiones.

SESIONES ENTRENAMIENTO	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	$M_e$	CV%	IQR
RPE ENTRENAMIENTO 1	8,10	0,66	8	8,13	0,38
RPE ENTRENAMIENTO 2	6,72	0,83	6,5	12,40	0,75
RPE ENTRENAMIENTO 3	7,50	0,85	7,75	11,33	1,50
RPE ENTRENAMIENTO 4	6,83	0,56	7	8,18	1,13
RPE ENTRENAMIENTO 5	7,17	0,90	7	12,58	1,63
RPE ENTRENAMIENTO 6	7,80	0,75	7,78	9,65	1,38
RPE ENTRENAMIENTO 7	7,59	0,70	8	9,23	0,88
RPE ENTRENAMIENTO 8	7,40	0,97	7,25	13,06	1,88
RPE ENTRENAMIENTO 9	6,95	0,93	7	13,43	2,13
RPE ENTRENAMIENTO 10	7,78	0,89	8	11,39	1,50
RPE ENTRENAMIENTO 11	7,44	1,15	7,25	15,43	1,88
RPE ENTRENAMIENTO 12	6,50	1,38	7	21,21	1,75

Así mismo, fue efectuado un análisis individualizado de los valores de RPE atendiendo a los puestos de juego, donde se obtienen los valores más altos en los pívots ( $7,67 \pm 0,81$  u.a.;  $M_e = 7,75$  u.a.;  $CV\% = 10,61$ ;  $IQR = 1,63$ ), seguidos muy de cerca por los bases ( $7,46 \pm 1,11$  u.a.;  $M_e = 7,75$  u.a.;  $CV\% = 14,89$ ;  $IQR = 1,83$ ), y por último los aleros-escoltas ( $6,92 \pm 0,76$  u.a.;  $M_e = 6,50$  u.a.;  $CV\% = 11,01$ ;  $IQR = 0,88$ ).

De acuerdo a los datos obtenidos tanto en la FC como en la RPE, se observa que los aleros son los que mayores FC registraron y, por el contrario, son los que obtuvieron valores más bajos en el RPE. Exactamente igual, pero en sentido contrario, les ocurre a los pívots, obtuvieron las menores FC pero los mayores valores de RPE.

#### **4.1.3. Análisis descriptivo del cuestionario de fatiga.**

A lo largo del protocolo de 6 semanas de duración, los jugadores, al día siguiente del entrenamiento, tras levantarse, rellenaron un cuestionario de fatiga sobre 7 diferentes variables ordinales y subjetivas a cada jugador. Dos de ellas valoradas de 0 a 10 (fatiga y dolor), y el resto del 0 al 5. En la siguiente tabla (ver tabla nº 23), se muestran los valores medios de los 12 entrenamientos de cada uno de los ítems.



Tabla 23. Valores medios de las variables del cuestionario de fatiga.

	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	M <sub>e</sub>	CV%	IQR
FATIGA	5,28	2,31	6	43,75	3
DOLOR	4,59	2,27	4	49,45	3
SUEÑO	3,79	1,01	4	26,53	2
RECUPERACIÓN	3,53	0,86	4	24,48	1
APETITO	3,61	1,05	4	29,03	1
MOTIVACIÓN	4,14	0,92	4	22,04	2
ESTRÉS	1,59	0,73	1	45,67	1

Observando los valores de los diferentes ítems, fue corroborado como los jugadores se recuperaban bien de las sesiones de entrenamiento, por lo que afrontaban el protocolo de entrenamiento sin signos de sobre entrenamiento, ni fatiga acumulada excesiva (teniendo en cuenta que era un protocolo experimental que nunca se había llevado a cabo era un punto importante, y una de las principales razones por las que rellenar este cuestionario tras cada día de entrenamiento). Además también se puede observar como se encontraban motivados para las tareas a afrontar.

#### 4.2. Comparación de medias entre grupo experimental y grupo control.

Tras contrastar la hipótesis de no normalidad de cada uno de los datos, se procedió a analizar estadísticamente los resultados a través de la prueba no paramétrica de Wilcoxon, con el objetivo de comprobar si las diferencias entre los datos eran

significativas. Posteriormente, se calculó la prueba Delta de Cliff (d) para conocer el tamaño del efecto.

Con el objetivo de comparar ambos grupos, en primer lugar, se procedió a comparar las medias de ambos grupos, ya que, si existiesen diferencias significativas entre ambos grupos, se podría considerar que dichas diferencias podrían explicar o condicionar los resultados obtenidos. En la tabla nº 24, se observa que únicamente se han encontrado diferencias significativas entre ambos grupos en la altura, la experiencia y en la FCmáx, en las que sí se encontraron diferencias significativas, siendo el tamaño del efecto grande. A pesar de ello, se considera que ambos grupos son perfectamente comparables.

Tabla 24. Comparación de medias entre el grupo control y el grupo experimental. Diferencias significativas (p) y Delta de Cliff.

	EDAD	PESO	ALTURA	IMC	VO <sub>2</sub> máx	FCmáx	Experiencia
<b>Prueba de Wilcoxon (p)</b>	0,253	0,477	0,007	0,374	0,83	0,028	0,012
<b>Delta de Cliff</b>	0,31	0,16	0,59	0,12	0,35	1	0,59

#### 4.2.1. Comparación de medias de la FC obtenida entre ambos métodos de entrenamiento (HIIT y SSG).

Se llevó a cabo la prueba de Wilcoxon de los valores de la FC en ambos métodos de entrenamiento (HIIT y SSG), donde se observa que a través de HIIT se obtuvieron valores

de FC superiores, encontrándose diferencias significativas ( $p= 0,001$ ), y con un tamaño del efecto muy grande ( $d= 0,92$ ). Se pueden observar estos datos en la tabla nº 25.

Tabla 25. Diferencias significativas y Delta de Cliff entre las FC obtenidas en HIIT y SSG.

FC (HIIT - SSG)	
Prueba de Wilcoxon (p)	0,001
Delta de Cliff	0,92

#### 4.2.2. Comparación de medias de los resultados obtenidos en los tests administrados entre el grupo experimental y el grupo control.

Se llevaron a cabo 3 tests para valorar los cambios físicos tras la implantación del protocolo, administrándose dichos tests en la semana anterior y posterior al tratamiento, tanto en el grupo control (con sus entrenamientos habituales) como en el grupo experimental. Estas pruebas fueron CMJ, 30-15 IFT y RSA.

Para mejor comprensión de los datos, primero se analizan descriptivamente los datos, y posteriormente, tras haber contratado la hipótesis de normalidad, y comprobar que no lo eran, fue llevada a cabo la prueba no paramétrica de Wilcoxon, para comparar los entre sí. Esta prueba permite resolver el contraste que se da entre un antes-después o pre-post, y así poder comprobar si tras un tratamiento se ha producido algún cambio, entre dos muestras relacionadas.

Como anteriormente se ha comentado, también se analizará Delta de Cliff para comprobar el tamaño del efecto del cambio producido.

**4.2.2.1. Test 30-15 IFT.****4.2.2.1.1. Resultados obtenidos en el Test 30-15 IFT por el grupo control.**

En la tabla nº 26 se refleja el análisis descriptivo de los valores obtenidos de la prueba, en los dos parámetros analizados de todos los jugadores del grupo control (VO<sub>2</sub>máx y valor del 30-15). En ambos parámetros se observa una mejora, pero ésta es mínima y no significativa (VIFT 1,33% y VO<sub>2</sub>máx= 1,34%).

Tras comprobar la no normalidad en la distribución de los datos en la tabla aparece el resultado de la prueba de Wilcoxon, donde se puede observar como las mejoras, tanto en el nivel máximo alcanzado en el test como en el valor de consumo de oxígeno, no son significativas en el grupo control ( $p > 0,05$ ). Posteriormente fue calculada la Delta de Cliff en el nivel del test y en el VO<sub>2</sub>máx, donde fue observado que el tamaño del efecto era pequeño-mediano en la VIFT ( $d = 0,33$ ) y pequeño en el VO<sub>2</sub>máx ( $d = 0,25$ ).

Tabla 26. Comparativa del máximo nivel alcanzado de la prueba y del VO<sub>2</sub>máx estimado pre y post del grupo control.

	PRE	POST	WILCOXON (p)	Delta de Cliff
<b>NIVEL 30-15</b>	18,75±1,04 M <sub>e</sub> = 19,25 CV%= 5,53 IQR= 1,65	19,00±1,39 M <sub>e</sub> = 19,75 CV%= 7,25 IQR= 2,63	0,581	0,33
<b>VO<sub>2</sub>máx</b>	49,17±2,32 M <sub>e</sub> = 50 CV%= 4,71 IQR= 3,75	49,83±3,19 M <sub>e</sub> = 51 CV%= 6,40 IQR= 5,75	0,581	0,25

**4.2.2.1.2. Resultados obtenidos en el test 30-15 IFT por el grupo experimental.**

Primero fue realizado un análisis descriptivo de los valores obtenidos de la prueba en los dos parámetros analizados de todos los jugadores del grupo experimental ( $VO_2$ máx y la VIFT). En ambos parámetros se observa una mejora, pero en este caso dicha mejora es bastante superior a la observada en el grupo control (VIFT= 8,31% y  $VO_2$ máx= 6,07%).

Tras comprobar la no normalidad en la distribución de los datos en la tabla nº 26 aparece el resultado de la prueba de Wilcoxon, donde se observa como las mejoras, tanto en el nivel máximo alcanzado en el test ( $18,05 \pm 1,38$  a  $19,55 \pm 1,46$ ) ( $p= 0,005$ ) (lo que implica una mejora del 6%), como en el valor de consumo de oxígeno ( $47,80 \pm 2,05$  a  $50,70 \pm 3,27$  ml/kg/min) ( $p= 0,0007$ ) son significativas en el grupo de investigación ( $p < 0,05$ ). Posteriormente fue calculada la Delta de Cliff en el nivel del test y en el  $VO_2$ máx, donde fue descubierto que el tamaño del efecto era grande en ambos ( $d= 0,64$  y  $0,61$ , respectivamente). En la tabla nº 27 se pueden observar estos datos.

Tabla 27. Comparativa del máximo nivel alcanzado de la prueba y del VO<sub>2</sub>máx estimado pre y post del grupo experimental.

	PRE	POST	WILCOXON (p)	Delta de Cliff
<b>NIVEL 30-15</b>	18,05±1,38 M <sub>e</sub> = 18,25 CV%= 7,66 IQR= 1,75	19,55±1,46 M <sub>e</sub> = 20 CV%= 7,48 IQR= 1,63	0,005	0,64
<b>VO<sub>2</sub>máx ESTIMADO</b>	47,8±3,05 M <sub>e</sub> = 48,50 CV%= 6,38 IQR= 4,25	50,70±3,27 M <sub>e</sub> = 51 CV%= 6,45 IQR= 2,75	0,0007	0,61

#### 4.2.2.2. Test CMJ

Otra prueba analizada fue el CMJ. Este test es comúnmente utilizado para analizar la cantidad de fuerza producida por unidad de tiempo, y existen 2 parámetros a evaluar= la altura alcanzada y la velocidad del salto.

##### 4.2.2.2.1. Resultados obtenidos en el Test CMJ por el grupo control.

Primero fue realizado un análisis descriptivo de los valores obtenidos de la prueba en ambos parámetros analizados (altura y velocidad del salto) de todos los jugadores en el grupo control. En la siguiente tabla (tabla nº28) aparece el resultado de la prueba de Wilcoxon, donde, aunque se pueden apreciar mejoras, dichas mejoras no son significativas, y el tamaño del efecto es pequeño tanto en la altura alcanzada como en la velocidad del salto (d= 0,19 y 0,15, respectivamente).

Tabla 28. Comparación de los datos pre-post de altura y velocidad del grupo control.

	PRE	POST	WILCOXON	Delta de Cliff
ALTURA SALTO	35,67±5,96 M <sub>e</sub> = 34,39 CV%= 16,84 IQR= 8,28	37,21±5,31 M <sub>e</sub> = 38,91 CV%= 14,27 IQR= 7,37	0,062	0,19
VELOCIDAD DEL SALTO	1,32±0,11 M <sub>e</sub> = 1,30 CV%= 8,56 IQR= 0,15	1,35±0,10 M <sub>e</sub> = 1,38 CV%= 7,22 IQR= 0,13	0,122	0,15

Analizando los valores de manera individual, se observa que había un sujeto en cada uno de los grupos que disminuía su rendimiento, lo que se pasó a considerar como un dato anómalo. Eliminando los valores de esos dos sujetos (uno en cada grupo), los datos mostraban resultados diferentes.

Analizando estos datos, después de eliminar el dato anómalo, se observan mejoras significativas (tabla nº 29) en la altura del grupo control ( $p= 0,037$ ) (4,32%) pero no en la velocidad (1,49%). Tras comprobar que dichas mejoras eran significativas, se calculó la delta de Cliff ( $d$ ), donde se halló que el tamaño del efecto era pequeño en la altura ( $d= 0,22$ ) y todavía más inferior en la velocidad ( $d= 0,17$ ).

Tabla 29. Comparación de los datos pre-post de altura y velocidad del grupo control sin el dato anómalo.

	PRE	POST	WILCOXON	Delta de Cliff
ALTURA SALTO	35,67±6,01 M <sub>e</sub> = 34,39 CV%= 17 IQR= 8,60	37,21±5,31 M <sub>e</sub> = 38,37 CV%= 14,82 IQR= 8,88	0,037	0,22
VELOCIDAD DEL SALTO	1,34±0,9 M <sub>e</sub> = 1,35 CV%= 6,81 IQR= 0,14	1,36±0,8 M <sub>e</sub> = 1,39 CV%= 6 IQR= 0,13	0,122	0,17

#### 4.2.2.2.2. Resultados obtenidos en el Test CMJ por el grupo experimental.

Primero fue llevado a cabo un análisis descriptivo de los valores obtenidos de la prueba en ambos parámetros recogidos y analizados de todos los jugadores en el grupo experimental (altura y velocidad del salto). En la siguiente tabla (ver tabla nº 30) aparece el resultado de la prueba de Wilcoxon, donde, aunque se pueden apreciar mejoras, dichas mejoras no son significativas, dato bastante consecuente con el tipo de protocolo llevado a cabo, igual que sucedió en el grupo control. El tamaño del efecto encontrado fue pequeño (al igual que en el grupo control) tanto en la altura alcanzada como en la velocidad del salto ( $d = 0,18$  y  $0,14$ , respectivamente).



Tabla 30. Comparación de los datos pre-post de altura y velocidad del grupo experimental.

	PRE	POST	WILCOXON	Delta de Cliff
<b>ALTURA SALTO</b>	35,59±6,64 M <sub>e</sub> = 35,21 CV%= 18,66 IQR= 10,76	37,52±5,97 M <sub>e</sub> = 38,41 CV%= 15,91 IQR= 12,23	0,059	0,18
<b>VELOCIDAD DEL SALTO</b>	1,32±0,12 M <sub>e</sub> = 1,32 CV%= 1,32 IQR= 0,2	1,35±0,11 M <sub>e</sub> = 1,37 CV%= 1,37 IQR= 2,22	0,058	0,14

Al eliminar los datos del sujeto anómalo (tal como se describió en el apartado 4.2.2.2.1), se observaron mejoras significativas, tanto en la altura ( $p= 0,015$ ) (7%) como en la velocidad ( $p= 0,021$ ) (3,05%) del grupo experimental (ver tabla nº 31). Tras comprobar que dichas mejoras eran significativas se calculó la Delta de Cliff, donde se halló que el tamaño del efecto era pequeño en la altura ( $d= 0,21$ ), pero mediano-grande en la velocidad del salto ( $d= 0,40$ ).

Tabla 31. Comparación de los datos pre-post de altura y velocidad del grupo experimental sin el dato anómalo.

	PRE	POST	WILCOXON	Delta de Cliff
<b>ALTURA SALTO</b>	35,16±6,90 M <sub>e</sub> = 33,32 CV%= 19,62 IQR= 12,59	37,62±6,32 M <sub>e</sub> = 39,55 CV%= 16,81 IQR= 12,65	0,015 M <sub>e</sub> = CV%= IQR=	0,21
<b>VELOCIDAD DEL SALTO</b>	1,31±0,13 M <sub>e</sub> = 1,28 CV%= 9,85 IQR= 0,16	1,35±0,11 M <sub>e</sub> = 1,39 CV%= 8,41 IQR= 0,14	0,021	0,40

#### 4.2.2.3. Test RSA.

Se trata de una prueba donde se valora el rendimiento de los deportistas en la ejecución de sprints cortos y de máxima intensidad, y al contrario que en las otras pruebas, cuanto menor es el valor alcanzado en la prueba mayor es la mejora obtenida. Se analizaron tres variables en este test: a) Tiempo total de la prueba (TT); b) el mejor tiempo (BT); y c) el porcentaje de decremento (PD).

##### 4.2.2.3.1. Resultados obtenidos en el Test RSA por el grupo control.

Primero fue realizado un análisis descriptivo de los valores obtenidos en la prueba, en los tres parámetros registrados, de todos los jugadores en el grupo control. Tras comprobar la no normalidad en la distribución de los datos, fue llevada a cabo la prueba no paramétrica de Wilcoxon para ver los cambios y en la tabla nº 32 se presentan los

resultados obtenidos. No se hallaron en el grupo control diferencias significativas en ninguno de los tres datos analizados, observándose incluso una ligera disminución en el BT (-0,21%) y en el PD (9,91%), e incluso un empeoramiento en el TT (0,17%). Posteriormente fue calculada la Delta de Cliff para el TT, BT y PD, donde se halló que el tamaño del efecto era mínimo en BT y TT ( $d= 0,04$  y  $0,06$ , respectivamente), pero pequeño-mediano en PD ( $d= 0,29$ ).

Tabla 32. Comparación de los datos TT, BT y PD del grupo control.

	PRE	POST	WILCOXON	Delta de Cliff
<b>Tiempo total (TT)</b>	62,07±3,94 M <sub>e</sub> = 61,24 CV%= 6,35 IQR= 2,2	61,94±4,36 M <sub>e</sub> = 61,01 CV%= 7,03 IQR= 2,76	0,959	0,04
<b>Mejor tiempo (BT)</b>	5,90±0,31 M <sub>e</sub> = 5,87 CV%= 5,33 IQR= 0,3	5,91±0,29 M <sub>e</sub> = 5,88 CV%= 4,84 IQR= 0,31	0,876	0,06
<b>Porcentaje de decremento (PD)</b>	5,19±2,85 M <sub>e</sub> = 5,34 CV%= 54,93 IQR= 5,09	4,77±3,24 M <sub>e</sub> = 3,51 CV%= 68,01 IQR= 3,28	0,959	0,29

#### 4.2.2.3.2. Resultados obtenidos en el test RSA por el grupo experimental.

Primero fue realizado un análisis descriptivo de los valores obtenidos de la prueba en los tres parámetros analizados de todos los jugadores en el grupo experimental. Tras

comprobar la no normalidad en la distribución de los datos fue realizada la prueba no paramétrica de Wilcoxon para ver los cambios y en la tabla nº 33 se presentan los resultados obtenidos. Se pudo concluir que las mejoras eran significativas en el grupo de investigación sólo en dos parámetros de los tres estudiados, en el TT ( $p= 0,009$ ) (-4,49%) y el BT ( $p= 0,017$ ) (-4,71%). Tras comprobar que dichas mejoras eran significativas, se calculó la delta de Cliff ( $d$ ) para el TT, BT y PD, donde fue hallado que el tamaño del efecto era grande en TT y BT ( $d= 0,6$  y  $0,46$ , respectivamente) y pequeño en el PD ( $d= 0,15$ ), coincidiendo con que es el único parámetro en que la mejora no es significativa, sino que se observa un empeoramiento (7,27%).

Tabla 33. Comparación de los datos TT, BT y PD del grupo experimental.

	PRE	POST	WILCOXON (p)	Delta de Cliff
<b>Tiempo total (TT)</b>	62,34±3,12 M <sub>e</sub> = 61,85 CV%= 5,01 IQR= 6,15	59,54±2,81 M <sub>e</sub> = 58,65 CV%= 4,72 IQR= 3,11	0,009	0,6
<b>Mejor tiempo (BT)</b>	5,94±0,34 M <sub>e</sub> = 5,95 CV%= 5,77 IQR= 0,61	5,66±0,35 M <sub>e</sub> = 5,59 CV%= 6,12 IQR= 0,48	0,017	0,46
<b>Porcentaje de decremento (PD)</b>	4.95±2,73 M <sub>e</sub> = 4,26 CV%= 55,18 IQR= 1,47	5,31±2,21 M <sub>e</sub> = 4,89 CV%= 41,57 IQR= 3,04	0,386	0,15

A continuación, de forma resumida, se presenta en la tabla nº 34, los resultados obtenidos, comparando ambos grupos en todos los parámetros analizados.

Tabla 34. Comparativa entre grupo control y grupo experimental de los test de capacidades físicas.

		GRUPO CONTROL		GRUPO EXPERIMENTAL	
		PRE/POST	EFFECTO	PRE/POST	EFFECTO
<b>30-15</b>	<b>NIVEL TEST</b>	NO	++	SI	+++
	<b>VO<sub>2</sub>máx</b>	NO	+ / ++	SI	+++
<b>CMJ</b>	<b>ALTURA</b>	SI	+ / ++	SI	+ / ++
	<b>VELOCIDAD</b>	NO	+	SI	++ / +++
<b>RSA</b>	<b>TT</b>	NO	+	SI	+
	<b>BT</b>	NO	+	SI	+++
	<b>PD</b>	NO	+	NO	+

Notas= PRE/POST= NO (no hay diferencias significativas entre el pre y el post) y SI (hay diferencias significativas entre el pre y el post).

TAMAÑO DEL EFECTO= efecto de tamaño pequeño o +=  $d \leq 0,147$ ; efecto de tamaño mediano o ++ =  $d \sim 0,33$ ; efecto de tamaño grande o +++  $d \geq 0,474$ .



## 5. DISCUSIÓN





## 5. DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta investigación ha sido comprobar si, con una metodología de entrenamiento combinada de HIIT y SSG, se consiguen mejoras significativas en la condición física (valorada a través de 3 tests físicos: 30-15 IFT, CMJ y RSA). También, entre los objetivos de la tesis, se pretendía conocer si las mejoras producidas por un protocolo combinado de HIIT y SSG son superiores a las conseguidas a través de una metodología tradicional, basada en las fases del momento de la temporada y los requerimientos y necesidades de cada una de las manifestaciones de las capacidades condicionales del baloncesto, seguida por el grupo control.

Una vez analizados los resultados, se puede interpretar que sí se ha corroborado la hipótesis principal, según la cual, a través de este trabajo combinado de HIIT y SSG, la mejora en la condición física es superior a la conseguida a través del grupo control.

Revisando la literatura científica (e.g.: Pubmed, SPORTdiscus) no se han encontrado estudios que hayan utilizado un diseño similar al de la presente investigación en el baloncesto, aunque sí dos investigaciones que han combinado HIIT y SSG en otros deportes de equipo, pero encontrándose grandes diferencias con los resultados de la presente tesis doctoral. Una de ellas se encuentra en el entrenamiento de fútbol, y es la diseñada por Poulos et al. (2018). En dicho estudio, 30 jóvenes jugadores de fútbol ( $19 \pm 1$  años) fueron divididos en 3 grupos, uno que combinaba HIIT y SSG, otro grupo que realizaba un MICT y un grupo control que realizaba los entrenamientos habituales a lo largo de 8 semanas (2 entrenamientos semanales). Al contrario que en el estudio realizado para esta tesis, en la que las dos metodologías se combinaban a lo largo de la misma sesión para conseguir mayores intensidades y especificidad en los entrenamientos,

en el estudio de Poulos et al. (2018), el grupo que combinaba estas metodologías de HIIT y SSG las trabajaban en sesiones alternas. Es importante destacar, que, en la presente tesis, el protocolo de trabajo planteado supone una metodología de HIIT similar, un protocolo de 15 segundos-15 segundos, pero al 120%  $VO_2$ máx (en vez de al 95% de la VIFT). Como ya se ha expuesto anteriormente, éste es un enfoque mucho más adecuado para controlar el HIIT, ya que se ha demostrado ser más preciso para individualizar el HIIT en jugadores bien entrenados en deportes de equipo (Buchheit, 2008a), y se ha comprobado estar más relacionado con la velocidad máxima de sprint (Buchheit, 2014). Así mismo, se deduce debido a la falta de información, que el trabajo de HIIT, en esta publicación (Poulos et al., 2018), es llevado a cabo en línea recta, mientras que en esta tesis se incorporaron 2 COD. Se debe destacar que a través de esta combinación de los dos métodos de entrenamiento llevados a cabo en el estudio de Poulos et al. (2018), no se consiguieron mejoras significativas en los parámetros de resistencia cardiorrespiratoria, la velocidad de las piernas, la fuerza y la potencia; mientras que a través de la presente investigación se incrementaron significativamente todos los parámetros analizados con los test físicos, incluida la resistencia cardiorrespiratoria, a excepción del PD en el test de RSA.

El otro trabajo con el que también es preciso comparar los resultados es con el estudio realizado por Harrison et al. (2015), de 6 semanas de duración, llevado a cabo con adolescentes ( $13,9 \pm 0,3$  años), quienes también combinaban ambas metodologías HIIT (2 series de 16 a 22 repeticiones de carreras en línea recta al 90-95% VIFT durante 15 segundos, con 15 segundos entre ellas de recuperación pasiva y 3 minutos entre series de recuperación pasiva) y SSG (2 series de 8 a 11 minutos, con 3 minutos de recuperación pasiva) comparándolas con un trabajo único basado en los mismos SSG. También

conviene señalar que en este caso se aprecian grandes diferencias metodológicas, ya que ambas metodologías (al igual que en el trabajo de Poulos et al., 2018) se combinan en sesiones alternas, además de que los SSG utilizados no son específicos, sino de juegos. Después del entrenamiento, mejoraron el consumo máximo de oxígeno tras el entrenamiento combinado ( $5,5 \pm 3,3\%$ ; tamaño del efecto -ES- = grande), al igual que se incrementaron la VIFT, tanto en el entrenamiento combinado ( $6,6 \pm 3,2\%$ ; ES= grande) como con el entrenamiento exclusivo de SSG ( $4,2 \pm 5,5\%$ ; ES= pequeño). Así mismo, los investigadores apreciaron una disminución del tiempo de sprint en 5 metros, pero sin cambios en el sprint de 20 metros ni en la altura de la capacidad de salto. En conclusión, ambos métodos fueron eficaces para aumentar algunos de los parámetros de rendimiento analizados, pero se observaron mayores efectos después del protocolo combinado.

No obstante, en los resultados de la presente tesis, se han registrado mejoras en VIFT y  $VO_2$ máx ( $8,31\%$  y  $6,07\%$ , respectivamente). Dicho aumento fue superior a los ya citados, además de que se mejoraron 2 de los 3 parámetros del test RSA, exactamente el tiempo total y el mejor tiempo, ( $-4,49$  y  $-4,71\%$ , respectivamente) y la altura y la velocidad en el salto CMJ ( $7$  y  $3,05\%$ , respectivamente).

Por lo que se puede concluir que, a pesar de que se han hallado en la literatura actual únicamente dos protocolos que hayan combinado estas dos metodologías de trabajo (HIIT y SSG), y de que se observan diferencias importantes desde el punto de vista metodológico, lo que provoca que los resultados deban ser interpretados y comparados con cautela, los resultados obtenidos por ellos han sido inferiores a los encontrados en esta tesis doctoral (Harrison et al., 2015; Poulos et al., 2018).

Para analizar en profundidad los resultados del protocolo de esta investigación se va a proceder a comparar los resultados de los diferentes parámetros recopilados de los test de condición física (pre-intervención y post-intervención) realizados como medio de control con las publicaciones relacionadas con el tema en cuestión (estudios que versan sobre HIIT, SSG, entrenamientos combinados) y con los resultados del grupo control.

### **5.1. Cambios observados en la capacidad cardiorrespiratoria.**

En relación al test 30-15 IFT, diseñado por Buchheit (2008a), se deben analizar fundamentalmente los cambios observados en 2 parámetros: la VIFT y el  $VO_2$  máximo estimado de los jugadores.

Dentro de las investigaciones que han analizado la mejora de VIFT a través de entrenamientos HIIT en jugadores de baloncesto, es preciso destacar dos publicaciones científicas: Delextrat y Martínez (2014) ( $16,0 \pm 0,6$  años) y Delextrat et al. (2018) ( $14,3 \pm 0,5$  años). En ambos casos utilizaron un protocolo de intensidad muy semejante al planificado para esta tesis durante 6 semanas (2 series de entre 8 y 13 minutos al 95% de la VIFT 15 segundos-15 segundos con recuperación activa) con 2 entrenamientos semanales. Sin embargo, dichos trabajos se basaron en realizar todos los esfuerzos en línea recta, y como resultado fundamental los autores observaron una mejora del 3,4% ( $p < 0,05$ ) de la VIFT en dichos jugadores. Por otro lado, a través de la aplicación del protocolo combinado de la presente investigación, modificando la recuperación activa por pasiva, tal como realizaba Buchheit et al. (2009b) y la introducción de COD (en vez de un trabajo en línea recta), se logró una mejora superior, llegando a ser del 8,31% ( $p < 0,05$ ). Desde nuestra perspectiva, se puede entender que dicha mejora es debida, en parte, a la introducción de los cambios de dirección (en el caso concreto de la presente

investigación, fueron 2 COD) durante el HIIT, tal y como apuntan Sánchez-Sánchez et al. (2018). Dichos autores, en su investigación con jugadoras de nivel nacional ( $17,2 \pm 1,1$  años), obtuvieron una mejora del 2,3% ( $ES = 0,22$ ) en la VIFT, a través de un protocolo de HIIT, también de 6 semanas de duración entrenando 2 días a la semana (en el que corrían durante 10 segundos al 90% de la VIFT y 10 segundos recuperaban de manera activa, hasta completar la serie de 6 minutos, y que volvían a repetir al cabo de 3 minutos de recuperación pasiva), pero añadiendo 3 COD. Aun así, estas mejoras serían claramente inferiores a las conseguidas por esta investigación (8,31%;  $d = \text{grande}$ ), pero vendrían provocadas por el SSC, necesario para la realización de los cambios de dirección, y que estaría de acuerdo con los argumentos de Viaño-Santasmariñas et al. (2018) y que contribuyen a aumentar las adaptaciones neuromusculares y metabólicas requeridas por los mismos (Sánchez-Sánchez et al., 2018; Taylor et al., 2015).

De hecho, en otros deportes como el balonmano o fútbol, se han reportado grandes mejoras en este parámetro. En la literatura científica del balonmano, Viaño-Santasmariñas et al. (2018), con jugadores adultos altamente entrenados ( $22,7 \pm 3,9$  años), trabajando con intervalos cortos de 10 segundos al 95% de la VIFT durante 2 días a la semana a lo largo de 6 semanas, consiguieron una mejora del 8,18% ( $p < 0,05$ ) de esta velocidad final del test. Del mismo modo, Buchheit et al. (2009b), con adolescentes muy entrenados ( $15,5 \pm 0,9$  años), obtuvieron unas mejorías en VIFT a través de HIIT de hasta el 6,3% ( $p < 0,05$ ) (pautando para ello series de 6 a 12 minutos de carrera intermitente de 15 segundos, entre el 92% y el 100% de la VIFT, con 15 segundos de descanso pasivo), pero hay que tener en cuenta que la duración de dicha intervención fue superior, 10 semanas.

Analizando los estudios que han trabajado a través de SSG en baloncesto con el objetivo de mejorar la condición física, es preciso destacar el realizado por Delextrat y Martínez (2014) (ya citado anteriormente por el protocolo de HIIT que también implantó en otro grupo de trabajo) con jugadores de nivel regional ( $16,3 \pm 0,8$  años). El trabajo fue realizado 2 días a la semana durante un total de 6 semanas de duración, y consistió en 2 series de 3 a 4 minutos y 15 segundos de duración, a través de un formato 2vs2 con trabajo tanto en pista completa como en media pista con modificaciones de reglas de juego (defensa individual, y sin tiros libres ni tiempos muertos, pero con marcador y estímulos verbales proporcionados por el entrenador para alentar la motivación de los jugadores). Esta investigación consiguió un incremento del 4,1% ( $p < 0,05$ ) en la VIFT. Posteriormente, Delextrat et al. (2018) volvieron a repetir el mismo protocolo durante otras 6 semanas, volviendo a conseguir exactamente la misma mejora en VIFT (4,1%;  $p < 0,05$ ). Buchheit et al. (2009b), con un entrenamiento de SSG con jugadores de balonmano con un protocolo de 10 semanas de duración, entrenando 2 días a la semana (2 a 4 series de 2 minutos y medio a 4 minutos), con modificación de reglas para aumentar la intensidad del juego, obtuvieron mejoras del 6,3% VIFT ( $p < 0,05$ ). Finalmente, Seitz et al. (2014), con jugadores de élite de rugby ( $20,9 \pm 1,4$  años), después de 8 semanas de entrenamiento, a través de 7 diferentes modelos de SSG (4 series de 10 minutos de duración y con 3 minutos de recuperación entre bloques), entrenando 2 días por semana y siempre incluyendo el apoyo verbal de los entrenadores con el fin de promover una mayor intensidad en el juego, obtuvieron un incremento mínimo en la VIFT, exactamente del 1,29% ( $p = 0,05$ ;  $ES = 1,29$ ); aunque debido a la falta de información en dicha publicación sobre la intensidad ni intervalos de los SSG, no se puede analizar con mayor profundidad.

Comparando estos resultados con los obtenidos en la presente tesis doctoral, donde se ha planteado un protocolo combinado de HIIT y SSG, se observa que mediante el protocolo de la presente investigación los resultados obtenidos son superiores (8,31%;  $d= 0,64$ ). Por ello, se puede decir que con la combinación del entrenamiento de intervalos cortos a alta intensidad junto con los SSG de 2vs2 y 3vs3 con diferentes dimensiones de pista (media pista y pista completa), se han conseguido las intensidades suficientes en los deportistas para provocar las demandas fisiológicas necesarias para conseguir la mayor mejora de la velocidad final del test intermitente 30-15 IFT, que sólo a través de los SSG no se han podido obtener.

A través del 30-15 IFT, aparte de determinar la VIFT de los jugadores, también fue utilizado para estimar el consumo máximo de oxígeno de los jugadores, y este valor también se vio incrementado por los efectos derivados de los entrenamientos de la presente investigación, produciéndose un incremento de 6,07% del  $VO_2$ máx ( $d= 0,61$ ). Bogdanis et al. (2007) compararon 2 protocolos distintos de entrenamiento durante tan sólo 4 semanas de entrenamiento con jugadores adolescentes de baloncesto ( $14,7\pm 0,5$  años), pero con 5 sesiones semanales en ambos. Por un lado, plantearon un protocolo de entrenamiento basado en SSG (2 o 3 jugadores en media pista y pista completa y 5vs5) combinado con trabajo de pista; y por otro lado, diseñaron un programa combinado de SSG (similar al del otro grupo pero de duración inferior, entre el 20 y el 40% menos) y un circuito de entrenamiento (basado en un circuito de 5 o 6 ejercicios repetidos durante 3 ciclos para potenciar la fuerza en el tren superior e inferior, en el que debían realizar el máximo número de repeticiones durante los intervalos, que iban desde los 15 hasta los 30 segundos y con descansos de 35 a 45 segundos, y con recuperación entre ciclos de 3 minutos). En sus resultados, observaron que se

consiguieron los mismos incrementos en el consumo máximo de oxígeno con ambos protocolos de entrenamiento, exactamente del 4,9% ( $p < 0,05$ ;  $ES =$  pequeño). Los resultados son algo inferiores a los conseguidos con el protocolo de esta investigación, posiblemente debido a que a la combinación de ambas metodologías en una misma sesión de entrenamiento provocan unas respuestas fisiológicas superiores y los jugadores están más tiempo en intensidad de  $VO_2$ máx y trabajando por encima del 90% de su  $FC$ máx, que es uno de los factores más importantes para incrementar el  $VO_2$ máx (Buchheit y Laursen, 2013a), que trabajando solo con uno de los dos métodos.

Sin embargo, también existen casos en los que no se ha conseguido aumentar el  $VO_2$ máx a través de SSG, como en el trabajo de Maggioni et al. (2018) con jugadores semiprofesionales ( $19 \pm 1$  años). Dicho protocolo fue de 8 semanas con 3 entrenamientos a la semana, y en el que trabajaban a través de un formato de 3vs3 en media pista. Además, este grupo fue comparado con otro grupo de jugadores que entrenaban a través de RSA. A través de ninguno de los dos grupos de la investigación se presentaron cambios en el  $VO_2$ máx. La posible explicación, según Maggioni et al. (2018), es que al ser llevado a cabo durante la temporada, los jugadores tenían un margen de mejora muy pequeño. Del mismo modo, conviene señalar que el test máximo realizado en dicha investigación es poco sensible a los cambios inducidos por el entrenamiento, tal como citaron Bangsbo, Iaia y Krstrup (2008).

En el caso del fútbol, Impellizzeri et al. (2006) compararon los resultados de un protocolo HIIT (en el que se realizaron 4 series de 4 minutos al 90-95% de su  $FC$ máx con 3 minutos de descanso activo) y otro SSG (con formatos de 3vs3, 4vs4 y 5vs5) en jugadores junior de alto nivel, en el que pasaron una cantidad de tiempo similar por encima de su 90%



FC<sub>máx</sub>. Este hecho fue debido a que durante los SSG, las dimensiones del campo, las indicaciones de los entrenadores y las reglas fueron manipuladas para conseguir las intensidades similares a las del protocolo de HIIT, todo ello controlado a través de la FC. Ambos grupos entrenaron 2 días a la semana durante 8 semanas, y los autores reflejaron mejoras significativas similares en el VO<sub>2</sub><sub>máx</sub>, del 7,4% y 6,4% respectivamente; siendo en este caso los resultados superiores a los de esta investigación. En la publicación se describen unas FC medias muy altas, tanto en el protocolo de HIIT como con el de los SSG (90,7% y 91,3 % FC<sub>máx</sub>, respectivamente); mientras que en los protocolos utilizados en esta tesis fueron ligeramente inferiores con una media de 90,58% FC<sub>máx</sub> (94,35 y 86,81% FC<sub>máx</sub>, respectivamente). Por ello, al no conseguir a través de los SSG una intensidad superior al 90% de la FC<sub>máx</sub> de los jugadores, se puede haber visto reducida la intensidad. Obviamente, se debe observar que dicha investigación está realizada en un campo de fútbol, donde sus dimensiones son más grandes y la distancia recorrida posiblemente superior, lo que seguramente pueda justificar que los resultados de dicho trabajo hayan sido muy buenos con respecto a otras investigaciones ya citadas, pero por debajo de los reportados por Impellizzeri et al. (2006).

En otra investigación similar, llevada a cabo por Radziminski et al. (2013), también en fútbol (15,0±0,46 años), durante 8 semanas de pretemporada con 2 entrenamientos a la semana de SSG (3vs3 o 3vs3 con un jugador neutral, con 5 series de 4 minutos, con recuperación activa de 3 minutos de duración entre periodos), también se encontraron incrementos significativos en el VO<sub>2</sub><sub>máx</sub> (de 58,6±6,93 a 63,3±8,04 ml/kg/min) (p=0,032). Según los autores, dichas mejorías podrían ser debidas posiblemente a que en el entrenamiento se obtuvieron FC superiores al 90% FC<sub>máx</sub>, exactamente al 92,3±1,11%, teoría que ya habían apuntado algunos estudios y que se ha citado

anteriormente (Buchheit y Laursen et al., 2013b; Helgerud et al., 2001). Sin embargo, en un estudio anterior de Hill-Haas et al. (2009), también en fútbol con jóvenes jugadores ( $14,6 \pm 0,9$  años), no se encontraron cambios significativos en dicho parámetro en ninguno de los 2 grupos de entrenamiento, ni en el que entrenaba a través de SSG (con formatos de juego desde 2vs2 hasta 7vs7, con diferentes longitudes de pista y con modificación de reglas, desde 2 a 6 series de entre 6 y 13 minutos con 1 o 3 minutos de recuperación entre ellas), ni el que entrenaba a través de un entrenamiento genérico (combinando potencia aeróbica, HIIT largo y RST de hasta 20 metros de máximo), tras 7 semanas de entrenamiento durante la pretemporada. Si se compara el tiempo pasado por encima del 90% FC<sub>máx</sub> (entre 9 y 17 minutos a la semana) en este protocolo con los otros analizados que si han sufrido cambios en VO<sub>2</sub>máx (como el relativo a esta tesis), se comprueba que fue inferior. Por lo que posiblemente esa falta de mejora puede ser debida a que el entrenamiento no supuso un estímulo suficiente para inducir una adaptación aeróbica sustancial, tal y como señalan distintas investigaciones al respecto (Buchheit y Laursen, 2013a; Harrison et al., 2015; Sánchez-Sánchez et al., 2017), y que por los resultados del estudio llevado a cabo para esta tesis doctoral, si se ha visto cumplido, y que se ha visto traducido en un incremento de 6,07% del VO<sub>2</sub>máx.

En los dos estudios que combinan metodologías de trabajo (es decir, HIIT y SSG) se obtuvieron resultados contradictorios. En el estudio de Poulos et al. (2018), llevado a cabo con futbolistas y en el que se combinaban ambas metodologías de trabajo, pero en días alternos y con un trabajo en línea recta en el HIIT, no se comprobaron mejoras en los parámetros de resistencia cardiorrespiratoria, probablemente debido a que el trabajo no alcanzó un nivel suficiente de intensidad debido a que los esfuerzos fueron lineales y que la intensidad fue al 120% VO<sub>2</sub>máx, y ya es bien conocido que es más

efectivo el trabajo de HIIT corto a través de la VIFT (Buchheit, 2008a y 2014); mientras que en los resultados de esta investigación, a través del protocolo de SSG y HIIT con 2 COD, si se hallaron mejoras significativas tanto en el  $VO_2$ máx como en el VIFT (6,07%;  $d=$  grande y 8,31%;  $d=$  grande, respectivamente). Sin embargo, en el trabajo de Harrison et al. (2015), quienes también plantearon un protocolo combinado de HIIT y SSG, sí se apreciaron unos incrementos significativos y de efecto grande, tanto en  $VO_2$ máx como en los cambios en la VIFT ( $5,5\pm 3,3\%$ ;  $ES=$  grande y  $6,6\pm 3,2\%$ ;  $ES=$  grande, respectivamente); aunque estos resultados fueron inferiores a los obtenidos tras la implantación del protocolo de intervención de esta tesis. Posiblemente, este mayor aumento de los parámetros analizados pueda verse derivado de la introducción de los cambios de dirección durante el entrenamiento de HIIT, y los cambios de acciones e intensidad que implican los SSG. Según las conclusiones establecidas por dichos autores en su estudio (Harrison et al., 2015), gracias a la mejora en el  $VO_2$ máx, se mejora la respuesta aeróbica y ésta a su vez mejora la eficacia en la recuperación, retrasando la aparición de la fatiga (Tomlin y Wenger, 2001), lo que permite que se mantenga más tiempo el ejercicio de alta intensidad durante el 30-15 IFT, y por lo tanto mejorando la VIFT, y esta mejora se produce gracias a la combinación del entrenamiento de los SSG y HIIT.

En el grupo control del presente estudio no se consiguieron mejoras significativas ( $p>0,05$ ) en ninguno de los dos parámetros examinados ( $VO_2$ máx y VIFT), mientras que en el grupo de investigación, tal como se lleva exponiendo desde el comienzo del capítulo, sí fueron significativas y de efecto grande, por lo que se podría concluir que un trabajo específico y combinado consigue mejoras muy superiores en la función cardiorrespiratoria y en la capacidad de correr a alta intensidad de manera intermitente

a las conseguidas a través de una metodología de entrenamiento tradicional. Además, se observa que las mejoras obtenidas tras el protocolo combinado son bastante superiores a las otras investigaciones halladas en el campo del baloncesto (tanto en HIIT como en SSG) (Bogdanis et al., 2007; Delextrat et al., 2018; Delextrat y Martínez, 2014; Sánchez-Sánchez et al., 2018).

Los autores de una publicación (Seitz et al., 2014) apreciaron que el porcentaje de aumento de la VIFT fue inferior a otras investigaciones, como la de Buchheit et al. (2009b) que fue de un 6,3%, y apuntaron que podía deberse a que los valores iniciales de VIFT fueron superiores ( $19,35 \pm 1,00$  km/h) a los citados por Buchheit et al. (2009b), que fueron de  $18,4 \pm 1,5$  km/h, hecho que también se produce en la presente tesis doctoral, debido a que la VIFT inicial del grupo experimental fue inferior a la del grupo control ( $16,4 \pm 1,3$  km/h y  $18,75 \pm 0,75$  km/h, respectivamente). Por ello, se podría suponer que cuanto menor nivel de condición física tengan los jugadores, mayor porcentaje de mejora se puede obtener, aunque serían necesarias más investigaciones al respecto para refutar o corroborar esta posible hipótesis.

Estos resultados nos permitirían afirmar que, a través de los SSG o HIIT, siempre y cuando supongan un estímulo por encima del 90% FC<sub>máx</sub> o en valores cercanos al VO<sub>2</sub>máx (Harrison et al., 2015), se puede mejorar los dos parámetros medidos a través del 30-15 IFT. Los resultados de la presente investigación parecen confirmar dicha hipótesis, ya que se ha conseguido una mejoría significativa (del 8,31% en VIFT y del 6,07% en VO<sub>2</sub>máx), e incluso obteniendo valores superiores a los hallados en otros estudios, tanto en baloncesto como en otros deportes (Bogdanis et al., 2007; Buchheit et al., 2009b; Delextrat et al., 2018; Delextrat y Martínez, 2014; Harrison et al., 2015;

Hill-Haas et al., 2009; Poulos et al., 2018; Sánchez-Sánchez et al., 2018; Radziminski et al., 2013; Seitz et al., 2014; Viaño-Santamarinas et al., 2018).

Gracias al estudio llevado a cabo para esta tesis, se puede confirmar que, debido a la introducción de los COD y a los constantes cambios de dirección y de acciones de alta intensidad derivadas de los SSG, se produce un estímulo mayor para conseguir una mejora superior en la VIFT y en el  $VO_2$ máx. Este resultado en jugadores jóvenes, según Harrison et al. (2015), va a suponer un aumento en la capacidad tanto para resistir como para recuperarse de altas cargas derivadas del entrenamiento fisiológico (Bishop y Spencer, 2004), mejorando su concentración para enfrentarse a desafíos técnicos y tácticos bajo fatiga (Vänttinen et al., 2010). Por todo ello, se podría concluir que a través de un entrenamiento combinado de HIIT y SSG, tal y como se ha realizado, se pueden conseguir mejoras en VIFT y en  $VO_2$ máx superiores que con los otros entrenamientos o de estos mismos entrenamientos por separado, y muy superior a las derivadas de entrenamientos menos específicos o que sigan una metodología tradicional como la llevada a cabo por el grupo control.

## **5.2. Cambios observados en la capacidad de repetición de sprints (RSA).**

Uno de los principales argumentos para combinar ambos métodos de entrenamiento dentro de la misma sesión en el protocolo de entrenamiento planteado en este estudio fue intentar mejorar los parámetros de RSA, que, entre otros aspectos, tienen una gran correlación con el consumo máximo de oxígeno (Bishop y Spencer, 2004); o incluso, tal y como muchos estudios han mencionado, la capacidad aeróbica se puede entender como un factor limitante de RSA (Bishop et al., 2011; Buchheit et al., 2009b; Deletrat y Kriem, 2013; Stone y Kilding, 2009). Los estudios más recientes han demostrado la

importancia de mejorar la realización de sprints, así como la capacidad de repetir esfuerzos a alta intensidad, ya que estos aspectos están asociados a un mayor nivel competitivo (Delextrat et al., 2018; Torres-Ronda et al., 2016); aunque existe una gran controversia con la mejora de sus valores, tanto a través de HIIT o SSG. Es preciso señalar que, debido a la escasez de publicaciones en baloncesto sobre el tema en discusión, es necesario apoyarse en la investigación en otros contextos deportivos.

A través de este protocolo se ha conseguido una mejora de 2 de los 3 parámetros medidos en el test RSA, como son el BT (-4,71%,  $d= 0,46$ ) y el TT (-4,49%;  $d= 0,6$ ). Esta mejoría fue observada también, aunque con datos ligeramente inferiores, en el estudio de Buchheit et al. (2009b), llevada a cabo con jugadores de balonmano, quienes encontraron un mejor rendimiento en los mismos dos valores; es decir, el mejor sprint y el tiempo medio de carrera ( $3,5\pm 2,7\%$  y  $3,9\pm 2,2\%$ , respectivamente), tanto tras una intervención de HIIT como a través de SSG, aunque estas diferencias no fueron significativas ( $p>0,05$ ) entre los resultados obtenidos con ambos métodos. Es preciso, para entender bien estos resultados, observar que el test realizado fue únicamente de 6 repeticiones en vez de 10, como fue el efectuado para la presente tesis doctoral, por lo que se puede concluir que esta mejora en RSA es inferior a la conseguida a través de esta investigación. Finalmente, con el protocolo de intervalos cortos realizado por Viaño-Santamarinas et al. (2018), si consiguieron mejoras en los 3 parámetros en un test de 6 repeticiones de 30 metros (15 + 15 metros) (en BT -2,73%, TT -2,51%, y en PD -33,09%). Probablemente, este resultado pueda ser debido a que el HIIT utilizado planteó intervalos de trabajo más cortos que los utilizados en la presente tesis doctoral (10 segundos frente a 15 segundos), y sus tiempos se acercan más a la velocidad máxima de sprint. También con jugadores de élite de balonmano ( $17,3\pm 0,5$  años) (Hermassi et al.,

2014), a través de un HIIT corto de 7 semanas (2 entrenamientos semanales de 30 minutos, con 10 series de 10"-10" o 5 series de 20"-20" al 100-130% de la MAS y con 3 minutos de recuperación entre series) mejoraron BT (2,9%), TT (2,8%), PD (10%), teniendo en consideración como en los casos anteriores que el test realizado fue de 6 repeticiones.

Mientras, en el estudio sobre el que se basa la presente investigación para el diseño del protocolo (Delextrat y Martínez, 2014), no se observaron mejoras significativas ni en el grupo de HIIT ni en el grupo de SSG en ninguno de los tres parámetros (TT, BT ni PD), a pesar de que el test de RSA fue también más corto (6 repeticiones de 10 + 10 metros). En consonancia con estos resultados, conviene destacar la investigación con jugadores junior de fútbol realizada por Bravo et al. (2008), quienes tampoco encontraron mejoras significativas en la capacidad de RSA (3 repeticiones de 20 + 20 metros) tras 7 semanas de entrenamientos de HIIT (4 series de 4 minutos corriendo en línea recta y al 90-95% FCmáx), por lo que sus autores sugerían que se debían realizar entrenamientos más específicos y con mayores intensidades. Posiblemente, en la publicación de Bravo et al. (2008) no se obtuvieron mejoras debido a que al ser un entrenamiento de intervalo continuo y en línea recta no se provocaron las demandas suficientes mecánicas y fisiológicas suficientes para conseguir ese cambio; al igual que tampoco se consiguieron en la investigación de Delextrat y Martínez (2014) al trabajar con las metodologías por separado. Por ello, con la intención de subsanar ese problema, fue diseñado este protocolo, aumentando el trabajo de HIIT introduciendo dos cambios de dirección y combinándolos con las exigencias implícitas en los SSG, hecho que ha demostrado ser más efectivo a la hora de mejorar TT (-4,49%) y BT (-4,71%). No obstante, se deberá

seguir investigando como mejorar la PD, ya que no se apreciaron mejoras significativas en este valor.

Tal como ha quedado reflejado en los estudios anteriores, en relación a este aspecto, es evidente que existen datos contradictorios y es necesario seguir investigando. Delextrat et al. (2018) si consiguieron mejorar los parámetros de PD (62,5%), a través de un protocolo de HIIT (2 series de entre 8 y 13 minutos al 95% VIFT 15 segundos-15 segundos con recuperación activa realizado durante 6 semanas). Sin embargo, el protocolo del test RSA utilizado en dicha investigación no puede ser utilizado para compararse con los datos de la presente investigación u otro estudios, debido a sus grandes diferencias en su diseño, ya que los autores utilizaron un test de 2 repeticiones de sprints de 15 segundos intercalados con 15 segundos de descanso pasivo, mientras que el utilizado para esta tesis u otros estudios son 10 sprints de 30 metros con 1 COD (15 + 15 metros) intercalados por 30 segundos de recuperación (Caprino et al., 2012; Castagna et al., 2007a; Dello Iacono et al., 2016).

El protocolo utilizado en el diseño de la presente investigación se ha llevado a cabo mediante un HIIT con 2 COD, principalmente porque varias investigaciones (e.g.: Brughelli et al., 2008; Hader et al., 2014) han señalado que la habilidad de realizar cambios de dirección corriendo a alta intensidad debe ser entendida como un factor importante en el rendimiento deportivo en deportes de equipo. Por ello, el introducir los COD durante los entrenamientos de HIIT puede ser considerado una práctica efectiva, tanto para manipular algunos componentes de la carga fisiológica aguda (provocando un aumento de la FC y del ácido láctico durante el entrenamiento) ( $9,7 \pm 10,4\%$ ) (Dellal et al., 2010; Hader et al., 2014), como para promover adaptaciones



neuromusculares a largo plazo dirigidas a mejorar el rendimiento y la estabilidad de la articulación de la rodilla (Hader et al., 2014). Esto puede ser debido fundamentalmente a dos razones: a) al incremento de las demandas mecánicas de las repetidas aceleraciones inherentes a consecutivos COD; y b) al hecho de intentar compensar la pérdida de tiempo debido al COD (Buchheit y Laursen, 2013a), ya que fue decidido el no adaptar la distancia (por la pérdida de tiempo ocasionada por el COD). Además, según Hader et al. (2014), la inclusión de los COD aumenta la especificidad de los entrenamientos con respecto a la similitud de las demandas del juego o de la competición (Attene et al., 2015; Dellal et al., 2010; Stone y Kilding, 2009). Con los resultados obtenidos en esta investigación se ha comprobado que este hecho sí que conlleva unas mejoras en RSA, principalmente en BT y TT, es decir, mejora la velocidad de sprint con COD, y la resistencia a la repetición de los mismos, pero no se hallaron mejoras en el PD. Este valor mide la capacidad de no perder rendimiento a lo largo de los 10 sprints. Por lo que se ha mejorado el mejor sprint, pero no la capacidad de poder repetirlo a lo largo de la serie. Por ello se podrían valorar varios aspectos: a) que para mejorar ese PD se deberían introducir series más cortas en el HIIT o más series; b) que podría deberse también al nivel condicional inicial de los sujetos participantes, dado que no eran sujetos en muy buenas condiciones físicas; c) que el protocolo debería ser aplicado durante más tiempo para observar mejoras en este parámetro; d) que el test aplicado (10 series) es demasiado exigente físicamente como para apreciarse cambios, y uno de menos repeticiones (6) podría ser más sensible a los cambios; aunque para demostrar cualquiera de estas opciones se necesitarían más estudios acerca del tema.

Los resultados obtenidos estarían relacionados con el estudio de Sánchez-Sánchez et al. (2018), puesto en práctica con jugadoras de baloncesto ( $17,2 \pm 1,1$  años), en el que

comprobaron que la inclusión de 3 COD provocaba mayores efectos que 1 COD, ya que se conseguía una mejora del 4,5% en RSA medio tras la implementación de protocolo de los 3 COD, aunque los autores no apreciaron cambios significativos en el BT tras ninguno de los protocolos. Del mismo modo, Grimal y Lorenzo (2018) comprobaron que 1 COD tendría una dosis mínima efectiva, y que un mayor número de COD va a implicar un mayor número de aceleraciones y desaceleraciones produciendo mayores adaptaciones neuromusculares (Padulo et al., 2016) y metabólicas (Méndez-Villanueva, Hamer y Bishop, 2008), por una mejora la capacidad de resistencia a la fatiga. Son varias las investigaciones similares que se han desarrollado en fútbol y que lo confirman (Shalfawi, Haugen, Jakobsen, Enoksen y Tønnessen, 2013; Teixeira et al., 2019).

A través de protocolos de entrenamientos de SSG, Buchheit et al. (2009b) consiguieron el mismo incremento en el RSA medio que a través de un protocolo de HIIT (RSA medio =  $-3,9 \pm 2,2\%$ ; BT =  $-3,5 \pm 2,7\%$ ). Este fue el primer estudio en demostrar una mejora en RSA a través de SSG, posiblemente debida, según los autores, a los sprints a alta velocidad, los saltos y los cambios de dirección inherentes a los SSG. Posteriormente, Delextrat et al. (2018) si consiguieron mejorar PD ( $-21,6\%$ ) a través de un protocolo de SSG, pero el test utilizado para ello, tal como se ha explicado previamente no es comparable. Además, se consiguió mejorar la distancia recorrida en el primer sprint (10 metros), hecho que los autores explican a través de una mejoría de la potencia anaeróbica tras los entrenamientos. En este estudio fue analizado también un protocolo de HIIT, y entre estos dos protocolos no se aprecian diferencias significativas entre las mejoras, por lo que los autores hipotetizaron que a través de ambas intervenciones se acelera la resintetización de los depósitos de PCR, lo que mejoraría la RSA.

En otros deportes también existe esta variedad de resultados. Por ejemplo, en rugby (Seitz et al., 2014) se obtuvieron mejoras significativas en varios de los parámetros de RSA, a través de un test de 8 repeticiones de sprints de 20 metros en línea recta (claramente este test es diferente y, por lo tanto, no comparable fielmente a esta investigación) en RSA medio, TT y PD (2,11%, 2,11% y 1,17%, respectivamente;  $p \leq 0,05$ ), tras 2 sesiones a la semana de SSG (4 bloques de 10 minutos intercalados con 3 minutos de recuperación) durante un período de 8 semanas. Aunque, es digno de mencionar que no consiguieron mejorar el valor de BT, hecho que sí se ha conseguido a través del protocolo experimental de esta tesis, posiblemente debido a la combinación del HIIT al 95% de la VIFT con los SSG. Sin embargo, Hill-Haas et al. (2009), en jóvenes jugadores de fútbol a través de SSG, no consiguieron mejorar la capacidad de RSA, por lo que sugirieron que para dicha mejora se necesitan entrenamientos más específicos. No obstante, en otro estudio en el mismo deporte (Rodríguez-Fernández et al., 2017) (18,7±1,7 años), a través de un protocolo de SSG (formatos desde 4vs4 hasta 8vs8, con y sin portero, de 2 a 4 series desde 4 a 20 minutos y con recuperaciones entre series de 1 a 3 minutos), de 5 semanas de duración durante la pretemporada, sí que se hallaron mejoras significativas en el test de RSA (8 series de 30 metros), exactamente en TT (3%) y en BT (2,5%) aunque no en PD, resultados semejantes aunque inferiores a los obtenidos por el protocolo de intervención diseñado para esta tesis. Es importante destacar que, dicha mejoría tan solo fue observada en aquellos jugadores con peores marcas en los pre-test, mientras que en los jugadores con mejores valores de condición física no se apreciaron mejoras significativas. Teniendo en cuenta estos resultados, se puede considerar que es posible que a través de entrenamientos de SSG sí se consigan cambios significativos en la capacidad de RSA.

Analizando el único estudio en el que se combinan ambas metodologías, que ha analizado si se han sufrido cambios en los parámetros de RSA (Poulos et al., 2018), fue llevado a cabo con jóvenes jugadores de fútbol, y en el que en se alternaban sesiones de HIIT y SSG, no se comprobaron cambios en fuerza y potencia a través del RSAT (6 series de 35 metros); mientras que, en los resultados de la presente investigación, a través del protocolo combinado de HIIT y SSG dentro de la misma sesión, si se hallaron mejoras significativas en el RSA tanto en BT como en TT.

Y comparando los hallazgos obtenidos con el grupo control, en el que no se hallaron mejoras significativas en ninguno de los 3 parámetros analizados tras sus 6 semanas de entrenamientos, los resultados de esta tesis han comprodo un buen impacto de mejora en la capacidad de repetición de sprints. Y por dicho motivo, se debería valorar la incorporación de este tipo de metodologías en las planificaciones de los jugadores de baloncesto, habiéndose demostrado con esta tesis su eficacia en la mejora de los valores de RSA, frente a la ineficacia de métodos más convencionales.

Por todo ello, se concluye que se deberían introducir HIIT con más de 1 COD dentro de las rutinas habituales de entrenamiento (Castagna et al., 2007a; Sánchez-Sánchez et al., 2018), y que, gracias a los constantes cambios de dirección y ritmo de intensidad derivados de los SSG, se puede conseguir esas mejoras en RSA que no siempre se consiguen a través de HIIT o SSG por separado.

### **5.3. Cambios observados en la capacidad de salto vertical.**

El CMJ evalúa la capacidad de salto vertical en jugadores, y se tienen en cuenta principalmente 2 factores, la altura del salto y la velocidad del mismo, aunque el principal valor que se evalúa en las investigaciones es el primero (e.g.: Dello lacono et al., 2015; Harrison et al., 2015; Sánchez-Sánchez et al., 2018; Viaño-Santamarinas et al.,

2018). Aunque esta no es una capacidad que se trabaje de manera específica a través de los métodos de entrenamiento trabajados, sí que hay estudios en la literatura científica, basados en intervenciones de HIIT o SSG, que obtienen resultados significativos en aspectos del rendimiento relativos a la potencia, agilidad, salto vertical o el tiempo en sprint de 10 metros (Delextrat et al., 2018; Delextrat y Martínez, 2014; Dello Iacono et al., 2016; Hermassi et al., 2014; Seitz et al., 2014), que son de gran importancia para el rendimiento, ya que estos parámetros se han vinculado estrechamente con un juego exitoso.

Tal como se acaba de especificar hay investigaciones que han trabajado a través de HIIT que no han descrito mejoras, este es el caso de Sánchez-Sánchez et al. (2018). En dicho trabajo analizaron un protocolo de HIIT que comparaba 3 COD (HIIT-COD 3) frente a 1 COD (HIIT-COD 1) a través de un test de salto con la pierna dominante y con la no dominante. Paradójicamente, tanto con los miembros dominantes como con los no dominantes, los resultados expresaron un deterioro después del período de entrenamiento experimental en HIIT-COD 3; mientras que esta tendencia no se observó en HIIT-COD 1 (aunque en este último tampoco se apreciaron mejoras significativas). Sobre este hecho, los autores no aportaron ninguna explicación clara, pero señalaron la posibilidad de que los niveles de fatiga fuesen superiores tras el entrenamiento con 3 COD; y que, realizando ese protocolo, pero con niveles inferiores de fatiga, se podrían optimizar las ganancias en tareas que implican niveles máximos de producción de potencia (Ikutomo, Kasai y Goto, 2018). Esta conclusión, se vería reforzada con los resultados obtenidos a través de esta investigación, ya que reduciendo los cambios de dirección a 2 (aunque se debe puntualizar que no fue realizado exactamente la misma

prueba) se ha apreciado una mejora significativa en la altura (7%;  $d= 0,015$ ) y en la velocidad (3,05%;  $d= 0,021$ ) del CMJ.

Sin embargo, es preciso señalar que estos resultados ni son concluyentes ni estables en el resto de la literatura relacionada con las intervenciones a través de HIIT), ya que, por ejemplo, Delextrat y Martínez (2014) no observaron mejoras tras su protocolo de HIIT de 6 semanas de duración en jugadores de baloncesto, al igual que Viaño-Santamarinas et al. (2018), en jugadores de balonmano, tampoco hallaron mejoras significativas en CMJ tras su protocolo de intervalos cortos de 6 semanas. No obstante, Hermassi et al. (2014) describieron cambios muy buenos (8,4%;  $p<0,05$ ) tras 7 semanas de HIIT corto en jugadores de élite de balonmano, como en el estudio de Dello Iacono et al. (2015) en también se encontraron mejoras significativas (6,4%;  $p<0,05$ ), al aplicar un protocolo de HIIT en jugadores de élite. La mejora conseguida a través del grupo de intervención de la presente investigación en el CMJ (7%) ha sido superior a éste último (Dello Iacono et al., 2015), y esto puede ser debido a que la intensidad y el tiempo de carrera (2 series de entre 6 minutos y 15 segundos y 8 minutos y medio) fue inferior, a pesar de ser un protocolo de 15 segundos-15 segundos, ya que dichos autores plantearon un trabajo entre el 90 y el 95% de la velocidad final alcanzada en el Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1, y que está demostrada ser inferior a la VIFT (Buchheit y Rabbani, 2014).

Y lo mismo sucede tras implantaciones de protocolos de SSG, ya que, tal y como se ha puntualizado antes, no todos los estudios muestran mejoría en la capacidad de salto vertical (e.g.: Delextrat y Martínez, 2014; Rodríguez-Fernández et al., 2017). Así, por ejemplo, Delextrat y Martínez (2014) no hallaron mejoras a través de los SSG en jugadores de baloncesto. Exactamente lo mismo apreciado por Maggioni et al. (2018),

ya que incluso apreciaron un ligero empeoramiento ( $36,1\pm 4,8$  a  $35,9\pm 3,5$  cm) tras 8 semanas de SSG 3vs3 en media pista. Al contrario que Sampaio et al. (2009), quienes con jóvenes jugadores de baloncesto ( $15,5\pm 0,6$  años), sí encontraron una mejoría significativa a través de un protocolo de 4vs4, tanto en el tiempo de vuelo como en la altura conseguida ( $p=0,021$ ,  $ES=0,683$  y  $p=0,019$ ,  $ES=0,694$ , respectivamente), mientras que a través de 3vs3 no se apreció dicha mejora. De acuerdo a los investigadores, la explicación a dichos resultados puede ser debida a que el 4vs4 no se jugó a la misma intensidad que el 3vs3. Este es un claro ejemplo de la disparidad en los resultados tras los protocolos con esta metodología de entrenamiento en el baloncesto.

Pero este suceso no es exclusivo en este deporte, ya que, si se analiza este parámetro en otras investigaciones a través de SSG en otros deportes, también existe disparidad de resultados en cuanto a los valores de CMJ. En jugadores de balonmano se han encontrado publicaciones que han reportado aumentos en esta capacidad. Así por ejemplo, Dello Iacono et al. (2016) con jugadores muy entrenados ( $24,8\pm 4,4$  años), encontraron una mejora significativa del 5,6% ( $p<0,05$ ) en el CMJ con un protocolo de 8 semanas con 2 entrenamientos semanales de SSG (un formato 3vs3 con 5 series de 2 minutos y 25 segundos hasta de 3 minutos y 10 segundos, con descansos pasivos de 1 minuto, trabajando en medio campo y con modificación de las reglas para controlar la intensidad e incluso reduciendo el área de la portería). Anteriormente, Dello Iacono et al. (2015), con jugadores de balonmano de élite ( $25,6\pm 0,5$  años), con el mismo protocolo obtuvieron un aumento superior, del 10,8% ( $p\leq 0,05$ ). Este resultado es mayor a la mejora conseguida en la presente investigación en el grupo de intervención en el CMJ, que fue del 7%. Buchheit et al. (2009b) también obtuvieron una mejora ( $38,1\pm 7,39$  a  $39,3\pm 7,7$  cm) en el CMJ, aunque no fue significativa. Dichos datos no fueron

sorprendentes para los autores debido a que el programa de entrenamiento estaba especialmente enfocado a la mejora de la capacidad aeróbica. Sin embargo, en otro estudio (Rodríguez-Fernández et al., 2017) realizado con jugadores de fútbol, a través de un protocolo de SSG de 5 semanas de duración durante la pretemporada, en el que los jugadores entrenaban 4 días a la semana con diferentes formatos de SSG (desde 4vs4 hasta 8vs8, con y sin portero, de 2 a 4 series desde 4 a 20 minutos y con recuperaciones entre series de 1 a 3 minutos), no se hallaron cambios significativos en el salto vertical, ni en los jugadores con mayor nivel de condición física, ni en los peores.

Por último, tampoco comprobaron cambios significativos en el parámetro de potencia de piernas en un salto vertical en el estudio de Poulos et al. (2018), en el que se combinaban sesiones alternas de HIIT y SSG, aunque en ese caso los investigadores utilizaron la prueba de Squat Jump, en vez del CMJ utilizado en esta investigación. Mientras, en los resultados de la presente investigación, a través de un protocolo combinado de SSG y HIIT con 2 COD, si se hallaron mejoras significativas en CMJ, tanto en altura alcanzada (7%), como en velocidad en el salto (3,05%).

Es importante señalar, en este sentido, que, dentro de esta investigación, en el grupo control (que entrenaba a través de una metodología tradicional) también se encontraron mejoras significativas, aunque sólo en uno de los parámetros, en la altura (4,32%;  $d = 0,22$ ). Este incremento ha sido inferior posiblemente debido a una mayor transferencia del entrenamiento propuesto en la prueba, a los COD incorporados durante el HIIT y a los sprints a alta velocidad, los saltos y los cambios de dirección inherentes a los SSG, provocando adaptaciones neuromusculares, tal como ya sugirieron algunos autores previamente (Hader et al., 2014), y al incremento de las demandas mecánicas de las repetidas aceleraciones inherentes a consecutivos COD (Buchheit y



Laursen, 2013a). Pero a pesar de dicho cambio en la potencia del tren inferior, siguen siendo superiores los resultados encontrados tras el programa combinado puesto en práctica con el grupo experimental (7%;  $d=0,21$ ). Tras su análisis, se puede deducir que, para el nivel y edad de estos jugadores, un entrenamiento tradicional puede suponer suficiente estímulo para la mejora de la altura en la capacidad de salto (pero no reflejado en una mejora significativa de la velocidad del mismo), un entrenamiento combinado, como el presentado en esta investigación va a ser mucho más eficaz para el aumento de estas variables tan determinantes en una competición como es el baloncesto.

Los resultados obtenidos podrían sugerir que, un protocolo de entrenamiento combinado en la misma sesión de HIIT con COD y SSG, podría suponer un estímulo suficiente para mejorar la potencia muscular. Sin ser este un objetivo prioritario de este tipo de entrenamiento, es un dato a tener en cuenta para la planificación de las sesiones y para seguir estudiando en futuras investigaciones.

#### **5.4. Análisis de los valores de frecuencia cardíaca obtenidos durante el protocolo.**

Otra de las variables observadas a lo largo de la aplicación del protocolo ha sido la FC de los jugadores, registrando la evolución de la misma a lo largo de las sesiones, para así poder comparar dichas intensidades con las obtenidas en otros estudios.

Las FC medias de todos los jugadores registradas a lo largo del entrenamiento HIIT (94,35% FC<sub>máx</sub>) estuvieron siempre por encima de las señaladas en otros estudios. Así, por ejemplo, Delextrat et al. (2018) señalaron como FC media registrada el  $90,5\pm 2,2\%$  FC<sub>máx</sub>; Delextrat y Martínez (2014) obtuvieron un  $90,5\pm 2,2\%$  FC<sub>máx</sub> y Buchheit et al. (2009b) encontraron un  $87,6\pm 1,1\%$  FC<sub>máx</sub> en jugadores de balonmano. Posiblemente esto sea debido a la inclusión de los cambios de dirección en el entrenamiento de HIIT. También son superiores a las observadas en jugadores de balonmano (Dello Iacono et

al., 2015), quienes encontraron valores entre  $90,4 \pm 1,1$  y  $92,5 \pm 0,9\%$  FCmáx. Esta FC fue inferior probablemente debido a que su intensidad de carrera (tal como ya se ha descrito) no fue tan alta ni tan adecuada, al haber utilizado la YYIRTL1 en vez de la VIFT.

Del mismo modo, estos resultados también son superiores a los encontrados en la investigación de Grimal y Lorenzo (2018), en parte debido a que la intensidad fue inferior (90% de la VIFT) con una FC media del  $171,77 \pm 9,46$  ppm, que corresponde con el  $91,69 \pm 5,54\%$  FCmáx. No obstante, conviene señalar que dentro de dicho estudio comprobaron como la introducción de 2 COD ( $94,93 \pm 4,2\%$  FCmáx) aumentaba la FC de los jugadores con respecto a 1 COD ( $89,78 \pm 5,35\%$  FCmáx). En este sentido, es necesario destacar que este dato con 2 COD sí que es semejante al reportado en esta investigación, por lo que se comprueba que, aunque se corra a una intensidad inferior, la introducción de dos cambios de dirección de  $180^\circ$  suple ese descenso de la velocidad de carrera.

Se puede entender también que las FC medias observadas a lo largo de los SSG en los resultados ( $86,81\%$  FCmáx), bastante inferior comparada con el HIIT, pueda haberse visto afectada por la experiencia en el baloncesto del GE ( $5,55 \pm 3,52$  años), significativamente inferior al GC, y que este hecho haya podido intervenir en la intensidad del dicho entrenamiento, por lo que debe ser tenido en cuenta como un factor a valorar. Así mismo, que puedan ser debidas a las modificaciones en los SSG, ya que en el protocolo se alternaban entrenamientos a media pista y pista completa. Algunos estudios indican que los jugadores tienden a sentir mayor esfuerzo y valores más altos de FC en pistas más grandes (Atli et al., 2013; Klusemann et al., 2012; Marcelino et al., 2016). No obstante, esta explicación aún necesita ser más investigada, ya que existen trabajos que han determinado que el aumento de la presión de los

jugadores rivales, junto con la reducción del terreno de juego, puede conducir al aumento de las acciones técnicas realizadas por los jugadores, provocando un mayor número de sprints ( $36\pm 12\%$ ) y acciones de alta intensidad ( $75\pm 17\%$ ) (Klusemann et al., 2012), y esto incrementaría las demandas técnicas, fisiológicas y físicas (Sampaio et al., 2009; Rampinini et al., 2007). Obviamente, no sería el caso de los trabajos de 1vs1, que, a pesar de haber menos jugadores en el terreno, la demanda cognitiva por un número inferior de decisiones tácticas que en el 2vs2 provocaría que las FC sean inferiores (Vaquera et al., 2017b). Por todo ello, posiblemente, a través de la combinación de ambas distancias se consiguen mayor número de acciones técnicas y FC.

Los datos obtenidos de FC a través del entrenamiento de los SSG en el presente estudio han sido inferiores a los obtenidos por otros estudios llevados a cabo con SSG en baloncesto, como por Delextrat et al. (2018) ( $90,6\pm 2,6\%$  FCmáx) y Delextrat y Martínez (2014) ( $90,6\pm 2,6\%$  FCmáx), en los que en ambos protocolos los jugadores trabajaron exclusivamente en un formato de 2vs2, pero combinando ambas longitudes de cancha. También son inferiores a los hallados por Conte et al. (2016) con un protocolo continuo (3 series de 4 minutos de duración cada una intercaladas con 2 minutos de recuperación pasiva), en el que trabajaron en 2 formatos diferentes, 2vs2 y 4vs4, obteniendo valores superiores cuando menos jugadores intervenían en el juego ( $89,9\pm 3,01$  y  $87,3\pm 4,2\%$  FCmáx, respectivamente). Del mismo modo, también fueron mayores las FC obtenidas en la publicación de Castagna et al. (2011) en un 2vs2 en cancha completa (3 series de 4 minutos), obteniendo un  $92,0\pm 5,6\%$  FCmáx; así como los obtenidos por Castagna et al. (2005) ( $92,1\pm 5,6\%$  FCmáx), en 2vs2 en pista completa con series de 3 minutos. Estos datos están en consonancia con los aparecidas en la literatura científica, con valores que

varían entre el 83 y 93% FCmáx, en deportes como balonmano o fútbol (Buchheit et al., 2009a; Dellal et al., 2008; Dello Iacono et al., 2015; Köklü et al., 2011).

Sin embargo, también hay estudios o formatos de SSG que han publicado valores inferiores, como Klusemann et al. (2012) con un formato de 4vs4 que obtuvieron un  $83\pm 5\%$  FCmáx; o Sampaio et al. (2009) con jóvenes jugadores, que obtuvieron que no había diferencias significativas entre un formato 4vs4 y un 3vs3 (83,4 y 87,4% FCmáx, respectivamente). Del mismo modo, Vaquera et al. (2017b) llevaron a cabo un estudio durante 6 semanas con jugadores de baloncesto ( $16\pm 0,6$  años) con diferentes formatos de SSG, y a excepción del 5vs5, todos los valores obtenidos estarían por debajo de los valores de la intervención llevada a cabo (valores entre  $78,5\pm 7,5$  y  $83,1\pm 4,2\%$  FCmáx).

Igualmente se han encontrado publicaciones que han encontrado valores similares a los resultados de esta tesis durante los SSG, como son los reportados por Delextrat et al. (2013) ( $\sim 86\%$  FCmáx) en 3vs3 o los de Klusemann et al. (2012) con jugadores y jugadoras australianas con un formato 2vs2, también combinando la longitud de pista ( $86\pm 4\%$  FCmáx). Que los datos registrados durante la parte del entrenamiento dedicada a los SSG hayan sido ligeramente inferiores a los que aparecen en la literatura específica, puede ser debido a que en el protocolo de intervención, se han combinado dos longitudes de pista y que fue combinado tanto en un formato 2vs2 como 3vs3, además de que pudiera intervenir la fatiga en la intensidad de los jugadores tras haber completado el entrenamiento de HIIT o incluso a una falta de motivación.

Sin embargo, durante todo el protocolo fue rellenado por los jugadores un cuestionario de fatiga (tal como se explica en la metodología), y no se han hallado indicios de dichos factores (media de fatiga de  $5,28\pm 2,31$  sobre 10 y media de motivación de  $4,14\pm 0,92$

sobre 5). Aun así, estos valores de FC en los SSG ( $170,31 \pm 17,69$  ppm) son superiores a los apuntados por Montgomery et al. (2010) como la FC media en competición ( $162 \pm 7$  ppm), o si se habla en porcentajes la FC media oscila entre el 80 y el 95% FC<sub>máx</sub> (Ben Abdelkrim et al., 2007; Puente et al., 2017; Vaquera et al., 2018). Por lo que con este trabajo se pueden provocar unas demandas fisiológicas superiores a las habituales de una competición oficial (Grimal y Lorenzo, 2018). Se puede entender que, aunque la combinación de longitudes de pista durante los formatos de los SSG haya dado lugar a una disminución de la FC, de acuerdo con las conclusiones de Delextrat et al. (2014), los beneficios obtenidos puedan suplir la disminución de dicha FC, ya que estos autores defienden que a través de un entrenamiento de 2vs2 combinando pista completa y media pista se consigue mejorar la agilidad defensiva (4,5%), las habilidades de tiro (7,4%) y la fuerza del tren superior (7,9%), y todo ello se encuentra vinculado de manera indirecta a la mejora en los test físicos realizados y al rendimiento de los jugadores.

Dentro de las investigaciones de combinación de ambas metodologías (Harrison et al., 2015; Poulos et al. 2018), únicamente una de ellas (Harrison et al., 2015) registró los valores de FC de los jugadores. Al igual que la presente tesis doctoral (94,35% vs. 86,91% FC<sub>máx</sub>), el entrenamiento basado en HIIT obtuvo valores superiores frente a los SSG (~91% vs. ~89% FC<sub>máx</sub>), pero obteniendo una media de todo el protocolo muy semejante (~90% FC<sub>máx</sub>), aunque en el caso de esta tesis debido a una compensación por un alto valor producido en HIIT, principalmente ocasionado por la introducción de los 2 COD. Debido a que ambos casos supusieron un estímulo eficaz se produjeron las adaptaciones ya descritas anteriormente en las dos investigaciones.

### **5.5. Análisis de la sensación de esfuerzo percibido por los jugadores durante el protocolo.**

Es preciso señalar en primer lugar que, en el protocolo de intervención llevado a la práctica, aunque constaba de dos partes (HIIT y SSG), el valor de la RPE era conjunto, ya que se solicitaba tras haber terminado el entrenamiento completo y haber dejado pasar 15 o 20 minutos, por lo que no se puede comparar fielmente con otros estudios que sólo han trabajado HIIT o SSG, pero a pesar de ello se va a intentar realizar un análisis.

Delextrat et al. (2018), a través de su protocolo de HIIT (muy similar al de la presente investigación, pero sin COD), obtuvieron un valor de RPE medio de  $7,8 \pm 0,9$  u.a.; semejantes a los obtenidos por Viaño-Santamarinas et al. (2018), quienes obtuvieron valores entre 6 y 9 durante un protocolo de intervalos cortos de 10 segundos. Hill-Haas et al. (2009) encontraron que el esfuerzo percibido por los jóvenes jugadores de fútbol fue superior en SSG frente a los HIIT ( $8,2 \pm 1,0$  frente a  $7,5 \pm 1,2$  u.a.;  $p < 0,001$ ). Mientras, hay estudios que dictaminan lo contrario, principalmente debido al mayor tiempo en el que los deportistas estuvieron entrenando por encima del 90% FCmáx, el mayor número de aceleraciones o una mayor velocidad en los movimientos durante los HIIT (Harrison et al., 2015). Todas estas intervenciones describieron valores semejantes a los recogidos tras el protocolo combinado de la presente investigación ( $7,41 \pm 0,87$  u.a.).

Analizando los diferentes formatos de SSG utilizados en el baloncesto, Klusemann et al. (2012) obtuvieron mayores valores en un formato de 2vs2 ( $8 \pm 2$  u.a.) frente a 4vs4 ( $6 \pm 3$  u.a.), y superiores en ejercicios en toda la pista ( $7 \pm 2$  u.a.) frente a ejercicios realizados en media pista ( $6 \pm 2$  u.a.). Del mismo modo, Vaquera et al. (2017b) encontraron los mayores valores de RPE en el formato de 2vs2 ( $9,1 \pm 0,7$  u.a.) frente a 1vs1, 5vs5 y 3vs3, al igual que en la publicación de Castagna et al. (2011) que hallaron valores más altos de

esfuerzo percibido en el 2vs2 ( $6,8 \pm 1,5$  u.a.) frente a 3vs3 y 5vs5 ( $5,8 \pm 1,1$  y  $4,5 \pm 1,8$  u.a., respectivamente). Todo ello se encuentra en consonancia con los estudios que afirman que, cuando haya menos jugadores en el campo de juego, éstos deben estar más activos y se incrementan el número de acciones técnicas por jugador (Klusemann et al., 2012), y esto se ve traducido en mayores sensaciones para ellos. No obstante, Sampaio et al. (2009) señalaron que no había diferencias significativas entre los formatos de 3vs3 ( $3,0 \pm 0,5$  u.a.) y 4vs4 ( $4,1 \pm 0,8$  u.a.), aunque esos datos fueron recogidos a través de la escala OMNI Perceived Exertion Scale del 0-10 (Robertson et al., 2005), no con la de Borg como en los trabajos anteriores descritos.

En cuanto al RPE en entrenamientos combinados no se han encontrado valores de estudios similares donde compararlos, ya que en la investigación que combinó estos dos tipos de entrenamientos (Poulos et al., 2018) no registraron los valores de esfuerzo percibido a través de ningún método; mientras que en el estudio de Harrison et al. (2015) analizaron la carga interna, donde reportaron que a nivel semanal hubo más esfuerzo a través del entrenamiento combinado que con el protocolo que únicamente se basada en SSG.





## 6. CONCLUSIONES



## 6. CONCLUSIONES

### 6.1 Conclusiones

Las conclusiones tras la presente investigación son las siguientes:

1. Así mismo, se puede decir que el programa diseñado e implantado durante 6 semanas ha supuesto un estímulo para las diversas adaptaciones que han provocado la mejora significativa de 6 de los 7 parámetros analizados ( $VO_2$ máx, VIFT, altura y velocidad en el CMJ, BT y TT en RSA), por lo que se puede considerar eficaz para la mejora del rendimiento físico de los jugadores de baloncesto, por lo que se ha visto resuelto el objetivo general de esta investigación (objetivo general).
2. Se han obtenido unas mejoras significativas en la función cardiorrespiratoria (VIFT y  $VO_2$ máx) tras el protocolo combinado de HIIT y SSG de 6 semanas de duración del 8,31% en VIFT y de 6,07% en  $VO_2$ máx (objetivo nº 1).
3. La mejora en CMJ ha sido superior en el grupo experimental (7% en altura y 3,05% en velocidad de salto) a la del grupo control y la de otros protocolos analizados, consiguiendo aumentar así su potencia muscular (objetivo nº 1 y nº 4).
4. Un trabajo combinado de ambas metodologías dentro de la misma sesión ha conseguido mejoras significativas en la capacidad de repetición de sprints, en el mejore tiempo (-4,71%) y el tiempo total (-4,49%) (objetivo nº 1 y nº 2).
5. Se deberían introducir COD durante los entrenamientos habituales, ya que se interpreta que gracias a los COD introducidos durante el HIIT corto y a los constantes cambios de dirección y ritmo de intensidad derivados de los SSG, se puede conseguir esas mejoras en RSA que no siempre se consiguen a través de HIIT o SSG por separado. (objetivo nº 1 y nº 2).

6. El protocolo diseñado ha supuesto un estímulo eficaz alcanzando los niveles de las demandas fisiológicas (objetivo nº 3).
7. Un trabajo específico y combinado de HIIT y SSG consigue mejoras muy superiores en la función cardiorrespiratoria, en la capacidad de correr a alta intensidad de manera intermitente, en la capacidad de salto vertical y en la capacidad de repetición de sprints que las conseguidas a través de una metodología de entrenamiento tradicional del grupo control (objetivo nº 4).

Por ello, tras la investigación realizada, y su posterior análisis, se aceptan las hipótesis propuestas para la presente tesis doctoral.

Es decir, se acepta que un programa combinado de entrenamiento a través de HIIT con COD y SSG en jugadores de baloncesto a lo largo de la misma sesión, será un estímulo suficiente y podría mejorar más los niveles de condición física que a través de los entrenamientos habituales realizados por el grupo control.

Del mismo modo, también se acepta que los efectos de un programa combinado de entrenamiento a través de HIIT con COD y SSG en jugadores de baloncesto a lo largo de la misma sesión, será un estímulo suficiente y podría mejorar más los niveles de condición física que los descritos por investigaciones que utilizan exclusivamente una de las dos metodologías o que las combinan en sesiones alternas, consiguiendo mejoras significativas en la capacidad de repetición de sprints, capacidad de salto vertical y la resistencia intermitente.

## **6.2 Limitaciones.**

Una de las principales limitaciones del estudio fue la pequeña muestra con la que se pudo contar, por lo que esto tendría que ver en gran medida con las futuras líneas de

investigación. A pesar de ello, en este tipo de investigaciones, debido a su naturaleza y como pueden afectar al rendimiento en competición (y es uno de los motivos por los que la intervención fue llevada a cabo en pretemporada), en muchas ocasiones no se puede contar con varios equipos con los que trabajar, es decir, no existía un grupo control con el que comparar los efectos del protocolo de entrenamiento (Conte et al., 2016; Maggioni et al., 2018; Radziminski et al., 2013; Sánchez-Sánchez et al., 2017 y 2018; Viaño-Santasmarrinas et al., 2018) o son muy escasas las investigaciones en las que existen dos grupos en los que se aplica el mismo protocolo (Delextrat y Martínez, 2014; Impellizzeri et al., 2006), como ha sido este caso. Por ello, a pesar del tamaño reducido de la muestra, realmente se debe valorar especialmente la calidad de la muestra que ha permitido tener un grupo experimental y un grupo control.

Otro factor limitante fue la falta de presupuesto económico con el que disponer de material para la toma de datos de las pruebas de condición física de mayor rigor científico (analizador de gases o células fotoeléctricas o plataforma de fuerza), pero a pesar de ello se contó con herramientas validadas (30-15 IFT y My jump) para la toma de datos (Balsalobre-Fernández et al., 2015b; Buchheit, 2010a) y que son muy comúnmente utilizadas en las diversas investigaciones en este campo (Balsalobre-Fernández et al., 2015b; Buchheit et al., 2009; Delextrat y Martínez, 2014), con muy buena fiabilidad test-retest (Buchheit, 2008a; Delextrat y Martínez, 2014). Debido a esta misma cuestión económica, no se pudo validar una posible vinculación entre la mejora de las condiciones físicas y el mejor rendimiento deportivo a través de un análisis de time-motion previo y posterior a la implantación del trabajo experimental. Sin duda alguna, esta también debe considerarse una futura línea de investigación que permita

vincular la mejora de la condición física con la mejora en los distintos indicadores de rendimiento extraídos de la competición real.

Además, hay que tener en cuenta que, debido a la planificación del cuerpo técnico, el protocolo de intervención sólo pudo llevarse a cabo durante 6 semanas al comienzo de la pretemporada, quizá si hubiera tenido una duración mayor (8 o 10 semanas como en otras publicaciones científicas) o en otro momento de la temporada, los resultados obtenidos hubieran sido mayores.

### **6.3 Futuras líneas de investigación.**

Dentro de este apartado se considera necesario abordar aquellas líneas de investigaciones que complementen y enriquezcan la presente tesis, y que permitan superar las limitaciones propias de este objeto de estudio. Por lo que tras todo este exhaustivo análisis las futuras líneas de investigación se deberían centrar en:

1. Comprobar cómo afectaría el mismo protocolo en otras categorías, niveles de competición y momentos de la temporada.
2. Con el fin de obtener más información, se debería comparar los resultados con un grupo que entrenase exclusivamente a través del protocolo de HIIT y otro grupo de trabajo sólo a través de los SSG.
3. Así mismo, para evaluar si se mantienen los cambios físicos en el los jugadores sería interesante repetir las pruebas físicas tras unos meses sin dichos entrenamientos combinados para comprobar si se mantienen los cambios en el tiempo, así como evaluar como influirían la inclusión de sesiones esporádicas para el mantenimiento de dichas capacidades a lo largo de la temporada.

4. Para comprobar el efecto de las mejoras de rendimiento físico en el rendimiento competitivo, se debería incluir un análisis de time-motion, previo y posterior a la implantación de los entrenamientos combinando HIIT y SSG.
5. Se debería realizar un test de RSA diferente, y quizá más sensible a los cambios (6 repeticiones en vez de 10), como en otras publicaciones científicas (Buchheit et al., 2009b; Viaño-Santamarinas et al., 2018).
6. Sería interesante aumentar la duración del protocolo de entrenamiento para comprobar si ese hecho afectaba a las adaptaciones producidas.
7. Además, tal como se ha expresado en la discusión la experiencia en el baloncesto se trata de un factor a tener en cuenta en la intensidad alcanzada durante los SSG, por lo que podría ser una variable a analizar en próximas investigaciones.
8. O incluso, realizando pequeñas adaptaciones atendiendo a las demandas fisiológicas de los diferentes puestos de juego, y evaluar sus resultados.

Aun así, se debería reiterar a la comunidad científica el seguir investigando sobre este ámbito, debido a la falta de investigaciones afines, ya no sólo en el baloncesto, sino en cualquier deporte ya que no se ha podido encontrar en la literatura científica ninguna publicación científica semejante a la diseñada.





## *7. APLICACIONES PRÁCTICAS*



## 7. APLICACIONES PRÁCTICAS

Tras haber aceptado las hipótesis de este trabajo, es decir los efectos beneficiosos de un programa combinado del entrenamiento interválico de alta intensidad con cambios de dirección de 180º con un trabajo de juegos reducidos manipulando las diversas variables para producir la intensidad necesaria, se cree conveniente citar las siguientes aplicaciones prácticas derivadas de esta tesis doctoral

Se ha corroborado que, para los deportes de equipos, y en específico para el baloncesto, los entrenamientos intermitentes más aconsejados son aquellos de intervalos cortos (de 10 a 20 segundos) de alta intensidad (89-105% VIFT), y con un ratio trabajo-descanso similar (1:1 o 1:2). Otra alternativa serían los trabajos basados en entrenamientos de RSA (3-12 sprints, de 15 a 35 metros, con cambio de dirección y recuperaciones más largas que el intervalo de trabajo para favorecer la recuperación) o los métodos de juegos reducidos, adaptando las variables necesarias atendiendo a las necesidades u objetivos. A través de estos entrenamientos se va a producir una mejora en la capacidad cardiorrespiratoria (pero con diferente impacto a través de cada uno de ellos), y aunque la capacidad aeróbica no es totalmente determinante en este tipo de deportes, debido a la naturaleza altamente intermitente, unos elevados valores de  $VO_2$ máx, van a favorecer las recuperaciones más rápidas entre esfuerzos o un retraso de la aparición de la fatiga, y por lo tanto una mejora en el rendimiento de los jugadores.

Una herramienta muy útil y práctica es utilizar el 30-15 Intermittent Fitness Test para estimar el  $VO_2$ máx, la  $FC$ máx y la VIFT de cada jugador. A través de la VIFT se va a poder llevar un control individual de la intensidad de carrera de cada jugador a lo largo de los entrenamientos interválicos de alta intensidad (HIIT). Si no se puede disponer de GPS

para el control de dicha intensidad (e.g.: 95% VIFT), se puede transformar esa velocidad en distancia a recorrer por cada jugador utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Distancia a recorrer} = (\text{VIFT} / 3,6) \times \text{Intensidad de VIFT} \times \text{Duración del intervalo}$$

También se ha comprobado lo beneficioso de introducir cambios de dirección a lo largo de los entrenamientos para aumentar su especificidad por una mayor semejanza con los requerimientos de la competición. Y estos se pueden incluir dentro de los entrenamientos de HIIT, y tras la revisión de la literatura científica, se recomienda introducirlos sin ajustar la distancia por dicha pérdida de tiempo ocasionada por la desaceleración y posterior aceleración para aumentar el trabajo en los jugadores (ya que deben intentar suplir dicha pérdida de tiempo). Conforme se inicia a los deportistas en este tipo de entrenamiento o sea inferior su nivel de condición física, se debe reducir la intensidad de carrera (de 95-100% a 90% de su VIFT) y hacerlos lineales o introducir únicamente un cambio de dirección, para posteriormente aumentar la velocidad de la carrera durante el intervalo de trabajo o aumentar a 2 o 3 los cambios de dirección a ejecutar. Así mismo, para favorecer la recuperación se recomienda realizar los descansos de manera pasiva durante el intervalo de recuperación, pero si el nivel de condición física es elevado y lo permite, es conveniente reducir su tiempo o introducir que los descansos sean activos (al 50-70% de la intensidad de trabajo). Para jugadores de baloncesto, se recomienda una intensidad alta de trabajo (95% VIFT) en series cortas (10 o 15 segundos) y con ratio trabajo - descanso igual (1:1). Un ejemplo de un protocolo de este tipo de entrenamientos serían 2 series de 7 minutos (15 segundos corriendo al 95% VIFT y 15 segundos descansando de manera pasiva) con 2 COD de 180° con 8 minutos de descanso pasivo entre series.

Combinando SSG y HIIT a lo largo de una misma sesión de entrenamiento se han descrito mejoras elevadas no solo en la capacidad cardiorrespiratoria (VIFT y  $VO_2$ máx), sino también en el resto de parámetros analizados (CMJ y RSA). Esto último es muy importante, ya que ha corroborado que trabajándolas de manera conjunta se puede provocar un estímulo suficiente para la mejora la capacidad de repetición de sprints, y habiéndose comprobado la controversia en los resultados en cuando al aumento de rendimiento en este parámetro utilizando solo una de las dos metodologías o combinándolas, pero en sesiones alternas (no provocando un estímulo suficientemente elevado como para incidir en ella). Para provocar esta adaptación es recomendable comenzar con la el protocolo de HIIT para continuar con la parte de los SSG, y así favorecer en esta última parte los entrenamientos técnico-tácticos en situaciones de fatiga, aumentando así la especificad e intensidad de los entrenamientos.

Si se quiere aumentar la intensidad de trabajo en los SSG se debe reducir el número de jugadores, manipular las normas, introducir apoyo verbal y aumentar el terreno de juego (e.g.: 2vs2, sin saques de banda, reducir el tiempo de posesión, defensa individual, apoyo verbal del entrenador y trabajo a pista entera). Pero, si por el contrario se quiere aumentar el número de acciones técnicas por jugador o aumentar el estrés técnico-táctico durante los SSG, es recomendable reducir el espacio de juego (media pista). Un ejemplo de SSG para combinar a lo largo de una única sesión con HIIT y provocar un estímulo elevado sería: con un formato 2vs2, realizando 2 series de 4 minutos de trabajo (manipulando las reglas), con un descanso activo de 6 minutos en pista completa.



## **8. REFERENCIAS** **BIBLIOGRÁFICAS**





**8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Altavilla, G., D'Isanto, T., y Di Tore, P. (2018). Anthropometrics characteristics and jumping ability in basketball. *Journal of Human Sport and Exercise*, 13(2), 385-392.
- Álvarez del Villar, C. (1983). *Preparación física en el fútbol basada en el atletismo*. Madrid: Gymnos.
- Anderson, C J., Milton, S.M., y Mercadante, L. (2017). Quantitative Analysis of Distances Covered by Professional Basketball Players According to the Movement Intensities. *International Journal of Sports Science*, 7(3), 128-136.
- Angius, L., Olla, S., Pinna, M.J., Mura, R., Marongiu, E., Roberto, S., Piras, F.,... Crisafulli, A. (2012). Aerobic and anaerobic capacity of adult and young professional soccer players. *Sport Sciences for Health*, 8(2-3), 95-100.
- Ansley, L., Schabort, E.J., Gibson, A.S., Lambert, M.I., y Noakes, T.D. (2004). Regulation of pacing strategies during successive 4-km time trials. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(10), 1819-1825.
- Apostolidis, N.G., Nassis, G.P., Bolatoglou, T., y Geladas, N.D. (2004). Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 157-163.
- Arias, F.G. (2011). *Metodología de la investigación en las ciencias aplicadas al deporte: un enfoque cuantitativo*. Buenos Aires, Argentina: EFDeportes.com, Revista Digital, 157. Recuperado de <http://www.efdeportes.com>
- Arriaza, M. (2006). *Guía práctica de análisis de datos*. Junta de Andalucía, Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa.

- Asadi, A. (2016). Relationship Between Jumping Ability, Agility and Sprint Performance of Elite Young Basketball Players: A Field-Test Approach. *Revista Brasileira de Cineantropometria y Desempenho Humano*, 18(2), 177-186.
- Atli, H., Köklü, Y., Alemdaroğlu, U., y Koçak, F. (2013). A comparison of heart rate response and frequencies of technical actions between half-court and full-court 3-a-side games in female high school basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 352-356.
- Attene, G., Laffaye, G., Chaouachi, A., Pizzolato, F., Migliaccio, G.M., y Padulo, J. (2015). Repeated sprint ability in young basketball players: one vs. two changes of direction (Part 2). *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1553-1563.
- Attene, G., Nikolaidis, P. T., Bragazzi, N. L., Dello Iacono, A., Pizzolato, F., Zagatto, A. M.,...Padulo, J. (2016). Repeated Sprint Ability in Young Basketball Players (Part 2): The Chronic Effects of Multidirection and of One Change of Direction Are Comparable in Terms of Physiological and Performance Responses. *Frontiers in physiology*, 7, 262.
- Attene, G., Pizzolato, F., Calcagno, G., Ibba, G., Pinna, M., Salernitano, G., y Padulo, J. (2014). Sprint vs. intermittent training in young female basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(2), 154-161.
- Bacon, A.P., Carter, R.E., Ogle, E.A. y Joyner, M.J. (2013). VO<sub>2</sub>max trainability and high intensity interval training in humans: a meta-analysis. *PLoS One*, 8(9), e73182.
- Balabinis, C. P., Psarakis, C. H., Moukas, M., Vassiliou, M. P., y Behrakis, P. K. (2003). Early phase changes by concurrent endurance and strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 393-401.

- Balciunas, M., Stonkus, S., Abrantes, C., y Sampaio, J. (2006). Long term effects of different training modalities on power, speed, skill and anaerobic capacity in young male basketball players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(1), 163-170.
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., y Lockey, R.A. (2015b). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574-1579.
- Balsalobre-Fernández, C., Nevado-Garrosa, F., Campo-Vecino, J., y Ganancias-Gómez, P. (2015a). Repeated sprints and vertical jumps in young elite soccer and basketball players (Repetición de esprints y salto vertical en jugadores jóvenes de baloncesto y fútbol de élite). *Apunts: Educación física y deportes*, 120, 52-57.
- Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., Del Campo-Vecino, J., Bachero-Mena, B., y Sánchez-Martínez, J. (2014). Relationships among repeated sprint ability, vertical jump performance and upper-body strength in professional basketball players. *Archives of Sports Medicine*, 31(3), 148-153.
- Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C., del Campo-Vecino, J., Bachero-Mena, B., y Sánchez-Martínez, J. (2016). Differences of muscular performance between professional and young basketball players. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 11(31), 61-65.
- Bangsbo, J., Iaia, F., y Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38(1), 37-51.

- Bara Filho, M.G., Andrade, F.C., Nogueira, R.A., y Nakamura, F.Y. (2013). Comparison of different methods of internal load control in volleyball players. *Brazilian Journal of Sports Medicine*, 19(2), 143-146.
- Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., Fazaâ, S.E., y Ati, J.E. (2010c). The effect of players' standard and tactical strategy on game demands in men's basketball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2652-2662.
- Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., Fazaâ, S.E., Tabka, Z., y Ati, J.E. (2009). Blood metabolites during basketball competitions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3), 765-773.
- Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., Fazaâ, S.E., y Ati, J.E. (2010a). Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2330-2342.
- Ben Abdelkrim, N., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., y Castagna, C. (2010b). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1346-1355
- Ben Abdelkrim, N., El Fazaâ, S., y El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19 basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69-75.
- Benelli, P., Ditrolio, M., y Ninfalli, P. (1998). Lactate values during game in basketball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 38(1), 96.

- Benito, P. J., y Calderón, F. J. (2008). *Valoración de la capacidad anaeróbica en baloncesto*. En N. Terrados y J. Calleja (Eds.), *Fisiología, Entrenamiento y Medicina del Baloncesto*, Barcelona, España
- Billat, V.L. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice: special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Medicine*, 31(1), 13-31.
- Billat, V.L., Slawinski, J., Bocquet, V., Chassaing, P., Demarle, A., y Koralsztein, J. P. (2001). Very Short (15 s-15 s) Interval-Training Around the Critical Velocity Allows Middle-Aged Runners to Maintain VO<sub>2</sub> max for 14 minutes. *International Journal of Sports Medicine*, 22(3), 201-208.
- Bishop, D. (2001). An evaluation of the accusport blood lactate Analyser. *International Journal of Sports Medicine*, 22(7), 525-530.
- Bishop, D., Bonetti, D.L., y Dawson, B.D. (2002). The influence of pacing strategy on VO<sub>2</sub> and supramaximal kayak performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(6), 1041-1047.
- Bishop, D., y Edge, J. (2006). Determinants of repeated-sprint ability in females match fir single-sprint performance. *European Journal for Applied Physiology*, 97(4), 373-379
- Bishop, D., Girard, O., y Méndez-Villanueva, A. (2011). Repeated sprint ability - part II: recommendations for training. *Sports Medicine*, 41(9), 741-756.
- Bishop, D., Lawrence, S., y Spencer, M. (2003). Predictors of repeated-sprint ability in elite female hockey players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(2), 199-209.

- Bishop, D.C., y Spencer, M. (2004). Determinants of repeated-sprint ability in well-trained team-sport athletes and endurance-trained athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(1), 1-7.
- Bishop, D.C., y Wright, C. (2006) A time-motion analysis of professional basketball to determine the relationship between three activity profiles: high, medium and low intensity and the length of the time spent on court. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(1), 130-139.
- Bloomfield, J., Polman, R., y O'Donoghue, P. (2004). The 'Bloomfield Movement Classification': Motion analysis of individual players in dynamic movement sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 4(2), 20-31.
- Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Boobis, L. H., y Lakomy, H. K. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal of Applied Physiology*, 80(3), 876-884.
- Bogdanis, G., Ziagos, V., Anastasiadis, M., y Maridaki, M. (2007). Effects of two different short-term training programs on the physical and technical abilities of adolescent basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(2), 79-88.
- Bompa, T.O., y Haff, G.G. (2009). *Periodization. Theory and methodology of training*. Champaign: Human Kinetics.
- Boone, J., y Bourgois, J. (2013). Morphological and physiological profile of elite basketball players in Belgium. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(6), 630-638.
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign: Human Kinetics.

- Bosco, C., Luthanen, P., y Komi, P.V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273-282.
- Bravo, D.F., Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D.C., y Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(8), 668-674.
- Brughelli, M.E., Cronin, J., Levin, G., y Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports Medicine*, 38(12), 1045-1063.
- Buchheit, M. (2005). Illustration de la programmation du travail intermittent à partir de la vitesse atteinte à la fin du 30-15 Intermittent Fitness Test - 1ère partie. *Approches du Handball*, 88, 36-46.
- Buchheit, M. (2008a). The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 365-374.
- Buchheit, M. (2008b). 30-15 Intermittent Fitness Test and repeated sprint ability. *Science and Sports*, 23(1), 26-28.
- Buchheit, M. (2010a). The 30-15 Intermittent Fitness Test: 10 year review. *Myoribie Journal*, 1 (online).
- Buchheit, M. (2010b). Performance and physiological responses to repeated-sprint and jump sequences. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5), 1007-1118.
- Buchheit, M. (2012). Should we be recommending repeated sprints to improve repeated-sprint performance? *Sports Medicine*, 42(2), 169-172.

- Buchheit, M. (2014). Programming high-intensity training in handball. *Aspetar Sports Medicine Journal*, 3(targeted topic - sports medicine in handball), 120-128.
- Buchheit, M., Al Haddad, H., Leprêtre, P.M., Millet, G., Newton, M., y Ahmaidi, S. (2009c). Cardiorespiratory and cardiac autonomic responses to 30-15 Intermittent fitness test. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 93-100.
- Buchheit, M., Bishop, D., Haydar, B., Nakamura, F.Y., y Ahmaidi, S. (2010a). Physiological responses to shuttle repeated-sprint running. *International Journal of Sports Medicine*, 31(6), 402-409.
- Buchheit, M., Haydar, B., y Ahmaidi, S. (2012). Repeated sprints with directional changes: do angles matter? *Journal of Sports Sciences*, 30(6), 555-562.
- Buchheit, M., y Laursen, P.B. (2013a). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313-338.
- Buchheit, M., y Laursen, P.B. (2013b). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports medicine*, 43(10), 927-954.
- Buchheit, M., Laursen, P. B., Kuhnle, J., Ruth, D., Renaud, C., y Ahmaidi, S. (2009b). Game-based training in young elite handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 30(4), 251–258.
- Buchheit, M., Lepretre, P.M., Behaegel, A.L., Millet, G.P., Cuvelier, G., y Ahmaidi, S. (2009a). Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(3), 399-405.



- Buchheit, M., Méndez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., y Ahmaidi, S. (2010b). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2715-2722.
- Buchheit, M., y Rabbani, A. (2014). The 30-15 Intermittent Fitness Test versus the Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1: relationship and sensitivity to training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 522-524.
- Buchheit, M., Spencer, M., y Ahmaidi, S. (2010c). Reliability, usefulness, and validity of a repeated sprint and jump ability test. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 3-17.
- Calleja, J., Lekue, J., Leibar, X., y Terrados, N. (2006). Estudio del metabolismo glucolítico en jugadores de baloncesto. *Fisioterapia*, 28(6), 308-315.
- Calleja, J., Lekue, J., Leibar, X., y Terrados, N. (2008). Análisis de la concentración de lactato en competición en jugadores internacionales junior de baloncesto. *Archivos de Medicina del Deporte*, 25(123), 435-441.
- Calleja-González, J., Cámara, J., Martínez-Santos, R., Mejuto, G., y Terrados, N. (2015). Evolución de las capacidades físicas en jugadores jóvenes de baloncesto de medio nivel. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 1(3), 199-204.
- Caprino, D., Clarke, N. D., y Deletrat, A.A. (2012). The effect of an official match on repeated sprint ability in junior basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 30(11), 1165-1173.

- Casamichana, D., y 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.
- Castagna, C., Abt, G., Manzi, V.M., Annino, G., Padua, E., y D'ottavio, S. (2008a). Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 923-929.
- Castagna, C., Belardinelli, R., Impellizzeri, F.M., Abt, G. A. Coutts, A.J., y D'Ottavio, S. (2007b). Cardiovascular responses during recreational 5-a-side indoor-soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(2), 89-95.
- Castagna, C., Chaouachi, A., Rampinini, E., Chamari, K., y Impellizzeri, F.M. (2009). Aerobic and explosive power performance of elite italian regional-level basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1982-1987.
- Castagna, C., D'Ottavio, S., Manzi, V., Annino, G., Belardinelli, R., y Lacalaprice, F. (2005). Hr and VO<sub>2</sub> responses during basketball drills. *Paper presented at 6th Annual Congress of ECSS*, Belgrade, Serbia.
- Castagna, C., Impellizzeri, F.M., Chaouachi, A., Ben Abdelkrim, N., y Manzi, V.M. (2011). Physiological responses to ball-drills in regional level male basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 29(12), 1329-1336.
- Castagna, C., Impellizzeri, F., Rampinini, E., D'Ottavio, S., y Manzi, V. (2008b). The Yo-Yo intermittent recovery test in basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(2), 202-208.
- Castagna, C., Manzi, V.M., D'ottavio, S., Annino, G., Padua, E., y Bishop, D.C. (2007a). Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in

- young basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1172-1176.
- Cavar, M., Marsić, T., Corluka, M., Čuljak, Z., Zovko, I.C., Müller, A.,...Hofmann, P. (2019). Effects of 6 Weeks of Different High-Intensity Interval and Moderate Continuous Training on Aerobic and Anaerobic Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 44-56.
- Chaouachi, A., Chtara, M., Hammami, R., Chtara, H., Turki, O., y Castagna, C. (2014). Multidirectional sprints and small-sided games training effect on agility and change of direction abilities in youth soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3121-3127.
- Chatard, J.C., Atlaoui, D., Pichot, V., Gourné, C., Duclos, M., y Guézennec, Y.C. (2003). Training follow up by questionnaire fatigue, hormones and heart rate variability measurements. *Science and Sports*, 18(6), 302-304.
- Clemente, F.M. (2016). Small-Sided and Conditioned Games in Basketball Training: A Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(3), 49-58.
- Clemente, F.M., González-Víllora, S., Delextrat, A.A., Martins, F., y Vicedo, J. (2017). Effects of the Sports Level, Format of the Game and Task Condition on Heart Rate Responses, Technical and Tactical Performance of Youth Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, 58(1), 141-155.
- Conte, D., Favero, T.G., Lupo, C., Francioni, F.M., Capranica, L., y Tessitore, A. (2015a). Time-motion analysis of Italian elite women's basketball games: individual and team analyses. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(1), 144-150.

- Conte, D., Favero, T.G., Niederhausen, M., Capranica, L., y Tessitore, A. (2015b). Physiological and Technical Demands of No Dribble Game Drill in Young Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3375-3379.
- Conte, D., Favero, T.G., Niederhausen, M., Capranica, L., y Tessitore, A. (2016). Effect of different number of players and training regimes on physiological and technical demands of ball-drills in basketball. *Journal of Sports Sciences*, 34(8), 780-786.
- Cormery, B., Marcil, M., y Bouvard, M. (2008). Rule change incidence on physiological characteristics of elite basketball players: a 10-year-period investigation. *British Journal of Sports Medicine*, 42(1), 25-30.
- Cortis, C., Tessitore, A., Lupo, C., Pesce, C., Fossile, E., Figura, F., y 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.
- Coutts, A., Murphy, A., Pine, M., Reaburn, P., y Impellizzeri, F. (2003). Validity of the session-RPE method for determining training load in team sport athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(4), 525.
- Crisafulli, A., Melis, F., Tocco, F., Laconi, P., Lai, C., y Concu, A. (2002). External mechanical work versus oxidative energy consumption ratio during a basketball field test. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(4), 409-417.
- Cuadrado-Reyes, J., Chiroso, L. J., Chiroso, I. J., Martín-Tamayo, I., y 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.
- Delextrat, A.A., Baliqi, F., y Clarke, N. (2013). Repeated sprint ability and stride kinematics are altered following an official match in national-level basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(2), 112-118.
- Delextrat, A.A., y Cohen, D.H. (2008). Physiological testing of basketball players: toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1066-1072.
- Delextrat, A.A., y Cohen, D.H. (2009). Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.
- Delextrat, A.A., Gruet, M., y Bieuzen, F. (2018). Effects of Small-Sided Games and High-Intensity Interval Training on Aerobic and Repeated Sprint Performance and Peripheral Muscle Oxygenation Changes in Elite Junior Basketball Players. *Journal of strength and conditioning research*, 32(7), 1882-1891.
- Delextrat, A.A., y Kraiem, S. (2013). Heart Rate Responses by Playing Position During Ball-Drills in Basketball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(4), 410-418.
- Delextrat, A.A., y Martínez, A. (2014). Small-Sided Game Training Improves Aerobic Capacity and Technical Skills in Basketball Players. *International Journal of Sports Medicine*, 35(5), 385-391.
- Dellal, A., Chamari, K., Pintus, A., Girard, O., Cotte, T., y 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
- Dellal, A., Keller, D.L., Carling, C., Chaouachi, A., Wong, D.P., y Chamari, K. (2010). Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3219-3126.
- Dellal, A., Varliette, C., Owen, A., Chirico, E.N., y Pialoux, V. (2012). Small-Sided Games Versus Interval Training in Amateur Soccer Players: Effects on the Aerobic Capacity and the Ability to Perform Intermittent Exercises with Changes of Direction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2712-2720.
- Dello Iacono A., Ardigò L. P., Meckel Y., y Padulo J. (2016). Effect of small-sided games and repeated shuffle sprint training on physical performance in elite handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(3), 830-840.
- Dello Iacono, A., Eliakim, A., y Meckel, Y. (2015). Improving fitness of elite handball players: small-sided games vs. high-intensity intermittent training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(3), 835-843.
- Dorado, C., Sanchis-Moysi, J., y Calbet, J.A. (2004). Effects of recovery mode on performance, O uptake, and O deficit during high- intensity intermittent exercise. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 29(3), 227-244.
- Drinkwater, E.J., Hopkins, W.G., McKenna, M.J., Hunt, P.F. y Pyne, D.D. (2007). Modelling age and secular differences in fitness between basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 25(8), 869-78.

- Drinkwater, E.J., Pyne, D.B., y McKenna, M.J. (2008). Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Medicine*, 38(7), 565-578.
- Duncan, M. J., Lyons, M., y Nevill, A. M. (2008). Evaluation of peak power prediction equations in male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1379-1381.
- Edge, J.D., Bishop, D.C., Goodman, C., y Dawson, B.D. (2005). Effects of high- and moderate-intensity training on metabolism and repeated sprints. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11), 1975-1982.
- Erčulj, F., Dežman, B., Vučković, G., Perš, J., Perš, M., y Kristan, M. (2008). An analysis of basketball players' movements in the Slovenian basketball league play-offs using the SAGIT tracking system. *Facta Universitatis series Physical Education and Sport*, 6(1), 75-84.
- Farias-Junior, L.F., Macêdo, G., Browne, R., Freire, Y., Oliveira-Dantas, F., Schwade, D.,...Costa, E. (2019). Physiological and Psychological Responses during Low-Volume High-Intensity Interval Training Sessions with Different Work-Recovery Durations. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(1), 181-190.
- Faude, O., Steffen, A., Kellmann, M., y Meyer, T. (2014). The effect of short-term interval training during the competitive season on physical fitness and signs of fatigue: A crossover trial in high-level youth football players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(6), 936-944
- Feroli, D., Bosio, A., Torre, A.L., Carlomagno, D., Connolly, D.R., y Rampinini, E. (2018b). Different Training Loads Partially Influence Physiological Responses

- to the Preparation Period in Basketball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(3), 790-797.
- Ferioli, D., Rampinini, E., Bosio, A., Torre, A.L., Azzolini, M., y Coutts, A.J. (2018a). The physical profile of adult male basketball players: Differences between competitive levels and playing positions. *Journal of Sports Sciences*, 36(22), 2567-2574.
- Ferioli, D., Schelling, X., Bosio, A., La Torre, A., Rucco, D., y Rampinini, E. (2019). Match Activities in Basketball Games: Comparison Between Different Competitive Levels. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, ahead of print.
- Fitzimons, M., Dawson, B., Ward, D., y Wilkinson A. (1993). Cycling and running tests of repeated sprint ability. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 25(4), 82-87.
- Florin, C., Constantin, C., y Adrian, G. (2013). Improve maximal aerobic speed in handball seniors through intermittent effort. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport/Science, Movement and Health*, 13(2), 73-75.
- Gallardo-Fuentes, F., Gallardo-Fuentes, J., Ramírez-Campillo, R., Balsalobre-Fernández, C., Martínez, C., Caniuqueo, A.,...Izquierdo, M. (2016). Intersession and Intrasession Reliability and Validity of the My Jump App for Measuring Different Jump Actions in Trained Male and Female Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 2049-2056
- Gantois, P., Aidar, F., Dantas, M., Silva, L., Paes, P., Santana, E.,...Cabral, B. (2018). Aerobic fitness is associated with improved repeated sprints ability of



- basketball players after six weeks of training during preseason. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*, 20(1), 114-124.
- Gantois, P., Aidar, F.J., Matos, D.G., Souza, R.F., Silva, L.M., Castro, K.R.,...Cabral, B. (2017). Repeated sprints and the relationship with anaerobic and aerobic fitness of basketball athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(2), 910-915
- García Manso, J.M. (2006). *La resistencia desde la óptica de las ciencias aplicadas al entrenamiento deportivo*. Madrid: Sport Books.
- Generelo, E., y Tierz, P. (1994). *Cualidades físicas I: Resistencia y flexibilidad*. Zaragoza: Imagen y deporte S.L.
- Gibala, M.J., y Hawley, J.A. (2017). Sprinting Toward Fitness. *Cell Metabolism*, 25(5), 988-990.
- Gibala, M.J., Little, J.P., Essen, M.V., Wilkin, G.P., Burgomaster, K.A., Safdar, A.,...Tarnopolsky, M.A. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of Physiology*, 575(Pt 3), 901-911.
- Gibala, M.J., y McGee, S.L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(2), 58-63.
- Gillen, J.B., y Gibala, M.J. (2014). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 39(3), 409-412.
- Gillen, J.B., Martin, B.J., MacInnis, M.J., Skelly, L.E., Tarnopolsky, M.A., y Gibala, M.J. (2016). Twelve weeks of sprint interval training improves indices of

- cardiometabolic health similar to traditional endurance training despite a five-fold lower exercise volume and time commitment. *PLoS One*, 11(4), e0154075.
- Gilman, M.B. (1996). The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training. *Sports Medicine*, 21(2),73-79.
- Girard, O.R., Méndez-Villanueva, A., y Bishop, D.J. (2011). Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports medicine*, 41(8), 673-94.
- Gocentas, A., Jascaniniene, N., Poprzącki, S., Jaszczanin, J., y Juozulynas, A. (2011). Position-related differences in cardiorespiratory functional capacity of elite basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 30(1), 145-152.
- Gocentas, A., Landõr, A., y Andziulis, A. (2004). Dependence of intensity of specific basketball exercise from aerobic capacity. *Papers on Anthropology University of Tartu*, 13, 9-17.
- González-Badillo, J.J. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. Posibles aplicaciones al entrenamiento. *Revista Entrenamiento Deportivo*, 14(1), 5-16.
- Gottlieb, R., Eliakim, A., Shalom, A., Dello Iacono, A., y Meckel, Y. (2014). Improving Anaerobic Fitness in Young Basketball Players: Plyometric vs. Specific Sprint Training. *Journal of Athletic Enhancement*, 3(3), 1-6.
- Gracia, F., García, J., Cañadas, M. e Ibáñez, S.J. (2014). Heart Rate differences in small- sided games in formative basketball. *Journal of Sports Science*, 10(1), 23-30.

- Greco, P., Memmert, D., y Morales, J.C. (2010). The effect of deliberate play on tactical performance in basketball. *Perceptual and Motor Skills*, 110(3), 849-856.
- Grimal, Y., y Lorenzo, A. (2018). Efectos de la inclusión de cambios de dirección (COD) durante el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) sobre la frecuencia cardíaca y el rango de esfuerzo percibido en jóvenes jugadores de baloncesto. *Revista de Psicología del Deporte*, 27(2), 163-170.
- Haag, H. (2004). *Research methodology for sport and exercise science*. Berlín: Logos Verlag Berlin GmbH.
- Hader., K., Méndez-Villanueva, A., Ahmaidi, S., Williams, B.K., y Buchheit, M. (2014). Changes of direction during high-intensity intermittent runs: neuromuscular and metabolic responses. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 6(1), 2.
- Halouani, J., Chtourou, H., Gabbett, T., Chaouachi, A., y Chamari, K. (2014). Small-sided games in team sports training: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3594-3618.
- Hammami, A., Gabbett, T.J., Slimani, M., y Bouhlel, E. (2018). Does small-sided games training improve physical fitness and team-sport-specific skills? A systematic review and meta-analysis. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(10), 1446-1455.
- Harre, D. (1983). *Teoría del entrenamiento deportivo*. Barcelona, España. Paidotribo.
- Harre, D., y Hautmann, M. (1994). La capacidad de la fuerza y su entrenamiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 1(8), 32-38.

- Harrison, C.B., Kinugasa, T., Gill, N.D., y Kilding, A.E. (2015). Aerobic Fitness for Young Athletes: Combining Game-based and High-intensity Interval Training. *International Journal of Sports Medicine*, 36(11), 929-349.
- Haydar, B., y Buchheit, M. (2009). Le 30-15 Intermittent Fitness Test - application pour le Basketball. *Pivot*, 1, 2-5.
- Heinemann, K. (2003). *Introducción a la metodología de la investigación empírica en las ciencias del deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U., y Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 33(11), 1925-1931.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M.,... Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO<sub>2</sub>max more than moderate training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(4), 665-671.
- Hermassi, S., Gabbett, T. J., Ingebrigtsen, J., Van den Tillaar, R., Chelly, M.S., y Chamari, K. (2014). Effects of a Short-Term In-Season Plyometric Training Program on Repeated-Sprint Ability, Leg Power and Jump Performance of Elite Handball Players. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 9(5), 1205-1216.
- Hill-Haas, S., Coutts, S., Rowsell, G., y Dawson, B. (2009). Generic versus small-sided games training in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(9), 636-642.
- Hill-Haas, S.V., Dawson, B.T., Impellizzeri, F.M., y Coutts, A.J. (2011). Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports medicine*, 41(3), 199-220.

- Hoare, D.G. (2000). Predicting success in junior elite basketball players—The contribution of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3(4), 391-405.
- Hoffman, J.R., Epstein, S., Einbinder, M., y Weinstein, I. (1999). The influence of aerobic capacity on anaerobic performance and recovery indices in basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(4), 407-411.
- Hoffmann, J.R., Reed, J.P., Leiting, K., Chiang, C., y Stone, M. (2014). Repeated sprints, high-intensity interval training, small-sided games: theory and application to field sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 352-357.
- Hoffman, J.R., Tenenbaum, G., Maresh, CM., y Kraemer, W.J. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2), 67-71.
- Hůlka, K., Cuberek, R., y Bělka, J. (2013). Heart rate and time-motion analyses in top junior players during basketball matches. *Acta Gymnica*, 43(3), 27-35.
- laia, F.M., Rampinini, E., y Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(3), 291-306.
- Ikutomo, A., Kasai, N., y Goto, K. (2018). Impact of inserted long rest periods during repeated sprint exercise on performance adaptation. *European Journal of Sport Science*, 18(1), 47-53.
- Impellizzeri, F.M., Marcora, S.M., Castagna, C., Reilly, T.P., Sassi, A., laia, F.M., y 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.
- Janeira, M.A., y Maia, J. (1998). Game intensity in basketball. An interactionist view linking time-motion analysis, lactate concentration and heart rate. *Coaching and Sport Science Journal*, 3(2), 26-30.
- Kiefer, M. (2012). *Athletic Performance Requirements and Time-Motion Analysis in Basketball towards a better understanding of the implications of training to game performance*. Project of International Coaching enrichment certificate program of U.S. Olympic Comitée and University of Delaware. Estados Unidos de América.
- Klusemann, M.J., Pyne, D.B., Foster, C., y Drinkwater, E.J. (2012). Optimising technical skills and physical loading in small-sided basketball games. *Journal of Sports Sciences*, 30(14), 1463-1471.
- Klusemann, M.J., Pyne, D.B., Hopkins, W.G., y Drinkwater, E.J. (2013). Activity profiles and demands of seasonal and tournament basketball competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(6), 623-629.
- Köklü, Y., Alemdaroğlu, U., Koçak, F.Ü., Erol, A.E., y Fındıkoğlu, G. (2011). Comparison of Chosen Physical Fitness Characteristics of Turkish Professional Basketball Players by Division and Playing Position. *Journal of Human Kinetics*, 30(1), 99-106.
- Korkmaz, C., y Karahan, M. (2012). A comparative study on the physical fitness and performance of male basketball players in different divisions. *Journal of Physical Education and Sports Science*, 6(1), 16-23.

- Krustrup, P., y Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *Journal of Sports Sciences*, 19(11), 881-891.
- Kubukeli, Z.N., Noakes, T.D., y Dennis, S.C. (2002). Training techniques to improve endurance exercise performances. *Sports Medicine*, 32(8), 489-509.
- Laplaud, D., Hug, F., y Menier, R. (2004). Training-induced changes in aerobic aptitudes of professional basketball players. *International Journal of Sports Medicine*, 25(2), 103-108.
- Latin, R., Berg, K., y Baechle, T. (1994). Physical and Performance Characteristics of NCAA Division I Male Basketball Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(4), 214-218.
- Laursen, P., y Jenkins, D. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73.
- Leite, N., Coutinho, D., y Sampaio, J. (2013). Effects of fatigue and time-out on physiological, time-motion indicators and in patterns of spatial organization of the teams in basketball. *Revista de Psicología del Deporte*, 22(1), 215-218.
- Lupo, C., Tessitore, A., Minganti, C., y Capranica, L. (2010). Notational analysis of elite and sub-elite water polo matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 223-229.
- Macbeth, G., Razumiejczyk, E., y Ledesma, R.D. (2011). Cliff' s Delta Calculator: A non-parametric effect size program for two groups of observations. *Universitas Psychologica*, 10(2), 545-555.

- MacInnis, M.J., y Gibala, M.J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of Physiology*, 595(9), 2915-2930.
- Maggioni, M., Bonato, M., Stahn, A., La Torre, A., Agnello, L., Vernillo, G.,... Merati, G. (2018). Effects of ball-drills and repeated sprint ability training in basketball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, ahead of print.
- Malone, J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J.P., y Drust, B. (2015). Seasonal training -load quantification in elite english premier league soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 489-497.
- Manzi, V., D'Ottavio, S., Impellizzeri, F., Chaouachi, A., Chamari, K., y Castagna, C. (2010). Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1399-1406.
- Marcelino, P.R., Aoki, M.S., Arruda, A., Freitas, C.G., Méndez-Villanueva, A., y Moreira, A. (2016). Does small-sided-games' court area influence metabolic, perceptual, and physical performance parameters of young elite basketball players? *Biology of Sport*, 33(1), 37-42.
- Marinković, D., y Pavlović, S. (2013). The differences in aerobic capacity of basketball players in different playing position. *Physical Education and Sport*, 11(1), 73-80.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., y Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551-555.



Matthew, D., y Delestrat, A.A. (2009). Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 27(8), 813-821.

Matveev, L. (1992). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Moscú: Ráduga.

McBride, J.M., Triplett-McBride, T., Davie, A., y Newton, R.U. (2002). The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(1), 75-82.

McCormick, B., Hannon, J., Newton, M., Shultz, B., Miller, N., y Youngm W. (2012). Comparison of Physical Activity in Small-Sided Basketball Games Versus Full-Sided Games. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 7(4), 689-697.

McInnes, S.E., Carlson, J.S., Jones, C.J., y McKenna, M.J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13(5), 387-397.

McMahon, S., y Wenger, H. (1998). The relationship between aerobic fitness and both power output and subsequent recovery during maximal intermittent exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1(4), 219-227.

McMaster, D.T., Gill, N.D., Cronin, J.B., y McGuigan, M. (2014). A brief review of strength and ballistic assessment methodologies in sport. *Sports medicine*, 44(5), 603-623.

McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., y Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(5), 273-277.

- Meckel, Y., Gottlieb, R., y Eliakim, A. (2009). Repeated sprint tests in young basketball players at different game stages. *European Journal of Applied Physiology*, 107(3), 273-279.
- Méndez-Villanueva, A., Hamer, P., y Bishop, D. (2008). Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. *European Journal of Applied Physiology*, 103(4), 411-419.
- Midgley, A.W., y Naughton, L.R. (2006). Time at or near VO<sub>2</sub>max during continuous and intermittent running. A review with special reference to considerations for the optimisation of training protocols to elicit the longest time at or near VO<sub>2</sub>max. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(1), 1-14.
- Milanović, Z., Sporis, G., y Weston, M. (2016). Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO<sub>2</sub>max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine*, 45(10), 1469-1481.
- Mokou, E., Nikolaidis, P.T., y Tamilarasan, P. (2016). Repeated sprinting ability in basketball players: a brief review of protocols, correlations and training interventions. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(1), 217-221.
- Montgomery, P., Pyne, D., Hopkins, W., Dorman, J., Cook, K., y Minahan, C. (2008). The effect of recovery strategies on physical performance and cumulative fatigue in competitive basketball. *Journal of Sports Sciences*, 26(11), 1135-1145.
- Montgomery, P.G., Pyne, D.B., y Minahan, C.L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 75-86.

- Morales, M.T., y Arias-Estero, J. L. (2015). Diferencias entre el juego 7 vs. 7 y el 4 vs. 4 en el balonmano escolar en relación al rendimiento, percepción del esfuerzo y la intencionalidad de práctica. *Retos, 0(27)*, 34-39.
- Morio, C., Chavet, P., Androuet, P., Foissac, M., Berton, E., y Nicol, C. (2011). Time course of neuro-mechanical changes underlying stretch-shortening cycle during intermittent exhaustive rebound exercise. *European Journal of Applied Physiology, 111(9)*, 2295-2305.
- Muñoz-Chavez, B., Reigal, R. E., Hernández-Mendo, A., y Raimundi, M.J. (2015). Efectos del número de jugadores sobre la percepción subjetiva del esfuerzo, la frecuencia cardiaca y las conductas de juego en rugby. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte, 11(42)*, 360-375.
- Nakamura, F.Y., Sánchez-Sánchez, J., Ramirez-Campillo, R., Petisco, C., Gonzalo-Skok, Ó., Rodríguez-Fernández, A., y Miñano, J.A. (2017). Effects of repeated-sprints with changes of direction on youth soccer player's performance: Impact of initial fitness level. *Journal of Strength and Conditioning Research*, ahead of print.
- Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N., y Chen, B. (2009). Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 19(3)*, 425-432.
- Newman, M.A., Tarpinning K.M., y Marino F.E. (2004). Relationships between isokinetic knee strength, single-sprint performance, and repeated-sprint ability in football players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 18(4)*, 867-872.

- Nikolaidis, P.T., Asadi, A., Santos, E.J.A.M., Calleja-González, J., Padulo, J., Chtourou, H., y Zemkova, E. (2015). Relationship of body mass status with running and jumping performances in young basketball players. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 5(3), 187-194.
- Noon, M., James, R., Clarke, N., Akubat, I., y Thake, C. (2015). Perceptions of well-being and physical performance in English elite youth footballers across a season. *Journal of Sports Sciences*, 33(20), 1-10.
- Ostojic, S.M., Mazic, S.D., y Dikic, N.V. (2006). Profiling in basketball: physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 740-744.
- Padulo, J., Bragazzi, N.L., Nikolaidis, P.T., Iacono, A.D., Attene, G., Pizzolato, F.,...Migliaccio, G.M. (2016). Repeated sprint ability in young basketball players: Multi-direction vs. one-change of direction (Part 1). *Frontiers in Physiology*, 7, 133.
- Padulo, J., Laffaye, G., Haddad, M., Chaouachi, A., Attene, G., Migliaccio, G.M.,...Pizzolato, F. (2015a). Repeated sprint ability in young basketball players: one vs. two changes of direction (Part 1). *Journal of sports sciences*, 33(14), 1480-1492.
- Padulo, J., Tabben, M., Ardigò, L.P., Ionel, M., Popa, C., Gevat, C., y Zagatto, A.M. (2015b). Repeated sprint ability related to recovery time in young soccer players. *Research in Sports Medicine*, 23(4), 412-423.
- Platonov, V.N. (1995). *El entrenamiento deportivo. Teoría y Metodología*. Barcelona: Paidotribo.

- Pojškić, H., Šeparović, V., Užičanin, E., Muratović, M., y Mačković, S. (2015). Positional Role Differences in the Aerobic and Anaerobic Power of Elite Basketball Players. *Journal of human kinetics*, 49(1), 219-227.
- Poulos, S., Zacharogiannis, E., Paradisis, G., Kolyfa, M., Danias, D., Tsopanidou, A., y Maridaki, M. (2018). High Intensity Interval Training Does Not Improve Cardiorespiratory Parameters in Trained Young Soccer Players. *Journal of Exercise Physiology online*, 21(3), 34-45.
- Puente, C., Abián-Vicén, J., Areces, F., López, R., y Del Coso, J. (2017). Physical and physiological demands of experienced male basketball players during a competitive game. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 956-962.
- Rabbani, A., y Buchheit, M. (2015). Heart rate-based versus speed-based high-intensity interval training in young soccer players. En T. Favero, B. Drust, B. Dawson (Eds.), *International Research in Science and Soccer II*, (119-130), Londres: Routledge.
- Radziminski, L., Rompa, P., Barnat, W., Dargiewicz, R., y Jastrzebski, Z. (2013). A Comparison of the Physiological and Technical Effects of High-Intensity Running and Small-Sided Games in Young Soccer Players. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 8(3), 455-466.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., y Marcora, S. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659-666.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F.M., Castagna, C., Coutts, A.J., y Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league:

- effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 227-233.
- Ravier, G., Hassenfratz, C., Bouzigon, R., y Gros Lambert, A. (2019). Physiological and affective responses of 30s–30s intermittent small-sided game in elite handball players: A new alternative to intermittent running. *Journal of Human Sport and Exercise*, 14(3), ahead of print.
- Robertson, R.J., Goss, F.L., Andreacci, J.L., Dubé, J.J., Rutkowski, J.J., Snee, B.M.,...Metz, K.F. (2005). Validation of the children's OMNI RPE scale for stepping exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(2), 290-298.
- Rodríguez-Alonso, M., Fernández-García, B., Pérez-Landaluce, J., y Terrados, N. (2003). Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(4), 432-436.
- Rodríguez-Fernández, A., Sánchez-Sánchez, J., Rodríguez-Marroyo, J.A., Casamichana, D., y Villa, J.G. (2017). Effect of 5-weeks pre-season training with small-sided game in RSA according to physical fitness. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(5), 529-536.
- Rojas, F.J., Cepero, M., Oña, A., y Gutiérrez, M.D. (2000). Kinematic adjustments in the basketball jump shot against an opponent. *Ergonomics*, 43(10), 1651-1660.
- Salinas, E., y Alvero, J.R. (2001). Niveles de ácido láctico por puestos específicos en jugadores de baloncesto en competiciones oficiales. En Comunicación libre presentada en el *II Congress of the European Federation of Sports Medicine y*

*XI Congreso Nacional de la Federación Española de Medicina del Deporte*, Oviedo, España.

Sallet, P.J., Perrier, D., Ferret, J., Vitelli, V., y Baverel, G. (2005). Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(3), 291-294.

Sampaio, J., Abrantes, C., y Leite, N. (2009). Power, heart rate and perceived exertion responses to 3 × 3 and 4 × 4 basketball small-sided games. *Revista de Psicología del Deporte*, 18(3), 463-467.

Sánchez-Medina, L., y González-Badillo, J.J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(9), 1725-1734.

Sánchez-Sánchez, J., Carretero, M., Ramírez-Campillo, R., Petisco, C., Diego, M., Gonzalo-Skok, O., y Nakamura, F. Y. (2018). Effects of HIIT with one versus three changes of direction on youth female basketball players' performance. *Kinesiology*, 50 (Supplement 1), 117-125.

Sánchez-Sánchez, J., Carretero, M., Valiente, J., Gonzalo-Skok, O., Sampaio, J., y Casamichana, D. (2017). Heart rate response and technical demands of different small-sided game formats in young female basketballers. [Respuesta de la frecuencia cardíaca y demanda técnica en diferentes formatos de juegos reducidos realizados por jugadoras jóvenes de baloncesto]. *Revista Internacional De Ciencias Del Deporte*, 14(51), 55-70.

Sánchez, F., y Ruiz, L.M. (1997). *Rendimiento deportivo*. Madrid: Gymnos.

San Román, J., Calleja-González, J., Castellano, J., y Casamichana, D. (2011). Análisis de la capacidad de salto antes, durante y después de la competición en jugadores internacionales junior de baloncesto. (Analysis of jumping capacity before, during and after competition in international junior basketball players). *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 6(21), 311-321.

San Román-Quintana, J., Calleja-González, J., Casamichana, D., y Castellano, J. (2012). Entrenamiento de la capacidad de salto en el jugador de baloncesto: una revisión. (Training jump ability in the basketball player: a review). *Cultura, Ciencia y Deporte*, 6(16), 55-64.

Sansone, P., Tessitore, A., Paulauskas, H., Lukonaitiene. I., Tschan, H., Pliauga, V., y Conte, D. (2019). Physical and physiological demands and hormonal responses in basketball small-sided games with different tactical tasks and training regimes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(5), 602-606.

Scanlan, A.T., Dascombe, B.J., Kidcaff, A.P., Peucker, J.L., y Dalbo, V.J. (2015b). Gender-specific activity demands experienced during semiprofessional basketball game play. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(5), 618-625.

Scanlan, A.T., Dascombe, B., y Reaburn, P. (2011). A comparison of the activity demands of elite and sub-elite Australian men's basketball competition. *Journal of sports sciences*, 29(11), 1153-1160.

Scanlan, A.T., Dascombe, B.J., Reaburn, P.R., y Dalbo, V.J. (2012). The physiological and activity demands experienced by Australian female basketball players during competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(4), 341-347.



- Scanlan, A.T., Tucker, P.S., Dascombe, B.J., Berkelmans, D.M., Hiskens, M.I., y Dalbo, V.J. (2015a). Fluctuations in Activity Demands Across Game Quarters in Professional and Semiprofessional Male Basketball. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(11), 3006-3015.
- Scanlan, A., Wen, N., Tucker, P.S., Borges, N.R. y Dalbo, V.J. (2014). Training mode's influences on the relationships between training-load models during basketball conditioning. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(5), 851-856.
- Seitz, L.B., Rivière, M., de Villarreal, E.S., y Haff, G.G. (2014). The athletic performance of elite rugby league players is improved after an 8-week small-sided game training intervention. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 971-975.
- Shalfawi, S.A., Haugen, T., Jakobsen, T.A., Enoksen, E., y Tønnessen, E. (2013). The effect of combined resisted agility and repeated sprint training vs. strength training on female elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(11), 2966-2972.
- Shalfawi, S.A., Sabbah, A., Kailani, G., Tønnessen, E., y Enoksen, E. (2011). The relationship between running speed and measures of vertical jump in professional basketball players: A field-test approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3088-3092.
- Schelling, X., y Torres-Ronda, L. (2013). Conditioning for basketball: Quality and quantity of training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(6), 89-94.

- Sheppard, J.M., y Young, W.B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
- Schiltz, M., Lehance, C., Maquet, D., Bury, T., Crielaard, J. M., y Croisier, J. L. (2009). Explosive strength imbalances in professional basketball players. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 39-47.
- Sirotic, A., Coutts, A.J., Knowles, H., y Catterick, C. (2009). A comparison of match demands between elite and semi-elite rugby league competition. *Journal of Sports Sciences*, 27(3), 203-211.
- Sloth, M., Sloth, D., Overgaard, K., y Dalgas, U. (2013). Effects of sprint interval training on VO<sub>2</sub>max and aerobic exercise performance: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(6), 341-352.
- Smilios, I.G., Myrkos, A., Zafeiridis, A.S., Toubekis, A.G., Spassis, A.T., y Tokmakidis, S.P. (2018). The Effects of Recovery Duration During High-Intensity Interval Exercise on Time Spent at High Rates of Oxygen Consumption, Oxygen Kinetics, and Blood Lactate. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(8), 2183-2189.
- Smith, D.J. (2003). A framework for understanding the training process leading to elite performance. *Sport Medicine*, 33(15), 1103-1126.
- Smith, T.P., Coombes, J.S., y Geraghty, D.P. (2003). Optimising high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O<sub>2</sub> uptake and the time for which this can be maintained. *European Journal of Applied Physiology*, 89(3-4), 337-343.

- Spencer, M., Bishop, D.C., Dawson, B., y Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team-sport. *Sports Medicine*, 35(12), 1025-1044.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C., y Duffield, R. (2006). Metabolism and performance in repeated cycle sprints: Active versus passive recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(8), 1492–1499.
- Spencer, M., Lawrence, S., Rechichi, C., Bishop, D., Dawson, B., y Goodman, C. (2004). Time–motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Journal of Sports Sciences*, 22(9), 843–850.
- Stanton, R., Kean, C.O, y Scanlan, A.T. (2015). My Jump for vertical jump assessment. *British Journal of Sports Medicine*, 49(17), 1157-1158.
- Stojanović, M., Ostojic, S., Calleja-González, J., Milosevic, Z., y Mikic, M. (2012). Correlation between explosive strength, aerobic power and repeated sprint ability in elite basketball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(4), 375-381.
- Stojanović, E., Stojiljkovic, N., Scanlan, A.T., Dalbo, V.J., Berkelmans, D.M., y Milanovic, Z. (2018). The activity demands and physiological responses encountered during basketball match-play: A systematic review. *Sports Medicine*, 48(1), 111-135.
- Stojiljković, N., Radovanović, D., y Savić, Z. (2010). Istorijski razvoj metoda za praćenje maksimalne potrošnje kiseonika (Historical development of methods for monitoring maximal oxygen consumption). En Simović, // *International Scientific Conference Anthropological Aspect of Sport, Physical*

- Education and Recreation*, Faculty of Physical Education and Sports, University Banja Luka, República de Bosnia-Herzegovina, 143-151.
- Stone, N.M., y Kilding, A.E. (2009). Aerobic Conditioning for Team Sport Athletes. *Sports medicine*, 39(8), 615-642.
- Štrumbelj, E., y Erčulj, F. (2014). Analysis of experts' quantitative assessment of adolescent basketball players and the role of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Human Kinetics*, 42(1), 267-276.
- Struzik, A., Pietraszewski, B., y Zawadzki, J. (2014). Biomechanical Analysis of the Jump Shot in Basketball. *Journal of Human Kinetics*, 42(1), 73-79.
- Svilar, L., Castellano, J.P., Jukić, I., y Casamichana, D. (2018). Positional Differences in Elite Basketball: Selecting Appropriate Training-Load Measures. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(7), 947-952.
- Swann, C.F., Moran, A., y Piggott, D.J. (2015). Defining elite athletes: Issues in the study of expert performance in sport psychology. *Psychology of Sport and Exercise*, 16(1), 3-14.
- Tabata, I., Irisawa, K., Kouzaki, M., Nishimura, K., Ogita, F., y Miyachi, M. (1997). Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(3), 390-395.
- Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M., y Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO<sub>2</sub>max. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(10), 1327-1330.

- Tavino, L.P., Bowers, C.J., y Archer, C.B. (1995). Effects of basketball on aerobic capacity, anaerobic capacity, and body composition of male college players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(2), 75-77.
- Taylor, J.M., Macpherson, T.W., Spears, I.R., y Weston, M. (2015). The effects of repeated-sprint training on field-based fitness measures: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports medicine*, 45(6), 881-891.
- Te Wierike, S.C., Jong, M.C., Tromp, E.J., Vuijk, P.J., Lemmink, K.A., Malina, R.M., ... Visscher, C. (2013). Development of repeated sprint ability in talented youth basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 928-934.
- Teixeira, A.S., Arins, F.B., De Lucas, R.D., Carminatti, L.J., Dittrich, N., Nakamura, F.Y., y Guglielmo, L.G.A. (2019). Comparative effects of two interval shuttle-run training modes on physiological and performance adaptations in female professional futsal players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(5), 1416-1428.
- Thébault, N., Léger, L.A., y Passelergue, P. (2011). Repeated-sprint ability and aerobic fitness. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2857-2865.
- Thomas, J. y Nelson, J. (1985). *Introduction to research in health, physical education recreation and dance*. Champaign: Human Kinetics.
- Thorlund, J.B., Michalsik, L.B., Madsen, K.H., y Aagaard, P. (2008). Acute fatigue-induced changes in muscle mechanical properties and neuromuscular activity in elite handball players following a handball match. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18(4), 462-472.

- Tomlin, D.L., y Wenger, H.A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports medicine*, 31(1), 1-11.
- Tomlin, D.L. y Wenger, H.A. (2002). The relationships between aerobic fitness, power maintenance and oxygen consumption during intense intermittent exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 5(3), 194-203.
- Torres-Ronda, L., Ric, A., Llabres-Torres, I., de las Heras, B., y Schelling, X. (2016). Position-Dependent Cardiovascular Response and Time-Motion Analysis During Training Drills and Friendly Matches in Elite Male Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 60-70.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gil, J., Ruiz, F.L., Irazusta, A., Kortajarena, M.,... Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 196-203.
- Vänttinen, T., Blomqvist, M., y Häkkinen, K.K. (2010). Development of body composition, hormone profile, physical fitness, general perceptual motor skills, soccer skills and on-the-ball performance in soccer-specific laboratory test among adolescent soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(4), 547-556.
- Vaquera, A., García, J., Villa, J. G., y De Paz, J.A. (2000). Relación entre las acciones técnicas y los requerimientos físicos en baloncesto y la influencia que en ellos tiene la fatiga. En J.P. Fuentes García y M. Macías García (Coordinadores), *Libro de Actas del I congreso de la asociación española de ciencias del deporte*, 199-206. Cáceres, Universidad de Extremadura.

- Vaquera, A., Refoyo, I., Villa, J., Calleja, J., Rodríguez, J., García, J., y Sampedro, J. (2008). Heart rate response to game-play in professional basketball players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 3(1), 1-9.
- Vaquera, A., Suárez-Iglesias, D., Guiu, X., Barroso, R., Thomas, G., y Renfree, A. (2017b). Physiological responses to, and athlete and coach perceptions of exertion during small-sided basketball games. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2949-2953.
- Vaquera, A., Suárez, D., Vidania, L., y Calleja, J. (2017a). Nueva aproximación a los juegos reducidos en baloncesto en función del número de jugadores, la percepción subjetiva del esfuerzo y la recuperación. *Revista de Psicología del Deporte*, 26(Suppl. 1), 15-21.
- Vázquez-Guerrero, J., Suarez-Arrones, L., Casamichana Gómez, D., y Rodas, G. (2018). Comparing external total load, acceleration and deceleration outputs in elite basketball players across positions during match play. *Kinesiology*, 50(2), 228-234.
- Viaño-Santasmarinas, J., Rey, E., Carballeira, S., y Padrón-Cabo, A. (2018). Effects of High-Intensity Interval Training with Different Interval Durations on Physical Performance in Handball Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), 3389-3397.
- Weston, M., Taylor, K.L., Batterham, A.M., y Hopkins, W.G. (2014). Effects of Low-Volume High-Intensity Interval Training (HIT) on Fitness in Adults: A Meta-Analysis of Controlled and Non-Controlled Trials. *Sports medicine*, 44(7), 1005-1017.

- Young, W.B., McDowell, M.H., y Scarlett, B.J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 315–319.
- Ziv, G., y Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39(7), 547–568
- Ziv, G., y Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male basketball players-A review of observational and experimental studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 332-339.
- Zintl, F. (1991). *Entrenamiento de la resistencia. Fundamentos, métodos y dirección de entrenamiento*. Barcelona: Martínez Roca.
- Zuhl, M., y Kravitz, L. (2012). HIIT vs continuous endurance training: battles of the aerobic titans. *IDEA Fitness Journal*, 9(2), 35-40.



## 9. ANEXOS



**ANEXO I: 9.1. Consentimiento informado.**

**Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte  
Universidad Politécnica de Madrid**



D.ª Yara Grimal Tejero

Avda. España nº6 Bl.A 3ºH

28.224. Pozuelo de Alarcón, Madrid.

Teléfono: 654.435227

email: yara\_grimal@hotmail.com

Estimado jugador,

Estamos trabajando en un estudio que servirá para elaborar una tesis doctoral en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Politécnica de Madrid acerca de **“Los efectos de un entrenamiento combinado de HIIT (High Intensity Interval Training o Entrenamiento interválico de alta intensidad) y SSG (Small Sided Games o Juegos reducidos) en la condición física en jugadores de baloncesto”**, donde usted ha sido invitado para participar en dicha investigación. El director responsable de esta tesis doctoral es el Dr. Alberto Lorenzo Calvo, profesor titular de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte - INEF de Madrid.

El Propósito de la Investigación es conocer el efecto que tiene en la condición física del jugador de baloncesto el entrenamiento combinado de dos métodos como son HIIT y SSG, que por separado son válidos y eficaces. Ambos protocolos han demostrado con evidencia científica mejoras en el rendimiento tras su utilización en el entrenamiento. Este trabajo se llevará a cabo durante las sesiones de preparación física y entrenamiento técnico-táctico y estará supervisado en todo momento por los entrenadores del club y preparadores físicos cualificados. La selección de los participantes ha sido deliberada siguiendo unos criterios que son necesarios para obtener unos datos de mayor calidad, y los cuales son cumplidos por su equipo.

Al firmar este formulario consiente participar en el estudio mencionado entendiendo que su participación es voluntaria y que puede retirarse del estudio cuando lo desee sin tener que dar explicaciones de sus razones para hacerlo.

**Sin otro particular, reciban un cordial saludo.**

**Gracias por su amable colaboración.**

Don \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ autoriza a D.ª Yara Grimal Tejero con DNI 17762401-F a registrar los datos obtenidos, utilizándose exclusivamente para tratamiento científico y académico, y que serán tratados de manera confidencial y manteniendo los datos personales en secreto, respetando su derecho a la intimidad.

. Firmado:

**ANEXO II: 9.2. Consentimiento informado para jugadores menores de edad.**

**Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte  
Universidad Politécnica de Madrid**



D.ª Yara Grimal Tejero

Avda. España nº6 Bl.A 3ºH

28.224. Pozuelo de Alarcón, Madrid.

Teléfono: 654.435227

email: yara\_grimal@hotmail.com

Estimado Padre/Madre/tutor legal,

Estamos trabajando en un estudio que servirá para elaborar una tesis doctoral en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Politécnica de Madrid acerca de **“Los efectos de un entrenamiento combinado de HIIT (High Intensity Interval Training o Entrenamiento interválico de alta intensidad) y SSG (Small Sided Games o Juegos reducidos) en la condición física en jugadores de baloncesto”**, donde su hijo ha sido invitado para participar en dicha investigación. El director responsable de esta tesis doctoral es el Dr. Alberto Lorenzo Calvo, profesor titular de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte - INEF de Madrid.

El Propósito de la Investigación es conocer el efecto que tiene en la condición física del jugador de baloncesto el entrenamiento combinado de dos métodos como son HIIT y SSG, que por separado son válidos y eficaces. Ambos protocolos han demostrado con evidencia científica mejoras en el rendimiento tras su utilización en el entrenamiento. Este trabajo se llevará a cabo durante las sesiones de preparación física y entrenamiento técnico-táctico y estará supervisado en todo momento por los entrenadores del club y preparadores físicos cualificados. La selección de los participantes ha sido deliberada siguiendo unos criterios que son necesarios para obtener unos datos de mayor calidad, y los cuales son cumplidos por su equipo.

Al firmar este formulario consiente participar en el estudio mencionado entendiéndolo que su participación es voluntaria y que puede retirarse del estudio cuando lo desee sin tener que dar explicaciones de sus razones para hacerlo.

**Sin otro particular, reciban un cordial saludo.**

**Gracias por su amable colaboración.**

Don/Doña \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ autoriza a su hijo/tutelado \_\_\_\_\_ a colaborar con la investigación y a su vez, autoriza a D.ª Yara Grimal Tejero con DNI 17762401-F a registrar los datos obtenidos, utilizándose exclusivamente para tratamiento científico y académico y que serán tratados de manera confidencial y manteniendo los datos personales en secreto, respetando su derecho a la intimidad.

. Firmado:

### ANEXO III: 9.3 Cuestionario de fatiga.

#### Instrucciones para cumplimentar la hoja de registro diario.

La finalidad de la recogida de estos datos es comprobar el grado de adaptación y asimilación de tu organismo al entrenamiento realizado, con objeto de poder introducir medidas correctoras en el entrenamiento, si fuera necesario hacerlo.

Para garantizar la fiabilidad de los datos, es necesario cumplimentar puntualmente la hoja de registro. **Esta valoración debe hacerse al levantarte por la mañana.**

#### Interpretación de las escalas:

- ❑ **Escala de motivación con el entrenamiento:** se trata de indicar tu estado de motivación con los entrenamientos del 1 a 5. El **1** corresponde a un estado de **motivación casi nula**, sin ganas de abordar el entrenamiento del día, y el **5** a un estado casi de **euforia**, a una gran predisposición para llevar a cabo cualquier esfuerzo.
- ❑ **Escala del sueño:** Para valorar la calidad del sueño señala un valor del 1 al 5, teniendo presente que el número **1** correspondería a pasar una noche **casi en vela** y el número **5** a una noche de sueño **profundo y reparador**.
- ❑ **Escala de recuperación del entrenamiento anterior:** Para valorar la calidad de la recuperación señala un valor del 1 al 5, teniendo presente que el número **1** correspondería a sentir una **recuperación casi nula** y el número **5** a una recuperación **completa**.
- ❑ **Escala de apetito:** **1** corresponde a un estado de **inapetencia total** y **5** a un **estado de mucho apetito**.
- ❑ **Escala de fatiga:** para valorar el nivel de fatiga utiliza un número comprendido entre el 1 y el 10. Teniendo presente que **1** corresponde a un estado de **ausencia de cansancio** que nos permitiría acometer la realización de cualquier actividad, y **10** a un estado de **cansancio máximo**, que nos incapacitaría para realizar cualquier esfuerzo.
- ❑ **Escala de nivel de estrés:** **1** corresponde a un estado de **relajación sin preocupaciones** y **5** a un **estado de estrés y alerta máxima**.
- ❑ **Escala de nivel de dolor muscular:** para valorar el nivel de dolor muscular se utiliza un número comprendido entre el 1 y el 10. Teniendo presente que **1** corresponde a un estado de **ausencia de dolor muscular alguna** que nos permitiría acometer la realización de cualquier actividad, y **10** a un estado de **dolor máximo**, que nos incapacitaría para realizar cualquier esfuerzo o actividad.

**Observaciones:** en este apartado debes recoger cualquier aspecto que consideres que ha alterado tu rutina de vida: problemas de salud, trabajo, estudios, viajes..., o cualquier otra información que quieras transmitirnos.

**Seguimiento y control de la recuperación y la fatiga.**

Nombre de la jugador/a: .....

Día: ..... Fecha: .....

Escala de fatiga

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Nivel de dolor muscular

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Valora de 1 a 5  
la calidad del  
**sueño**



1	
2	
3	
4	
5	

Valora de 1 a 5 la  
**recuperación**  
del  
**entrenamiento**



1	
2	
3	
4	
5	

Valora de 1 a 5  
el grado de  
**apetito**



1	
2	
3	
4	
5	

Valora de 1 a 5  
la **motivación**  
en el



1	
2	
3	
4	
5	

Observaciones: