



**¿Podría basarse la formación de
equipos con jóvenes futbolistas en
el uso de la técnica de Bio-
banding?**

Máster de Rendimiento Deportivo y Salud

Trabajo Final de Máster

Alumno: Jorge Bernabéu Cabezas

Tutor: Manuel Moya Ramón

Resumen

El proceso de identificación y selección de talento en jóvenes deportistas es un aspecto clave en las escuelas de fútbol. Sin embargo, se ve condicionado por los criterios de entrenadores, cuando evalúan a los deportistas y por el efecto de la maduración biológica. Ante ello, se propone la aplicación de la técnica de Bio-banding, que consiste en agrupar a los futbolistas según su estado madurativo para crear competiciones más igualitarias. 56 futbolistas, de los equipos cadetes (Cad A: sub-16; Cad B: sub-15) e infantiles (Inf A: sub-14; Inf B: sub-13) de una escuela de fútbol española, fueron seleccionados y agrupados según su estado madurativo (Cad AM: > 0,9 años del PVC; Cad BM: < 0,9 años del PVC; Inf AM: > -0,8 años del PVC; e Inf BM: < -0,8 años del PVC). Los jugadores fueron medidos antropométricamente para conocer su estado de maduración y realizaron una batería de test físicos para medir las capacidades de salto (CMJ), sprint (30m), agilidad (T-test y T-test con balón) y aeróbica (Yo-Yo IR1). Además, los entrenadores de los equipos originales de la escuela de fútbol rellenaban un cuestionario de confianza, de escala tipo Likert, para evaluar las capacidades técnico-tácticas y habilidad futbolística de cada jugador. Los resultados obtenidos tras el análisis estadístico indican que no existen diferencias significativas entre los equipos originales, basados en los criterios del entrenador, y los equipos formados según el estado madurativo de los jugadores. Por tanto, no parece que la técnica de Bio-banding sea una herramienta más potente que los criterios del entrenador en la formación de equipos con jóvenes futbolistas. Así, este proceso de formación debe atender al estado madurativo, al rendimiento físico y a las capacidades técnico-tácticas y habilidades futbolísticas de los jugadores.

Palabras clave: rendimiento físico, maduración biológica, fútbol, selección de talento, pubertad.

Introducción

Los clubes de fútbol, independientemente de su nivel deportivo, tratan de identificar y seleccionar jóvenes jugadores con talento tanto en sus escuelas como fuera de ellas (Williams y Reilly, 2000). Actualmente, este proceso de identificación y selección de talentos llevado a cabo por entrenadores y ojeadores, atiende a aspectos subjetivos y de interpretación de las habilidades técnico-tácticas específicas para alcanzar el alto rendimiento en fútbol (Carling, Le Gall, Reilly, y Williams, 2009).

En cuanto al proceso de identificación y selección de talentos, se ha reportado en diferentes estudios que hay una mayor presencia de jugadores nacidos en los primeros meses del año en las escuelas de los clubes de fútbol (Carling et al., 2009; Lovell et al., 2015). Esto se conoce como ‘efecto de la edad relativa’ (EER) (Carling et al., 2009). Algunos estudios proponen que este EER se produce porque los jugadores nacidos en los primeros meses del año presentan mejores rendimientos deportivos que aquellos nacidos a finales del año de selección (Carling et al., 2009; Lovell et al., 2015). Sin embargo, diversos autores proponen que esos mejores rendimientos no parecen deberse al mes de nacimiento, si no a presentar una mayor maduración biológica con respecto a sus compañeros de la misma edad cronológica (Carling et al., 2009; Cumming, Lloyd, Oliver, Eisenmann, y Malina, 2017; Lovell et al., 2015; Malina, Eisenmann, Cumming, Ribeiro, y Aroso, 2004a; Meylan, Cronin, Oliver y Hughes, 2010; Unnithan, White, Georgiou, Iga y Drust, 2012). De esta manera, la maduración biológica se muestra como un aspecto que puede sesgar el proceso de identificación y selección de talentos en fútbol.

La maduración biológica es un proceso continuo que tiene relación con el crecimiento (Baxter-Jones, Eisenman, y Sherar, 2005; Malina, Bouchard, y Bar-O,

2004b). Ambos procesos, durante la adolescencia, provocan cambios morfológicos y fisiológicos que conllevan mejoras en las capacidades funcionales (Baxter-Jones et al., 2005; Malina et al., 2004a; Malina et al., 2004b). Sabiendo que los cambios morfológicos tienen una influencia en el rendimiento físico y que se dan de forma individual en el tiempo en cada deportista, se hace necesario su medición para conocer el estado madurativo del jugador (Baxter-Jones et al., 2005; Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, y Beunen, 2002). Dicho estado madurativo es definido por Baxter-Jones et al. (2005) como el punto de referencia en el cual se encuentra el individuo en su proceso de maduración biológica. Según exponen Lloyd, Oliver, Faigenbaum, Myer y Croix (2014), el momento madurativo puede conocerse a través de indicadores sexuales, óseos y somáticos. Considerando el contexto en el cual entrenadores y preparadores físicos trabajan en las escuelas de fútbol, la mejor opción para el control del estado madurativo de un joven futbolista es el uso de indicadores somáticos (Lloyd et al., 2014). En este sentido, se utiliza el pico de velocidad de crecimiento (PVC) (Baxter-Jones et al., 2005; Mirwald et al., 2002), que indica el punto de referencia de máximo crecimiento durante la adolescencia (Mirwald et al., 2002). Se trata de una técnica no invasiva que tiene en cuenta la altura, la altura sentado, la longitud de la pierna, el peso y la edad del adolescente. Además, se ha observado que esta técnica de evaluación del estado madurativo es más precisa para aquellos deportistas jóvenes en edades entre los 12 y 16 años (Malina y Koziel, 2014). Entre dichas edades, la maduración, como proceso biológico que conlleva cambios morfológico y fisiológicos (Baxter-Jones et al., 2005; Malina et al., 2004a; Malina et al., 2004b), influye en una mejora de las capacidades físicas en los jóvenes deportistas (Asadi, Arazi, Ramírez-Campillo, Moran, y Izquierdo, 2017; Ford et al., 2011; Malina et al., 2004b; Meylan et al., 2010; Moran et al., 2017a; Moran et al., 2017b; Oliver, Lloyd y Rumpf, 2013; Philippaerts et al., 2006; Radnor et

al., 2018; Temfemo, Hugues, Chardon, Mandengue, y Ahmaidi, 2009). Las mejoras condicionales debidas al proceso de maduración pueden suponer un sesgo en el proceso de identificación y selección del talento en jóvenes futbolistas (Carling et al., 2009; Lovell et al., 2015). Este sesgo se refiere a una mayor selección de jugadores con una maduración temprana, los cuales presentan un estado madurativo avanzado que les favorece con respecto a compañeros de la misma edad cronológica (Lloyd et al., 2014).

Dicha selección se produce porque los entrenadores y ojeadores muestran mayores expectativas para alcanzar el alto rendimiento en los jóvenes con una mayor madurez biológica, al presentar mejor rendimiento que jugadores con una madurez tardía, los cuales quedarían fuera del proceso de identificación y selección de talento (Meylan et al., 2010). A pesar de que estas expectativas sean mayores debido a un mejor rendimiento condicional y no al futbolístico, las expectativas de eficacia del entrenador hacia sus jugadores miden la confianza del mismo en las habilidades concretas de su jugador, así como en tareas y situaciones específicas del entrenamiento y la competición (Leo, Sánchez-Miguel, Sánchez-Oliva, Amado, y García-Calvo, 2013). De forma que, deberían ser consideradas como una herramienta válida para la identificación y la selección de jugadores.

En relación a las altas expectativas de eficacia mostradas por entrenadores en los maduradores tempranos, el estudio de Borges et al. (2018) muestra cómo los indicadores de la capacidad táctica tienen una baja correlación con el nivel de maduración en jóvenes futbolistas. Quedando claro que, la maduración biológica tiene un alto impacto en las capacidades físicas, pero una influencia baja en la mejora del rendimiento futbolístico (Carling et al., 2009; Lovell et al., 2015).

Por estos motivos, para evitar las mayores posibilidades que tienen los maduradores tempranos de formar parte de las escuelas de clubes de fútbol élite (Meylan et al., 2010), Cumming et al. (2017) plantean una alternativa que trata de ofrecer las mismas oportunidades para jugadores con distinta maduración dentro del proceso de identificación y selección de talentos. Esta técnica, llamada Bio-banding, consiste en el agrupamiento de jóvenes deportistas en base a su estado madurativo para crear un entorno competitivo igualitario (Cumming et al., 2017). En un estudio previo, los jugadores fueron seleccionados para participar en una competición en función de su estado madurativo (bio-banded) (Cumming et al., 2018). Sin embargo, no hay evidencias sobre cómo afectaría si se aplicara en el proceso de entrenamiento en jóvenes futbolistas. Uno de los resultados que se obtuvo en este estudio, fue que los jugadores verbalizaron mayor igualdad física entre los participantes a la hora de competir (Cumming et al., 2018). Ante esto, y con la influencia e impacto de los procesos de maduración biológica y crecimiento en el desarrollo deportivo de futbolistas adolescentes, el control del estado madurativo podría ser adecuado en el proceso de entrenamiento, tal y como afirman Lloyd y Oliver (2012). Por lo tanto, la aplicación de la técnica de Bio-banding para confeccionar plantillas en las escuelas de fútbol en base al estado madurativo, podría tener un efecto positivo en el proceso de desarrollo del talento, dónde se debe proporcionar un entorno óptimo para que el deportista tenga posibilidades de alcanzar el alto rendimiento (Williams y Relly, 2000).

Ante lo expuesto y teniendo en cuenta la complejidad del proceso de selección y desarrollo de talentos en jóvenes futbolistas, el objetivo de este estudio es comprobar si aplicar la técnica de Bio-Banding puede ser mejor que los criterios de los entrenadores en la formación de equipos. Para ello, se analizan las posibles diferencias entre la

agrupación tradicional de los jugadores en un club de fútbol en edades sub-13 hasta sub-16 y la agrupación basada en el estado madurativo de los jugadores.

Metodología

Participantes

56 jóvenes jugadores de fútbol (14.04 ± 0.93 años; peso: 55.27 ± 11.47 kg; altura: 163.71 ± 10.83 cm) de nivel no élite de una escuela de fútbol española participaron en este estudio. Los jugadores fueron evaluados a nivel antropométrico (peso, altura y altura sentado) y de rendimiento físico (CMJ, sprint de 30 metros, T-test sin y con balón, y YoYo IR1). Así mismo, se estimó sus capacidades técnico-tácticas y su habilidad para jugar a fútbol a través de las expectativas de eficacia de sus entrenadores. Todos los jugadores presentaban una experiencia por encima de los 5 años. La participación en el estudio fue voluntaria, y todos los jugadores, así como sus padres, madres o tutores legales firmaron un consentimiento informado. Por último, el trabajo fue enmarcado bajo un proyecto con jóvenes jugadores de fútbol aprobado por un Comité de Ética conforme a las recomendaciones de la Declaración de Helsinki.

Estado Madurativo

La estimación del estado madurativo se realizó mediante la ecuación 3 de Mirwald et al. (2002). Se utilizó esta técnica debido a su bajo coste económico y de recursos humanos, así como por no ser invasiva a la hora de estimar el estado madurativo. Mediante el uso de la ecuación 3, se estimaron los años desde o hasta el PVC, pudiendo conocer el tiempo que le falta o que ya ha pasado el deportista con respecto al punto de crecimiento máximo (Mirwald et al., 2002).

Expectativas De Eficacia Del Entrenador

Para la evaluación de las expectativas de eficacia del entrenador sobre sus jugadores, se desarrolló un cuestionario acorde con las recomendaciones de Bandura (2006). Para el registro de la confianza, los entrenadores tuvieron que responder a un cuestionario Google Forms compuesto por 3 preguntas en formato escala Likert (1 = “nada de confianza”; 5 = “máxima confianza”) sobre la capacidad técnica (ExpTEC), táctica (ExpTAC) y la habilidad o talento para jugar a fútbol (ExpFUT) de cada futbolista. Este tipo de cuestionarios acerca de las expectativas de eficacia del entrenador han mostrado validez en estudios previos (Peña-González, Fernández-Fernández, Moya-Ramón, y Cervelló, 2018).

Procedimiento

Todos los test fueron llevados a cabo en el mismo lugar (campo de fútbol de césped artificial), con el mismo orden, utilizando el mismo material, evaluadores y anotadores.

En primer lugar, se llevó a cabo la evaluación de las medidas antropométricas. El dato de peso se registró con una báscula digital Tanita BC-601 (± 0.1 kg). La talla y la talla sentado fueron medidas con un tallímetro transportable (± 0.1 cm).

Tras las mediciones antropométricas, se llevó a cabo un calentamiento que consistía en ejercicios de carrera, movilidad articular dinámica general y acciones de salto. Posteriormente, se realizaron 2 repeticiones del test de CMJ con plataforma de contacto Ergo Tester® (± 0.1 cm) sin balanceo de brazos (Bosco, Luhtanen, y Komi, 1983) y se anotó el mejor intento para el posterior análisis. Seguidamente, se llevaron a cabo los test de velocidad en 30 metros y el de agilidad mediante el T-test (Semenick, 1990). Después, se llevó a cabo un test de conducción de balón (dribbling) utilizando la

misma estructura que en el T-test. Previo al desarrollo de cada test, los jugadores desarrollaron dos ejecuciones de calentamiento de cada uno. Los tiempos se registraban con células fotoeléctricas Mycrogate Witty ($\pm 0,01$ segundos) de haz simple. En cada uno de estos test se realizaron 2 intentos donde los participantes se colocaban 30 centímetros tras la línea de comienzo del test y la mejor repetición era anotada para los análisis posteriores. Por último, se desarrolló una repetición del Yo-Yo IR1 test de Bangsbo, Iaia y Krustup (2008), pidiendo a los futbolistas que lo realizaran hasta el agotamiento. En todos los test, los jugadores fueron alentados para conseguir su máximo esfuerzo.

Análisis Estadístico

Para realizar el análisis estadístico, los futbolistas fueron agrupados de dos formas distintas. Según el equipo al cual pertenecían originalmente: Cad A (n=11), Cad B (n=15), Inf A (n=16) e Inf B (n=14); y según su estado madurativo: Cad AM (n=12), Cad BM (n=14), Inf AM (n= 15) e Inf BM (n= 15). La agrupación basada en el estado madurativo se desarrolló atendiendo a aspectos condicionantes de la estructura de la escuela de fútbol. Dentro de estos aspectos se encuentra el reglamentario, propiciando que los jugadores estuvieran en la categoría donde se encontrara su año de nacimiento (Cadetes (Cad), jugadores nacidos en 2003-2004, e Infantiles (Inf), nacidos en 2005-2006). Además, se agrupó de forma que el número de jugadores de los equipos fuera similar al de los que presentaba la escuela de fútbol. Todo ello, llevó a que los cuatro equipos basados en el estado madurativo se formarían así: Cad AM ($> 0,9$ años del PVC), Cad BM ($< 0,9$ años del PVC), Inf AM ($> -0,8$ años del PVC) e Inf BM ($< -0,8$ años del PVC).

Para el análisis estadístico, se realizó un ANOVA de 1 factor con Post Hoc (Bonferroni), con el objetivo de comparar el equipo original con el creado a partir del

estado madurativo (Cad A vs Cad AM; Cad B vs Cad BM; Inf A vs Inf AM; Inf B vs Inf BM), y los dos equipos formados en cada categoría a partir del PVC (Cad AM vs Cad BM; Inf AM vs Inf BM). El nivel de significación se estableció con un p valor inferior a .05. Igualmente, se evaluó el tamaño del efecto para conocer la magnitud de la diferencia entre grupos, atendiendo a los criterios de Rhea (2004) para la interpretación de esta magnitud. Por lo tanto, teniendo en cuenta que todos los futbolistas presentaban una experiencia superior a 5 años, se les clasificó como deportistas de “alto rendimiento” al cumplir el criterio. Así, su tamaño del efecto se declaró trivial ($< 0,25$), pequeño ($0,25 - 0,5$), moderado ($0,5 - 1,0$) y grande (> 1).

Todos los cálculos se realizaron con el uso de los programas Microsoft Excel y SPSS Statistics® (versión 24.0). Se estableció un nivel de significación de $p < .05$.

Resultados

Tras la prueba de ANOVA de 1 factor, los resultados no mostraron diferencias significativas entre grupos ($p > .05$) en ninguna de las variables evaluadas de rendimiento físico y de expectativas de eficacia.

Sin embargo, se mostraron dos tendencias similares tanto en la categoría infantil como cadete. Una de las tendencias, fue que los grupos Cad AM e Inf AM presentaron peor rendimiento que los mostrados en las plantillas originales de la escuela de fútbol, a excepción del Yo-Yo IR1 y las expectativas de eficacia de la táctica en el caso del Inf AM (Tablas 3 y 5). En el caso de los grupos B formados en base al estado madurativo (Cad BM e Inf BM), mostraron una tendencia contraria a los grupos “AM” (Tablas 4 y 6), al obtener mejores rendimientos con respecto a las plantillas diseñadas originalmente, a excepción del Yo-Yo IR1 y las expectativas de eficacia táctica en el Inf BM.

Por otro lado, al comparar los grupos basados en el estado madurativo de los futbolistas, los resultados de la tabla 7 mostraron como el Cad AM tuvo mejores resultados en las variables de rendimiento medidas en comparación al Cad BM, pero no en el T-test y expectativas de eficacia técnica. Mientras que, entre el Inf AM y el Inf BM, se observan resultados diferentes en las distintas variables medidas. El primer grupo obtuvo mejores resultados en el T-test con balón, el Yo-Yo IR1 y expectativas de eficacia técnica; y el Inf BM obtuvo mejores valores en CMJ, 30m, T-test y expectativas de eficacia técnica y de talento.

Tabla 1. Resultados antropométricos (Cad AM vs Cad BM)

	<i>p</i>	<i>Dif. Medias</i>	<i>ES</i>
Peso	0,002 [¥]	14,74	2,41 ⁺⁺⁺⁺
Talla	0,044 [¥]	10,40	1,32 ⁺⁺⁺⁺

P: sig. (< 0,05) (¥); ES: trivial (+), pequeño (++) , moderado (+++) y grande (++++)

Tabla 2. Resultados antropométricos (Inf AM vs Inf BM)

	<i>p</i>	<i>Dif. Medias</i>	<i>ES</i>
Peso	0,726	7,42	1,01 ⁺⁺⁺⁺
Talla	0,011 [¥]	10,92	1,63 ⁺⁺⁺⁺

P: sig. (< 0,05) (¥); ES: trivial (+), pequeño (++) , moderado (+++) y grande (++++)

Tabla 3. Resultados de rendimiento físico y expectativas de eficacia (Cad A vs Cad AM)

	<i>p</i>	<i>Dif. Medias</i>	<i>ES</i>
CMJ	1,000	3,81	0,74 ⁺⁺⁺
30m	1,000	-0,13	-0,58 ⁺⁺⁺
T-test	1,000	-0,20	-0,64 ⁺⁺⁺
T-testB	1,000	-0,37	-0,41 ⁺⁺
Yo-Yo IR1	1,000	119,70	0,46 ⁺⁺
ExpTEC	1,000	0,95	0,57 ⁺⁺⁺
ExpTAC	1,000	0,92	0,65 ⁺⁺⁺
ExpFUT	1,000	1,00	0,66 ⁺⁺⁺

P: sig. (< 0,05) ([¥]); *ES*: trivial (+), pequeño (++) , moderado (+++) y grande (++++)

Tabla 4. Resultados de rendimiento físico y expectativas de eficacia (Cad B vs Cad BM)

	<i>p</i>	<i>Dif. Medias</i>	<i>ES</i>
CMJ	1,000	-2,79	-0,63 ⁺⁺⁺
30m	1,000	0,06	0,06 ⁺
T-test	1,000	0,16	0,12 ⁺
T-testB	1,000	0,26	0,19 ⁺
Yo-Yo IR1	1,000	-80,95	-0,50 ⁺⁺⁺
ExpTEC	1,000	-0,73	-0,62 ⁺⁺⁺
ExpTAC	1,000	-0,66	-0,49 ⁺⁺
ExpFUT	1,000	-0,75	-0,62 ⁺⁺⁺

P: sig. (< 0,05) ([¥]); *ES*: trivial (+), pequeño (++) , moderado (+++) y grande (++++)

Tabla 5. Resultados de rendimiento físico y expectativas de eficacia (Inf A vs Inf AM)

	<i>p</i>	<i>Dif. Medias</i>	<i>ES</i>
CMJ	1,00	0,36	0,09 ⁺
30m	1,00	-0,16	-0,45 ⁺⁺
T-test	1,00	-0,08	-0,17 ⁺
T-testB	1,00	-0,04	-0,05 ⁺
Yo-Yo IR1	1,00	-78,00	-0,36 ⁺⁺
ExpTEC	1,00	0,15	0,17 ⁺
ExpTAC	1,00	-0,33	-0,39 ⁺⁺
ExpFUT	1,00	0,23	0,34 ⁺

P: sig. (< 0,05) (✕); *ES*: trivial (+), pequeño (++) , moderado (+++) y grande (++++)

Tabla 6. Resultados de rendimiento físico y expectativas de eficacia (Inf B vs Inf BM)

	<i>p</i>	<i>Dif. Medias</i>	<i>ES</i>
CMJ	1,000	-0,38	-0,09 ⁺
30m	1,000	0,18	0,45 ⁺⁺
T-test	1,000	0,08	0,24 ⁺
T-testB	1,000	0,07	0,10 ⁺
Yo-Yo IR1	1,000	88,19	0,37 ⁺⁺
ExpTEC	1,000	-0,17	-0,13 ⁺
ExpTAC	1,000	0,35	0,27 ⁺
ExpFUT	1,000	-0,25	-0,19 ⁺

P: sig. (< 0,05) (✕); *ES*: trivial (+), pequeño (++) , moderado (+++) y grande (++++)

Tabla 7. Resultados de rendimiento físico y expectativas de eficacia (Cad AM vs Cad BM)

	<i>p</i>	<i>Dif. Medias</i>	<i>ES</i>
CMJ	1,000	0,10	0,02 ⁺
30m	1,000	-0,54	-0,58 ⁺⁺⁺
T-test	1,000	0,12	0,12 ⁺
T-testB	1,000	-0,22	-0,19 ⁺
Yo-Yo IR1	1,000	102,38	0,43 ⁺⁺
ExpTEC	1,000	-0,50	-0,34 ⁺⁺
ExpTAC	1,000	0,24	0,16 ⁺
ExpFUT	1,000	0,29	-0,20 ⁺

P: sig. (< 0,05) (°); *ES*: trivial (+), pequeño (++) , moderado (+++) y grande (++++)

Tabla 8. Resultados de rendimiento físico y expectativas de eficacia (Inf AM vs Inf BM)

	<i>p</i>	<i>Dif. Medias</i>	<i>ES</i>
CMJ	1,000	-0,33	-0,09 ⁺
30m	1,000	0,03	0,10 ⁺
T-test	1,000	0,11	0,25 ⁺
T-testB	1,000	-0,29	-0,39 ⁺⁺
Yo-Yo IR1	1,000	13,33	0,06 ⁺
ExpTEC	1,000	-0,07	-0,06 ⁺
ExpTAC	1,000	0,40	0,36 ⁺⁺
ExpFUT	1,000	-0,13	-0,12 ⁺

P: sig. (< 0,05) (°); *ES*: trivial (+), pequeño (++) , moderado (+++) y grande (++++)

Discusión

El objetivo de este estudio trata de: a) identificar si existen diferencias a la hora de formar equipos agrupando a los jugadores en base a la forma tradicional de selección de futbolistas jóvenes, mediada por el entrenador, o según el estado madurativo, y b) observar si la aplicación de la técnica de Bio-banding, basada en agrupar a los jugadores

en base a su madurez biológica, tiene beneficios con respecto a la forma tradicional de selección de jóvenes futbolistas.

A nivel antropométrico, el peso y la talla muestran diferencias significativas, cuando se comparan los equipos formados en base al estado madurativo, a excepción de la categoría infantil donde la variable peso no revela diferencias significativas (Tablas 1 y 2). A pesar de la homogeneidad en el peso de los jugadores en categoría infantil, las diferencias encontradas en talla y peso se observan en estudios previos (Carling et al., 2009; McCunn, Weston, Hill, Johnston, y Gibson, 2017). En estos estudios, los jugadores con una mayor madurez biológica presentaban mayor talla y peso. Por lo que, estos resultados parecen ser un ejemplo más del rol de la maduración biológica en el desarrollo y crecimiento morfológico y antropométrico de jóvenes futbolistas.

En relación al rendimiento físico, no se aprecian diferencias significativas en ninguno de los test desarrollados. Esto sucede tanto al comparar los equipos originales de la escuela de fútbol con sus homólogos formados en base a su estado madurativo (Tablas 3, 4, 5 y 6) como en la confrontación realizada entre los equipos de la misma categoría con rangos de estado madurativo diferentes (Tablas 7 y 8). La ausencia de diferencias significativas puede observarse en el estudio de Cunha et al. (2011) al comparar la capacidad aeróbica máxima (VO_{2max}) entre futbolistas púberes y post-púberes. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el test se realizó en ergómetro, de forma continua e incremental. Una posible causa que explique la falta de diferencias significativas en las variables del rendimiento físico, es la creación de dos equipos en cada categoría basada en rangos de estado madurativo. Como consecuencia, los equipos fueron: Cad AM ($> 0,9$ años del PVC), Cad BM ($< 0,9$ años del PVC), Inf AM ($> -0,8$ años del PVC) e Inf BM ($< -0,8$ años del PVC). Este modo de diferenciación no atiende a la clasificación propuesta por Baxter-Jones et al. (2005). Dicha clasificación distingue

entre deportistas maduradores tempranos ($> + 1$ PVC), maduradores tardíos ($< - 1$ PVC) y jugadores que se encuentren en torno a su PVC (entre -1 PVC y $+1$ PVC) (Baxter-Jones et al., 2005). Los condicionantes que impiden usar esta clasificación son, por una parte, la prohibición por parte del reglamento federativo de que un jugador de edad cadete compita con infantiles y, por otra parte, la obligación ética de mantener un mismo número de jugadores en cada equipo, tal y como había estructurado previamente el club.

A pesar de que no existan diferencias significativas a nivel condicional, los resultados muestran comportamientos determinados según la categoría. En cadetes, el equipo Cad BM muestra una tendencia de mejora con respecto al Cad B, viéndose un efecto moderado en el CMJ y test Yo-Yo IR1 (Tabla 4). No obstante, el Cad AM empeora todos sus valores de rendimiento con respecto al Cad A con menor madurez media, destacando el descenso en CMJ, 30m y T-test (Tabla 3). En el caso del test 30m de este equipo, donde se evalúa la velocidad lineal, los peores resultados serían opuestos a los observados por McCunn et al. (2017). En este estudio, se observó que los jugadores con edades entre 14 y 15 años con mayor maduración biológica mostraban un mejor rendimiento en velocidad lineal, pero en un test donde el sprint se realizaba en una distancia de 15 metros. Aun así, la posible causa de la mejora del Cad BM con respecto al Cad B, podría explicarse ya que en el primero se encontrarían futbolistas que habrían pertenecido al Cad A. Por lo tanto, la presencia de estos jugadores en el Cad A durante todo el periodo competitivo previo al estudio, habría supuesto una exposición a entrenamientos de mayor calidad e intensidad, así como un mayor nivel de exigencia competitiva. En contraste, el empeoramiento en el rendimiento físico en el Cad AM con respecto al Cad A, puede deberse a la presencia de jugadores que habrían estado en el Cad B hasta el momento del estudio. Por lo que, jugadores pertenecientes al Cad B, que

posteriormente se situarían por su estado de maduración en el Cad AM, habrían sido expuestos a un menor número de entrenamientos y de menor exigencia que los del Cad A. Esto generaría un estancamiento en su rendimiento en comparación con los jugadores del Cad A del mismo estado madurativo. Ambas situaciones sucedieron de la misma forma en la categoría infantil. Sin embargo, el impacto de jugadores que suben o bajan de equipo por su estado madurativo parece ser menor en esta categoría, ya que la magnitud de los cambios es inferior que en la categoría cadete. De manera que, el Inf AM disminuye todos sus rendimientos, pero con ES muy bajos en CMJ, T-test y T-test B, y bajos en 30m y Yo-Yo IR1. Por el contrario, el Inf BM mejora sus rendimientos con magnitudes similares al Inf AM, pero positivamente.

En la categoría cadete, al comparar Cad AM con el Cad BM (Tabla 7), se observa como los rendimientos en los test de capacidades físicas, a excepción del T-test, son mayores en el primero. Este comportamiento apoya la teoría donde deportistas con mayor madurez biológica, presentan un mayor rendimiento físico, como puede observarse en otros estudios (Carling et al., 2009; Cunha et al., 2011; Lovell et al., 2015; Malina et al., 2004a). Sin embargo, en categoría infantil, al comparar los equipos formados en base al estado madurativo (Tabla 8) no se observa el mismo comportamiento. Esto se debe a que el Inf BM presenta mejores rendimientos en CMJ, 30m y T-test con respecto al Inf AM, que tiene jugadores más maduros. Por lo tanto, en la categoría infantil no se cumpliría la teoría según la cual los deportistas con mayor madurez biológica obtienen mejores resultados. No obstante, todos los resultados no muestran diferencias significativas y sus tamaños de efectos son pequeños o inexistentes, como en los casos de CMJ. Esta no presencia de diferencias significativas discreparía con lo encontrado por otras investigaciones (Carling et al., 2009; Malina et al., 2004). Carling et al. (2009) observan que los jugadores con mayor maduración

biológica, según su edad ósea, presentan rendimientos significativamente mejores en las pruebas de salto y sprint con respecto a jugadores con una maduración biológica menor. Sin embargo, al igual que ocurre con los resultados de nuestra investigación, en el estudio de Lovell et al. (2015) se observa cómo no se aprecian diferencias significativas entre jugadores de una misma categoría. Estos resultados se dieron en test que evaluaban la capacidad aeróbica, capacidad de salto, velocidad y agilidad. Pese a esto, se debe tener en cuenta que se compara entre jugadores nacidos entre el primer y cuarto trimestre del año, teniendo solo en cuenta la edad cronológica y no el estado madurativo con respecto al PVC.

En relación con las expectativas de eficacia a nivel técnico, táctico y de habilidad futbolística, no se muestran diferencias significativas en ninguno de los diferentes análisis realizados (Tablas 3, 4, 5, 6, 7 y 8). Sin embargo, al igual que ocurre con los valores medios de los distintos equipos en cada uno de los test físicos, se observan tendencias de cambio al comparar equipos originales con sus homólogos formados en base a la madurez biológica. En el caso de la categoría cadete, el Cad AM presenta resultados inferiores en las expectativas de eficacia con respecto al Cad A. Mientras que, el Cad BM obtiene mejores expectativas con respecto al Cad B. Esta tendencia se sigue en la categoría infantil a excepción de las ExpTAC, la cual mejora en el Inf AM y empeora en el Inf BM. A pesar de esto último, la tendencia observada parece explicarse, igual que sucede en el rendimiento físico, por la presencia de jugadores que, debido a su estado madurativo, suben o bajan de equipo. De forma que, el entrenamiento haya podido ser un estímulo cuando los jugadores formaran parte del Cad A o Inf A, mejorando sus capacidades técnico-tácticas y sus habilidades futbolísticas; siendo esta mejora la posible causante de rendimientos superiores, a excepción de la ExpTAC en la categoría infantil, en las expectativas de eficacia de los

equipos Cad BM e Inf BM. Además, este hecho podría dar a conocer que estos jugadores fueron seleccionados por el entrenador de los respectivos equipos (Cad A e Inf A) para que formaran parte de los mismos al comienzo de la temporada. Por lo que este tipo de selección cuestionaría la selección de aquellos jugadores con mayor madurez biológica, al igual que lo sugiere Meylan et al. (2010), exponiendo que el estatus madurativo sería útil para poder hacer un proceso de selección justo. Esta relación de capacidades técnico-tácticas y habilidades futbolísticas con el estado madurativo ha sido poco estudiada. Aun así, Borges et al. (2013) muestran una baja correlación positiva entre la madurez biológica y las capacidades tácticas. Esta afirmación al compararse con los resultados de este estudio no parece cumplirse ya que, en la comparación entre equipos de la misma categoría con diferentes rangos de estado madurativo, aquellos con jugadores más maduros presentan expectativas de eficacia mayores. Sin embargo, estos resultados deben ser tomados cautelosamente al no mostrar diferencias significativas y la magnitud del cambio ser muy pequeña en categoría cadete (Tabla 7), y pequeña en categoría infantil (Tabla 8). Siguiendo con la comparación entre equipos diseñados según el estado madurativo de los jugadores, los equipos de cada categoría que presentan jugadores menos maduros, Cad BM e Inf BM, presentan ExpTEC y ExpFUT mejores que las de Cad AM e Inf AM, pero con magnitudes del efecto muy bajas. Con ello se volvería a cumplir que ciertos jugadores de Cad BM e Inf BM, sometidos a entrenamientos de mayor intensidad, exigencia y dificultad, al encontrarse en Cad A e Inf A, mejorasen sus capacidades técnicas y habilidades futbolísticas. Así, al igual que explica Meylan et al. (2010), los entrenamientos con equipos de mayor nivel suponen cargas de entrenamiento más estimulantes que afectan de forma positiva mejorando el rendimiento deportivo y físico del jugador.

Las limitaciones de este estudio son las siguientes: 1) realizar las mediciones a mitad de temporada, donde los jugadores han sido expuestos a determinados programas de entrenamiento y diferentes niveles de competición en sus respectivas ligas y entrenamientos, lo que puede haber influenciado que no se muestren diferencias significativas en los resultados obtenidos; 2) no ser un estudio longitudinal impide conocer los efectos que tendría la formación de equipos en base al estado madurativo a lo largo de la temporada, imposibilitando conocer, realmente, si la agrupación de jugadores basada en Bio-banding es más beneficiosa en el proceso de selección y desarrollo del talento en jóvenes futbolistas con respecto a la desarrollada en base a los criterios del entrenador; 3) medir las expectativas de eficacia con una escala Likert impide una discriminación más detallada de las capacidades técnico-tácticas y habilidades futbolísticas de cada jugador, pudiendo ser la causa por la cual no se hayan encontrado diferencias en el apartado de expectativas de eficacia; y 4) la estructura de la escuela de fútbol no posibilita la creación de 3 equipos basada en la clasificación de Baxter et al. (2005), pudiendo ser una de las causas por las que no se aprecian diferencias significativas y los tamaños del efecto son bajos al comparar equipos originales con los formados con la técnica de Bio-banding o entre estos últimos.

En base a los resultados obtenidos, se puede concluir que no hay diferencias de rendimiento físico y futbolístico entre equipos formados según el estado madurativo o bajo el criterio del entrenador en jóvenes futbolistas de nivel no-élite. Así mismo, en la formación de equipos con jugadores en edad puberal, no se aprecia que la agrupación de jugadores basada en la técnica de Bio-banding tenga mayores beneficios que aquella que se realiza según criterios del entrenador a la hora de seleccionar futbolistas. A pesar de ello, los resultados deben de ser tratados cautelosamente por las diferentes limitaciones que muestra esta investigación. Por otro lado, en base a las tendencias

mostradas en torno a las ExpTEC y ExpFUT parece que los entrenadores eligieron, en los equipos superiores (Cad A e Inf A), a jugadores que incluso con menor madurez biológica (Cad BM e Inf BM) presentaban mejores capacidades técnicas y habilidades futbolísticas (Tablas 7 y 8).

En vistas a los resultados obtenidos y conclusiones alcanzadas, en la formación de los equipos de las diferentes categorías de fútbol que comprenden a jugadores con edades entre 12 y 16 años, se debe tener en cuenta el estado madurativo, rendimiento físico, capacidades técnico-tácticas y habilidades futbolísticas. Todo ello permitirá diseñar equipos que atiendan a un programa de desarrollo deportivo de jóvenes futbolistas a largo plazo, con el objetivo de que el mayor número de jugadores alcance el alto rendimiento.



Referencias

- Asadi, A., Arazi, H., Ramirez-Campillo, R., Moran, J., y Izquierdo, M. (2017). Influence of maturation stage on agility performance gains after plyometric training: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(9), 2609-2617. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001994>
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. *Self-efficacy beliefs of adolescents*, 5(1), 307-337.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., y Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports medicine*, 38(1), 37-51. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00004>
- Baxter-Jones, A. D., Eisenmann, J. C., y Sherar, L. B. (2005). Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatric Exercise Science*, 17(1), 18-30. <https://doi.org/10.1123/pes.17.1.18>
- Borges, P. H., Cumming, S., Ronque, E. R., Cardoso, F., Avelar, A., Rechenchosky, L., ... y Rinaldi, W. (2018). Relationship between tactical performance, somatic maturity and functional capabilities in young soccer players. *Journal of human kinetics*, 64(1), 160-169. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0190>
- Bosco, C., Luhtanen, 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.
- Carling, C., Le Gall, F., Reilly, T., y Williams, A. M. (2009). Do anthropometric and fitness characteristics vary according to birth date distribution in elite youth academy soccer players? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(1), 3-9. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00867.x>
- Cumming, S. P., Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Eisenmann, J. C., y Malina, R. M. (2017). Bio-banding in sport: applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 39(2), 34-47. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000281>
- Cumming, S. P., Brown, D. J., Mitchell, S., Bunce, J., Hunt, D., Hedges, C., ... y Breakspear, D. (2018). Premier League academy soccer players' experiences of

- competing in a tournament bio-banded for biological maturation. *Journal of sports sciences*, 36(7), 757-765. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1340656>
- Cunha, G., Lorenzi, T., Sapata, K., Lopes, A. L., Gaya, A. C., y Oliveira, Á. (2011). Effect of biological maturation on maximal oxygen uptake and ventilatory thresholds in soccer players: an allometric approach. *Journal of sports sciences*, 29(10), 1029-1039. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.570775>
- Ford, P., De Ste Croix, M., Lloyd, R., Meyers, R., Moosavi, M., Oliver, J., ... y Williams, C. (2011). The long-term athlete development model: Physiological evidence and application. *Journal of sports sciences*, 29(4), 389-402. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.536849>
- Leo, F. M., Sánchez-Miguel, P. A., Sánchez-Oliva, D., Amado, D., y García-Calvo, T. (2013). Analysis of cohesion and collective efficacy profiles for the performance of soccer players. *Journal of human kinetics*, 39(1), 221-229. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0085>
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Myer, G. D., y Croix, M. B. D. S. (2014). Chronological age vs. biological maturation: implications for exercise programming in youth. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1454-1464. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000391>
- Lloyd, R. S., y Oliver, J. L. (2012). The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength & Conditioning Journal*, 34(3), 61-72. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31825760ea>
- Lovell, R., Towlson, C., Parkin, G., Portas, M., Vaeyens, R., y Cogley, S. (2015). Soccer player characteristics in English lower-league development programmes: The relationships between relative age, maturation, anthropometry and physical fitness. *PloS one*, 10(9), e0137238. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137238>
- Malina, R. M., Eisenmann, J. C., Cumming, S. P., Ribeiro, B., y Aroso, J. (2004). Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. *European journal of applied physiology*, 91(5-6), 555-562. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0995-z>

- Malina, R. M., Bouchard, C., y Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Human kinetics.
- Malina, R. M., y Kozieł, S. M. (2014). Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish boys. *Journal of Sports Sciences*, 32(5), 424-437.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2013.828850>
- McCunn, R., Weston, M., Hill, J. K., Johnston, R. D., y Gibson, N. V. (2017). Influence of physical maturity status on sprinting speed among youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(7), 1795-1801.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001654>
- Meylan, C., Cronin, J., Oliver, J., y Hughes, M. (2010). Talent identification in soccer: The role of maturity status on physical, physiological and technical characteristics. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 5(4), 571-592. <https://doi.org/10.1260%2F1747-9541.5.4.571>
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., y Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & science in sports & exercise*, 34(4), 689-694. <https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>
- Moran, J. J., Sandercock, G. R., Ramírez-Campillo, R., Meylan, C. M., Collison, J. A., y Parry, D. A. (2017). Age-related variation in male youth athletes' countermovement jump after plyometric training: a meta-analysis of controlled trials. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 552-565.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001444>
- Moran, J., Sandercock, G. R., Ramírez-Campillo, R., Meylan, C., Collison, J., y Parry, D. A. (2017). A meta-analysis of maturation-related variation in adolescent boy athletes' adaptations to short-term resistance training. *Journal of sports sciences*, 35(11), 1041-1051. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1209306>
- Oliver, J. L., Lloyd, R. S., y Rumpf, M. C. (2013). Developing speed throughout childhood and adolescence: the role of growth, maturation and training. *Strength & Conditioning Journal*, 35(3), 42-48.
<https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182919d32>

- Peña-González, I., Fernández-Fernández, J., Moya-Ramón, M., y Cervelló, E. (2018). Relative age effect, biological maturation, and coaches' efficacy expectations in young male soccer players. *Research quarterly for exercise and sport*, 89(3), 373-379. <https://doi.org/10.1080/02701367.2018.1486003>
- Philippaerts, R. M., Vaeyens, R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R., ... y Malina, R. M. (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of sports sciences*, 24(3), 221-230. <https://doi.org/10.1080/02640410500189371>
- Radnor, J. M., Oliver, J. L., Waugh, C. M., Myer, G. D., Moore, I. S., y Lloyd, R. S. (2018). The influence of growth and maturation on stretch-shortening cycle function in youth. *Sports Medicine*, 48(1), 57-71. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0785-0>
- Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of strength and conditioning research*, 18, 918-920. <https://doi.org/10.1519/14403.1>
- Semenick, D. (1990). Tests and measurements: The T-test. *Strength & Conditioning Journal*, 12(1), 36-37.
- Temfemo, A., Hugues, J., Chardon, K., Mandengue, S. H., y Ahmaidi, S. (2009). Relationship between vertical jumping performance and anthropometric characteristics during growth in boys and girls. *European journal of pediatrics*, 168(4), 457. <https://doi.org/10.1007/s00431-008-0771-5>
- Unnithan, V., White, J., Georgiou, A., Iga, J., y Drust, B. (2012). Talent identification in youth soccer. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1719-1726. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.731515>
- Williams, A. M., y Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of sports sciences*, 18(9), 657-667. <https://doi.org/10.1080/02640410050120041>