



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

TRABAJO FIN DE GRADO

INVESTIGACIÓN APLICADA

**DOBLE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y EL DEPORTE Y EDUCACIÓN
PRIMARIA CON MENCIÓN EN LENGUA
EXTRANJERA: INGLÉS**

Alumno: Luis Simón Chico

Director: Pablo Abián Vicén

Curso: 2020-2021

08/12/2020



INVESTIGACIÓN APLICADA

INFLUENCIA DE LA EDAD EN EL BÁDMINTON DE ÉLITE DESDE 1994 HASTA 2020

TRABAJO DE FIN DE GRADO



Alumno: Luis Simón Chico
Director: Pablo Abián Vicén
Curso: 2020-2021
08/12/2020

ÍNDICE:

1. RESUMEN / ABSTRACT Y PALABRAS CLAVE / KEYWORDS:	5
2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO:	7
3. MARCO TEÓRICO:	9
4. OBJETIVOS E HIPÓTESIS:	15
5. MÉTODOLOGÍA:	17
Participantes:	17
Instrumentos:	17
Variables:	18
Procedimientos:	18
Análisis estadísticos:	19
6. RESULTADOS:	20
7. DISCUSIÓN:	28
Limitaciones del estudio:	32
8. CONCLUSIONES:	34
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	35

1. RESUMEN / ABSTRACT Y PALABRAS CLAVE / KEYWORDS:

RESUMEN:

El objetivo de este trabajo fue determinar la evolución de la edad de los jugadores de bádminton del top-100 del Ranking Mundial para hombres y mujeres desde 1994 hasta 2020. Para ello, se solicitaron a la Federación Mundial de Bádminton los datos de los cien mejores jugadores y jugadoras de cada año abarcando un total de 4800 posiciones del Ranking Mundial (2400 de ellas correspondientes al Ranking Mundial masculino y otras 2400 al Ranking Mundial femenino) resultantes de 1233 deportistas (595 jugadores de la modalidad de individual masculino y 638 jugadoras de la modalidad femenina). La edad media de los 100 mejores jugadores del Ranking Mundial aumentó de 23.7 ± 3.2 años en 1994 a 26.3 ± 4.4 años en 2020 ($p < 0.001$) y en el caso de las jugadoras, de 22.8 ± 3.8 años en 1994 a 24.7 ± 3.3 años en 2020 ($p < 0.001$). Además, se ha observado una clara diferencia entre sexos, pues las mujeres registraron una edad menor que los hombres en todas las variables analizadas: momento de entrada al top-100 y alcance de su máximo rendimiento. Por otro lado, se observa un claro incremento de jugadores asiáticos en el top-100 del Ranking Mundial en los últimos años, llegando a superar el 60%. Estos datos podrían servir para desarrollar y organizar planes de entrenamiento en este deporte que permitan rentabilizar y maximizar el rendimiento de los jugadores.

PALABRAS CLAVE:

Bádminton, edad, envejecimiento, ranking y rendimiento.

ABSTRACT:

The goal of this study was to determine the evolution of the age of badminton players in the top-100 of the World Ranking for men and women from 1994 to 2020. For this, the data of the best hundred players of each year were requested from the World Badminton Federation, covering a total of 4,800 positions in the World Ranking (2,400 of them corresponding to the Men's World Ranking and another 2,400 to the Women's World Ranking) resulting from 1233 athletes (595 male players and 638 female players of the individual modality). The mean age of the 100 best male players in the World Ranking increased from 23.7 ± 3.2 years in 1994 to 26.3 ± 4.4 years in 2020 ($p < 0.001$) and in the case of female players, from 22.8 ± 3.8 years in 1994 to 24.7 ± 3.3 years in 2020 ($p < 0.001$). In addition, a clear difference between sexes has been observed, finding women to be younger than men in all analyzed variables: entry into the top-100 and reaching their maximum performance. Also, there has been a clear increase in Asian players in the top-100 of the World Ranking in recent years, reaching over 60%. These data could be used to develop and organize training plans in this sport, optimizing and maximizing players performances.

KEYWORDS:

Badminton, age, aging, ranking and performance.

2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO:

Fue hace cuatro años y medio cuando comencé el Doble Grado de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y Educación Primaria con Mención en inglés en la Universidad Pontificia Comillas. Y uno de los motivos que me impulsó a estudiar este Doble Grado además de mi vocación por la enseñanza fue mi pasión por el deporte, en concreto por los deportes de adversario de pala y raqueta, entre los que destacaría el bádminton.

A los once años en quinto de primaria decidí cambiar el tenis por las extraescolares de bádminton que ofrecía el colegio. Un año más tarde, me federé junto con otro compañero de clase y fuimos a nuestro primer campeonato de España sub-11. Y continué compitiendo a nivel autonómico y nacional en las modalidades de individual y dobles masculino hasta los quince años por el club A.C. y D. Arroyo Tejada de Tres Cantos.

Desde entonces no he vuelto a jugar ni a competir (a excepción de los campeonatos Universitarios que se realizan una vez por curso académico). Pero mi entusiasmo por este deporte ha hecho que siga este mundo de cerca no solo como fan, sino también como árbitro nacional y como juez de línea en torneos internacionales como el *Spanish Open*. Además, el gusto por este deporte y por trabajar con niños, también me ha llevado a organizar y dirigir varios campus de bádminton en el pueblo natal de mi madre.

Mi sorpresa y alegría fueron máximas cuando en primero de carrera supe que Pablo Abián Vicén, jugador español profesional de bádminton a nivel nacional e internacional, iba a ser nuestro profesor en la asignatura de Fundamentos de los Deportes de Adversario y su Didáctica. Así, cuando me propuso ese mismo año, hacer el Trabajo de Fin de Grado con él, acepté de buen grado, pues tenemos una buena relación y una pasión común, el bádminton.

Fue en quinto cuando concretamos aquella idea que surgió cuatro años atrás. Y así, empezamos un proyecto de investigación basado en la edad a la que los jugadores de bádminton de élite de las modalidades de individual masculino (IM) y femenino (IF) alcanzan su máximo rendimiento deportivo a nivel internacional.

El objeto de estudio de esta investigación se debe a que nos dimos cuenta de que al igual que está sucediendo en la sociedad, el deporte está envejeciendo. Observamos que en el bádminton al igual que en el tenis y otras modalidades deportivas, cada vez se pueden ver jugadores y jugadoras de mayor edad compitiendo a nivel internacional por títulos importantes como los mundiales y los Juegos Olímpicos.

Además, este tipo de investigación centrada en el impacto de la edad en los deportistas de élite ya se ha realizado en otros deportes más a fondo como en el caso de la natación, el atletismo y el tenis, y los resultados están siendo de gran utilidad tanto para los deportistas como para los entrenadores.

Por otro lado, aprovechando la recopilación de datos del objetivo principal de la investigación, se nos ocurrió que también podría ser interesante y curioso analizar la evolución de la procedencia de los mejores jugadores y jugadoras a nivel internacional.

Por todo ello, pensamos que dar una evidencia científica a estas cuestiones en el ámbito del bádminton podría ser una gran investigación y un buen Trabajo de Fin de Grado.

Desde el punto de vista profesional y académico esta investigación me ha servido para descubrir y conocer más cosas sobre el bádminton: la historia, el reglamento y su evolución, las características temporales y notacionales más destacadas del deporte y las cualidades biomecánicas y fisiológicas relevantes de un jugador de bádminton. Además, se trata de un área que no ha sido investigada en el bádminton hasta el momento y podemos dar pie a nuevas investigaciones en este deporte.

Y desde el punto de vista un poco más personal, este trabajo me ha ayudado a mejorar mi capacidad de organización pues se trata de un trabajo extenso que necesita dedicación y planificación, y sin estas habilidades habría sido imposible sacarlo adelante en los plazos establecidos. Además, he podido trabajar la autonomía ya que a diferencia de la mayor parte de los trabajos que he realizado en la universidad, este trabajo no se hacía ni en parejas ni en grupo, sino de forma individual. Sin embargo, ha sido fundamental la comunicación, el diálogo y la cooperación con mi director del Trabajo de Fin de Grado a través de las reuniones presenciales y online y los correos vía mail.

3. MARCO TEÓRICO:

El bádminton es un deporte de raqueta que se caracteriza por la velocidad y la potencia de sus movimientos. Como ocurre en otros deportes como el voleibol, el tenis y el squash (Cabello Manrique, 2003), esto se debe al tipo de estructura temporal del deporte que condiciona que las acciones sean cortas, pero de alta intensidad (Cabello Manrique, 2003; Phomsoupha & Laffaye, 2015). El bádminton conlleva una preparación técnica, táctica y psicológica muy grande aparte de un entrenamiento físico muy exigente tanto a nivel muscular como cardíaco (Downey, 1982; Pearce, 2002). La gran variedad de desplazamientos y golpes de volante durante el juego implica una demanda promedio del 90% de la frecuencia cardíaca máxima (FCM_{máx}) del jugador (Ghosh, 2008). Se han registrado valores muy cercanos a los teóricos, alcanzando los 190.5 latidos/min y una media de 173.5 latidos/min en partidos de bádminton. Además, todas estas acciones intermitentes de gran intensidad hacen que sea un deporte muy exigente tanto a nivel aeróbico (60-70%) como anaeróbico (30%), teniendo mayor protagonismo el metabolismo aláctico sobre el anaeróbico láctico (Phomsoupha & Laffaye, 2015).

Desde que se introdujo en los Juegos Olímpicos de 1992 de Barcelona, el bádminton se ha convertido en uno de los deportes más practicados del mundo, con más de 200 millones de adherentes (Chin et al., 1995). Sin embargo, desde el inicio de su práctica hasta hoy, el sistema de juego del bádminton ha sufrido varios cambios, siendo uno de los más importantes y recientes el que se aceptó en 2006 por la Federación Mundial de Bádminton. En él se modificó el sistema de puntuación que se caracterizaba por la necesidad de la posesión del servicio para poder conseguir un punto (“punto de recuperación del servicio”) con el objetivo de acortar la duración de los partidos y así hacerlos más emocionantes y llamativos para los espectadores. De esta manera, se pretendía hacer un efecto llamada para aumentar la práctica del deporte (Abian-Vicen et al., 2013). Se introdujo el nuevo sistema de juego “puntos de rally” en el que todas las modalidades juegan al mejor de tres sets de 21 puntos con punto directo. En caso de empate a 20, se amplía a diferencia de 2 puntos, hasta un límite de 30 puntos. En este nuevo sistema de juego, se introdujeron unos intervalos de descanso de 60 segundos cuando el primer jugador alcanza los once puntos y de 120 segundos entre sets en los que los jugadores pueden descansar, pero no pueden abandonar la pista (Abián et al., 2014).

Desde que se introdujo el nuevo sistema de puntuación, varios autores han investigado las diferencias en la estructura temporal comparando el antiguo sistema con el nuevo (Chen & Chen, 2008). También se ha analizado la evolución de las características del bádminton en los últimos años en los que ya estaba instaurado el nuevo sistema de puntuación (Abián et al., 2014; Phomsoupha & Laffaye, 2015) y se ha visto que, aunque con la inclusión del sistema de puntuación “punto de rally” los partidos se acortaron inicialmente, actualmente la duración media de un partido de individual (que es el objeto de estudio de esta investigación) ha igualado e incluso llegado a superar el tiempo del sistema antiguo de puntuación. La duración promedio de los partidos es de ~45 minutos en individuales (Abián, 2015) habiéndose jugado partidos de más de 80 minutos. El porcentaje de tiempo real de juego está alrededor del 30% y el tiempo promedio de cada rally es de ~10.4 segundos en IM y de ~8 segundos en IF. habiéndose jugado partidos de más de 80 minutos. El porcentaje de tiempo real de juego está alrededor del 30% y el tiempo promedio de cada rally es de 9.1 segundos en IM y de 7.9 en IF. Por otro lado, se ha observado que la duración de los descansos en los intervalos de 11 puntos es de 70.3 ± 6.9 s en el primer set y de 69.3 ± 4.7 s en el segundo en la modalidades masculina, y de 73.7 ± 11.5 s y 71.5 ± 7.1 s en mujeres respectivamente. De igual manera, ocurre con el tiempo de descanso entre sets, el cual ronda los 128.7 ± 5.9 s, en IM y los 130.9 ± 5.5 s en IF (Abian-Vicen et al., 2013). En cuanto al tiempo de descanso entre rallies es de 24.6 segundos en IM, 6.7 segundos más que en la modalidad femenina, lo cual hace que la densidad de trabajo en IM sea de ~0.40 y su frecuencia de golpeo sea de más de un golpeo por segundo. Sin embargo, el porcentaje de tiempo jugado y la densidad de trabajo es significativamente más alta en la modalidad femenina (Abián et al., 2014; Abian-Vicen et al., 2013). El tipo de juego, la frecuencia de golpes y las exigencias físicas del partido hacen que los hombres requieran un mayor tiempo de descanso entre rallies para recuperarse que las mujeres (Abián et al., 2014; Fernandez-Fernandez et al., 2013).

El bádminton es uno de los pocos deportes compuesto por cinco modalidades: individuales masculinos y femeninos, dobles masculinos (DM), dobles femeninos (DF) y dobles mixtos (DX). Y cada una de estas modalidades requiere una preparación específica en términos de técnica, táctica, control y forma física (Chen et al., 2011; Phomsoupha & Laffaye, 2015), pues como se ha comentado anteriormente, su estructura temporal es diferente (Gawin et al., 2015; Liddle et al., 1996). Resultados extraídos del análisis de

varias competiciones olímpicas sugieren que el entrenamiento y la preparación física tiene que ser diferente ya no solo entre modalidades de individuales y dobles, sino también distinta entre las propias modalidad de IM e IF (Abian-Vicen et al., 2013).

Actualmente el Ranking Mundial (RM) está compuesto por torneos organizados por la Federación Mundial de Bádminton (BWF) a través de las federaciones de los cinco continentes. Dentro de los niveles de los torneos puntuables para el RM se encuentran de menor a mayor nivel los *Future Series*, los *International Series* y los *International Challenges*. Por encima de los torneos mencionados anteriormente, tenemos los *BWF World Tour: Super 100, Super 300, Super 500, Super 750 y Super 1000*, los cuales están ordenados de menor a mayor puntuación. La inscripción a cualquier tipo de torneo está abierta con un número limitado de plazas (el orden va por RM) tanto en cuadro principal como en la fase de previas a todos los jugadores que se inscriban a través de las Federaciones de cada país. Sin embargo, en los *Super 750 y Super 1000* no hay fase de previas, sino que directamente se juega el cuadro principal en el que solo pueden participar 32 jugadores (los cuales se seleccionan en función de su clasificación en el RM). Por ello, en el estudio no solo se analizarán y compararán los resultados del top-100 sino también los del top-32 del RM.

Hasta el momento las investigaciones que analizan la capacidad del rendimiento máximo en jugadores de bádminton de élite son escasas y no se habían realizado estudios sobre la influencia de la edad en el mismo. En las últimas décadas la población mundial ha experimentado un crecimiento significativo pasando de los 2700 millones de habitantes en 1960 a superar los 7700 millones en 2020. Pero este incremento de población se debe también, en buena medida, al aumento de la esperanza de vida. Fue en 2018 cuando a nivel mundial el porcentaje de personas de 65 años o más superaron en número a los menores de cinco años. Es más, se prevé que para el 2050, el número de personas de 65 años o más se haya duplicado llegando a alcanzar los 1.5 millones de personas, mientras que el número de niños menores de 5 años permanecerá relativamente estable. Aunque el porcentaje de personas de 65 años o más es del 9% a nivel mundial, en Europa y América del Norte ya alcanza el 18% y se estima que para el 2050 una de cada cuatro personas en Europa y América del Norte podría tener 65 años o más (United Nations et al., 2019). Y de igual manera que ha ocurrido en la sociedad, en el deporte amateur y de élite también se ha observado un aumento de la edad de los deportistas. El ejercicio físico y el entrenamiento se ha considerado un factor influyente en el retraso del

deterioro de la movilidad personal causado por el avance natural de la edad. Aun así, tras alcanzar el mejor pico de forma, en todos los deportes se ha podido observar un descenso del rendimiento asociado a la disminución progresiva de las capacidades aeróbicas y anaeróbicas (Westerterp & Meijer, 2001).

El análisis de los cambios en la edad de los deportistas de élite sí se ha llevado a cabo en otras modalidades deportivas. Schulz & Curnow (1988) estudiaron la influencia de la edad en los deportistas de élite en las distintas modalidades de atletismo, en natación, béisbol, tenis y golf desde 1948 hasta 1980. Tomaron el oro olímpico como referencia de máximo rendimiento y observaron un aumento claro en el mismo en los Juegos Olímpicos de los últimos 100 años. Sin embargo, descubrieron que la edad a la que se alcanzaba el pico de forma de los deportistas se había mantenido relativamente constante, lo cual atribuían a los factores biológicos del desarrollo, también respaldado posteriormente por las investigaciones de Bacil et al. (2015). El único deporte en que observó que el rendimiento máximo se estaba alcanzando a una edad más temprana respecto a los años anteriores fue el golf, si bien lo justifican por la escasa trayectoria de este deporte. Por otro lado, sus datos mostraron que en aquellos deportes donde la fuerza, la velocidad y la potencia tienen una importancia clave para su buen desarrollo, los atletas alcanzaron su máximo rendimiento a principio de la veintena de años. Sin embargo, los deportes donde la resistencia y las habilidades cognitivas tomaban mayor protagonismo estaban liderados por deportistas cuya edad estaba más próxima a los 30 años o ligeramente por encima. Esto lo atribuyeron a que en los deportes más tácticos se necesita una mayor experiencia y por consiguiente el desarrollo es más tardío que en aquellos deportes donde la técnica prima sobre la táctica. Más tarde, Gallmann et al. (2014) investigaron también la influencia de la edad en los triatletas de élite en los “Ironman Hawaii” y en concordancia con los estudios de Schulz & Curnow (1988) descubrieron que la edad de los diez primeros clasificados en este torneo en los últimos años había aumentado (de 27 ± 2 a 34 ± 3 años para los hombres y de 26 ± 5 a 35 ± 5 años para mujeres). Además, los tiempos de carrera habían ido mejorando. De la misma manera, Hollings et al. (2014) analizaron la influencia de la edad en el rendimiento deportivo en los campeonatos mundiales y Juego Olímpicos de todas las modalidades de atletismo desde el año 2000 hasta 2009. Y en contraposición a los resultados de Schulz & Curnow (1988) no se encontraron diferencias en la edad a la que se alcanzaban su máximo rendimiento en cuanto al sexo. Además, tampoco se respaldó la idea de que la edad promedio en la que se alcanza el

desempeño pico en una carrera aumentase con la duración de la misma. Concluyeron que el máximo rendimiento en atletismo se alcanza entre los 23 y los 28 años, siendo diferente entre modalidades. La edad media de las saltadoras de altura y longitud era muy similar a la de los hombres (25.6 ± 2.5 años y 26.5 ± 2.8 años), y respecto a los lanzadores, la edad también era similar (~ 27 años para las mujeres y 28 años para los hombres). Por otro lado, Longo et al. (2016) analizaron las mejores actuaciones de 40 disciplinas en los Juegos Olímpicos del año 2012, con una muestra de 3548 deportistas de élite. Observaron que las edades de máximo rendimiento deportivo oscilaban entre los 14.0 y los 52.8 años (lo cual puede parecer un amplio rango de edad), sin embargo, el 72% de los deportistas se encontraban entre los 20 y los 30 años y solo el 1% eran mayores de 40 años. La edad promedio de máximo rendimiento fue de 27.0 años para los hombres y de 26.2 años para las mujeres. En concordancia con los análisis de Schulz & Curnow (1988), se descubrieron dos cosas: primero, que el pico de rendimiento varía mucho entre unas disciplinas y otras (aunque, por lo general, los hombres alcanzan más tarde que las mujeres su pico de forma física) y en segundo lugar, que hay una tendencia general de que aquellos deportes donde se requieren unas habilidades técnicas más específicas estén formados por deportistas más jóvenes, mientras que en aquellos en los que destacan las habilidades tácticas los atletas son mayores.

En posteriores estudios realizados sobre natación, se ha visto que la edad de los finalistas en Campeonatos del Mundo y Juegos Olímpicos ha ido en aumento desde 1992 hasta 2013 (König et al., 2014). Este mismo estudio fue realizado posteriormente por Knechtle et al. (2016) y descubrieron además, que los campeones eran mayores que las campeonas. Sin embargo, comentan que, aunque el rendimiento había ido en aumento, la edad a la que los deportistas alcanzaban su pico máximo de desempeño se había mantenido estable, en contraposición con los resultados de König et al. (2014).

En el tenis, deporte más próximo al bádminton pues se trata de un deporte de raqueta, también se ha estudiado la influencia de la edad en el rendimiento. Gallo-Salazar et al. (2015) en una investigación posterior a la de Schulz & Curnow (1988), analizaron la influencia de la edad en el top-100 del Ranking Mundial de los tenistas (hombres y mujeres) desde 1984 hasta 2013. Se observó que el tenis está envejeciendo. La edad media de los 100 mejores tenistas masculinos aumentó significativamente (24.6 ± 3.9 a 27.6 ± 3.2 años; $p < 0.01$) al igual que lo hicieron las mujeres (23.5 ± 3.5 a 24.8 ± 4.2 años; $p < 0.01$). También se descubrió que las mujeres entraban antes que los hombres en el top-

100 del Ranking Mundial (21.6 ± 3.4 frente a 22.8 ± 3.1 años; $p < 0.05$), y, además, alcanzaban su mejor posición antes que los hombres (23.6 ± 3.5 frente a 24.8 ± 2.9 años; $p < 0.01$). Sin embargo, las mujeres permanecían menos tiempo dentro del top-100 (4.1 ± 3.1 años; $p < 0.01$) que los hombres (4.6 ± 3.8 años; $p < 0.01$).

4. OBJETIVOS E HIPÓTESIS:

El objetivo principal de este trabajo ha sido:

- Determinar la evolución de la edad de los jugadores de bádminton del top-100 del Ranking Mundial para hombres y mujeres desde 1994 hasta 2020.

Como objetivos secundarios se han establecido los siguientes:

- Determinar la edad en la que los jugadores de bádminton obtienen su pico de rendimiento teniendo en cuenta su mejor posición alcanza en el Ranking Mundial de sus carreras deportivas.
- Establecer el número de años que permanecen los jugadores y jugadoras de bádminton en el top-100 del Ranking Mundial.
- Establecer el número de países que hay representados en el top-100 del Ranking Mundial y el porcentaje del número de jugadores que hay de cada continente.
- Determinar si existen diferencias de sexo en la edad de los jugadores que se encuentran en las 100 primeras posiciones del Ranking Mundial, en la edad a la que alcanzan su pico de rendimiento y respecto al número de años que consiguen permanecer en el top-100.

Las hipótesis han sido las siguientes:

1. El bádminton es un deporte donde la potencia y la técnica tiene mucha importancia. Por ello, en relación con los resultados de Longo et al. (2016) y por su semejanza con el tenis (Gallo-Salazar et al., 2015), creemos que los jugadores y jugadoras de bádminton entrarán en el top-100 del RM y alcanzarán su máximo rendimiento a comienzos de la veintena de años. Además, al tratarse de un deporte de mucha exigencia física, pensamos que los jugadores conseguirán mantenerse dentro de los cien primeros durante un periodo promedio de 4 años, siendo algo mayor en hombres.
2. Por otro lado, esperamos que las mujeres entren en el top-100 antes que los hombres por la influencia del previo desarrollo biológico (Bacil et al., 2015) y por correlación con el resto de deportes analizados (Gallo-Salazar et al., 2015; Knechtle et al., 2016; Longo et al., 2016).

3. Creemos que con el paso del tiempo el promedio de la edad del top-100 y del top-32 del RM de los jugadores y jugadoras de bádminton será mayor por la evolución de los programas de entrenamiento, la formación de los entrenadores y preparadores físicos, la inclusión de las dietas como parte de la planificación deportiva y por el equipo de fisioterapeutas y médicos que los deportistas tienen detrás que permiten alargar la vida profesional más tiempo.
4. En relación con la procedencia de los jugadores de bádminton, creemos que desde 1994 hasta ahora, el deporte se habrá globalizado y habrá una mayor representación de países en el top-100 del RM. De igual manera, esperamos encontrar una representación por continentes más equitativa que en los primeros años analizados.

5. MÉTODOLÓGÍA:

Participantes:

Se recogieron los datos de los cien mejores jugadores y jugadoras de cada año abarcando un total de 4800 posiciones del Ranking Mundial (2400 de ellas correspondientes al RM masculino y otras 2400 al RM femenino) resultantes de 1233 deportistas (595 jugadores de la modalidad individual masculino y 638 jugadoras del individual femenino).

Para poder llevar a cabo el análisis, mi Director de TFG, Pablo Abián Vicén, realizó una petición oficial a la Federación Mundial de Bádminton (BWF) la cual nos facilitó los datos del RM de las modalidades de individual masculino y femenino de los últimos 26 años (desde 1994 hasta marzo de 2020). El inicio de este análisis se estableció en base a los datos de los que se tienen registros oficiales, sin incluir los años 2006 y 2007 al no disponer de estos datos la BWF.

Para realizar este estudio se utilizó el RM, en el cual se registra la máxima puntuación alcanzada de cada jugador teniendo en cuenta los 10 torneos puntuables para el RM en los que consiguió una puntuación más alta hasta el mes de diciembre de cada año (hasta marzo en el caso del último año analizado). Esto se debe a que en bádminton no se tienen en cuenta todos los puntos conseguidos en todos los torneos en los que se participa sino únicamente la puntuación de los 10 mejores.

Instrumentos:

Para la elaboración de la base de datos se utilizó el programa “Excel” en el cual se almacenaron los datos de los jugadores: nombre, apellidos, posición en el Ranking Mundial, número de campeonatos jugados en el año, fecha de nacimiento, edad, país y continente de procedencia.

Posteriormente, se utilizó el programa SPSS para realizar el análisis estadístico.

Variables:

Se establecieron como variables de agrupación los años naturales analizados (desde 1994 hasta 2020) y la modalidad (individual masculino e individual femenino).

Las variables dependientes fueron: media de edad de los jugadores del top-100, media de edad de los jugadores del top-32, media de edad de los jugadores de la primera entrada en el top-100, media de edad de pico de rendimiento de los jugadores, número de países que hay en el top-100, número de jugadores que hay de cada continente en el top-100, la frecuencia relacionada con la edad del top-100, la distribución de frecuencias según la edad en el top-100 y número de años que permanecen los jugadores en el top-100.

Cabe señalar que las variables mencionadas anteriormente han sido utilizadas por otros autores para el análisis de la evolución de la edad en jugadores de tenis (Gallo-Salazar et al., 2015).

Procedimientos:

En primer lugar, se creó la base de datos seleccionando a los 100 mejores jugadores y jugadoras del RM de cada año, tomando como referencia la puntuación máxima alcanzada hasta el mes de diciembre de cada año y de marzo de en el caso del año 2020.

Por un lado, se analizó la modalidad de individual masculino y por otro la del individual femenino.

Una vez recogidos todos los datos de los jugadores en el programa “Excel”, se comenzó a estudiar las siguientes variables: el año en el que cada jugador entra por primera vez dentro del RM, el número de años que cada jugador fue capaz de mantenerse dentro de los 100 primeros puestos, el año en el que alcanzó su mejor posición (pico de rendimiento) para así calcular posteriormente la edad con la que se consiguió dicho resultado, el número total de campeonatos jugados en el año (a nivel internacional), número de países que hay en el top-100, número de jugadores que hay de cada continente en el top-100, la frecuencia relacionada con la edad del top-100, la distribución de

frecuencias según la edad en el top-100 y número de años que permanecen los jugadores en el top-100.

El pico de rendimiento se estableció como la posición más alta alcanzada durante su carrera deportiva. Para las personas que alcanzaron su clasificación más alta en varios años (por ejemplo, la posición número 1), solo se utilizó para el análisis estadístico la primera edad a la que logró esa clasificación. Los datos del primer año analizado (1994) se excluyeron para los análisis del pico de rendimiento.

En la modalidad IF se tuvo que realizar un pequeño estudio previo en el que se investigó el cambio de apellidos que se produce en el caso de las jugadoras que cambian su apellido de solteras cuando contraen matrimonio en algunos países porque al casarse adquieren el apellido del marido. Esto se realizó para poder hacer un seguimiento correcto del itinerario personal de cada jugadora y para no duplicar perfiles.

El estudio fue revisado por un Comité de Ética de investigación de acuerdo con la última Declaración de Helsinki. El Comité de Ética de investigación indicó que esta investigación no requería aprobación.

Análisis estadísticos:

Se usaron los siguientes programas informáticos: La hoja de cálculo Microsoft Excel (Microsoft, España) para almacenar los datos y el programa SPSS v. 26.0 (SPSS Inc., EE.UU) para realizar los cálculos estadísticos. Se utilizaron pruebas de estadística descriptiva, de normalidad y de estadística inferencial. Los datos del presente estudio se presentan como media \pm desviación estándar o como frecuencias. Se realizó una ANOVA de dos vías para calcular la diferencia entre los grupos del ranking (top-100, top-75, top-50, etc.) y sexo (grupo x sexo), y una ANOVA de dos vías de medidas repetidas para calcular las diferencias de edad entre los años y sexo (tiempo x grupo). Después de las pruebas F significativas, se utilizaron los ajustes de Bonferroni para las comparaciones por pares. El análisis Chi-cuadrado se utilizó para comparar las distribuciones de frecuencias. El criterio estadístico de significación se estableció en $p < 0.05$.

6. RESULTADOS:

En la Figura 1 se puede observar la evolución de la media de edad de los 100 mejores jugadores y jugadoras de bádminton del RM de los últimos 26 años (1994 a 2020). Se observa un incremento progresivo en la media de edad de los hombres, que se hace significativo a partir de 2010 (comparado con 1994, $p < 0.05$). De 23.7 ± 3.2 años en 1994 ha incrementado a 26.3 ± 4.4 años en 2020 ($p < 0.001$). En las mujeres el incremento en la media de edad solo fue significativo en 2002, 2008 y 2020 (comparado con 1994, $p < 0.05$), teniendo una media en 1994 de 22.8 ± 3.8 años y pasando a 24.7 ± 3.3 años en 2020 ($P < 0.001$). Se puede apreciar que la media de edad del top-100 de hombres fue más elevada que la de las mujeres, siendo significativamente mayor ($p < 0.05$) a partir de 2010 hasta 2020, obteniendo la mayor diferencia en 2017.

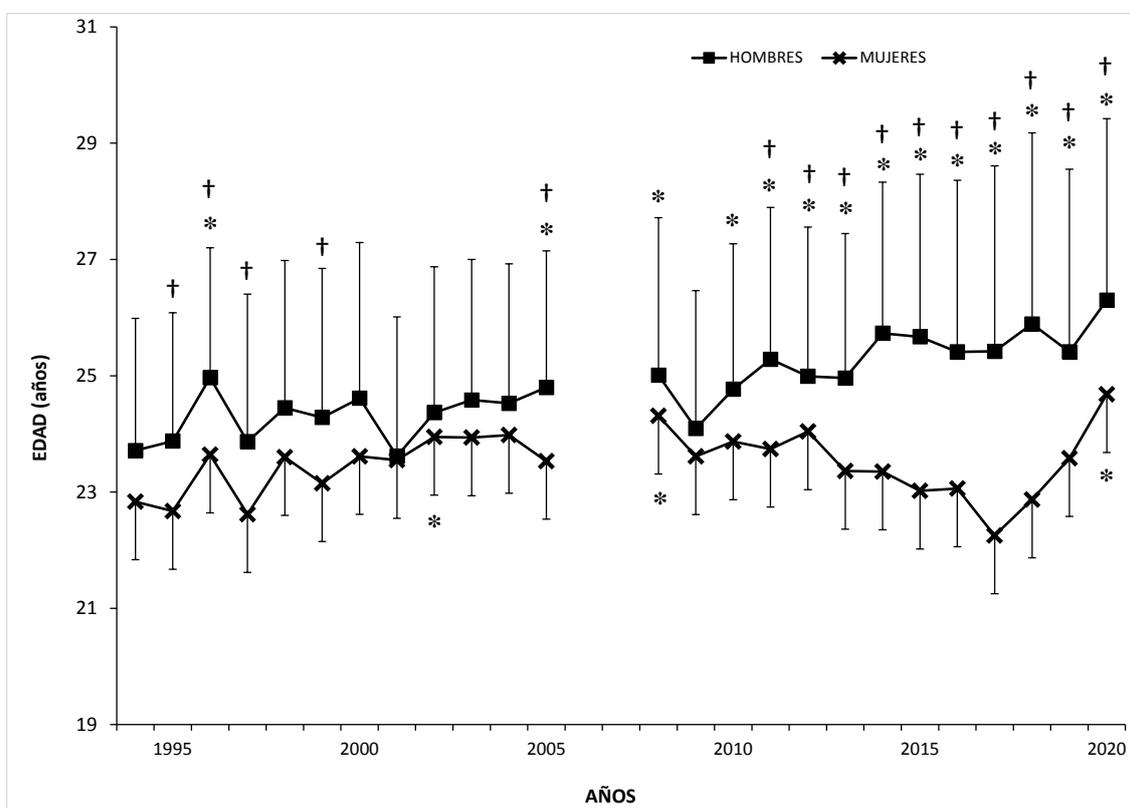


Figura 1: Evolución de la media de edad de los jugadores de bádminton del Top-100 del Ranking Mundial para hombres y mujeres desde 1994 hasta 2020. *Diferencias significativas respecto al primer registro de las series de 1994 ($p < 0.05$); † Diferencias entre hombres y mujeres en los datos pareados ($p < 0.05$).

En la Figura 2 se puede observar la evolución de la media de edad de los 32 mejores jugadores y jugadoras de bádminton del RM de los últimos 26 años (1994 a 2020). Se observa un incremento significativo en la media de edad de los hombres a partir

de 2008 (comparado con 1994, $p < 0.05$). De 24.1 ± 3.6 años en 1994 ha incrementado a 26.1 ± 4.0 años en 2020 ($p = 0.003$). En las mujeres el incremento en la media de edad solo fue significativo en 2000, 2002-2005, 2008, 2009 y 2020 (comparado con 1994, $p < 0.05$), teniendo una media en 1994 de 22.2 ± 3.6 años y pasando a 24.4 ± 3.3 años en 2020 ($p = 0.01$). Se puede apreciar que la media de edad del top 32 de hombres fue más elevada que la de las mujeres, siendo significativamente mayor ($p < 0.05$) en 1994, de 1996 a 1999, en 2003 y a partir de 2011 hasta 2019, obteniendo la mayor diferencia en 2014.

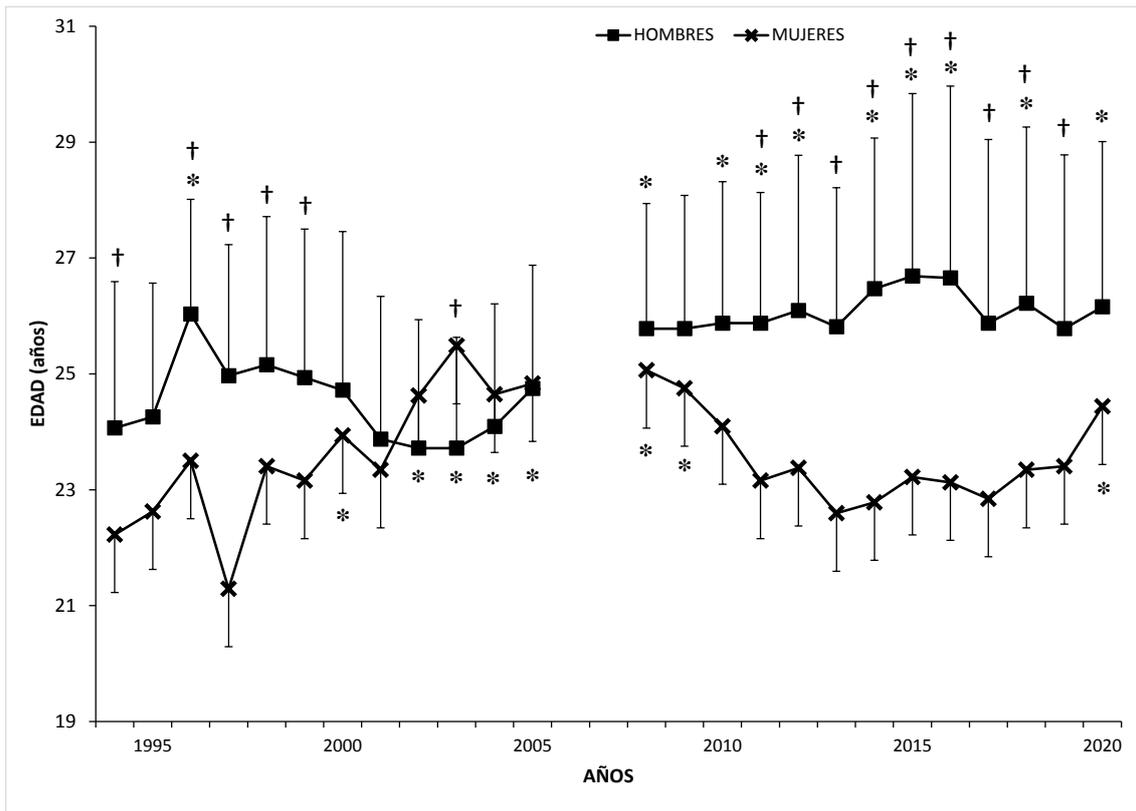


Figura 2: Evolución de la media de edad de los jugadores de bádminton del top-32 del Ranking Mundial para hombres y mujeres desde 1994 hasta 2020. *Diferencias significativas respecto al primer registro de las series de 1994 ($p < 0.05$); † Diferencias entre hombres y mujeres en los datos pareados ($p < 0.05$).

En la Figura 3 se puede observar la evolución de la media de edad de la primera entrada en el top-100 del RM de los jugadores y jugadoras de bádminton de los últimos 25 años (1995 a 2020). En las mujeres no se han encontrado diferencias significativas en ningún año comparado con el primer año de registro (1995, $p < 0.05$) mientras que en los hombres se ha registrado una menor edad respecto a la primera entrada en el top-100 en 2001, 2012 y 2019 (comparado con 1995, $p < 0.05$). La media de edad de la primera entrada en el top-100 de los hombres fue más elevada que la de las mujeres, siendo

significativamente mayor ($p < 0.05$) en 2000, 2004, 2008, 2015, 2016 y 2018, obteniendo la mayor diferencia en 2018.

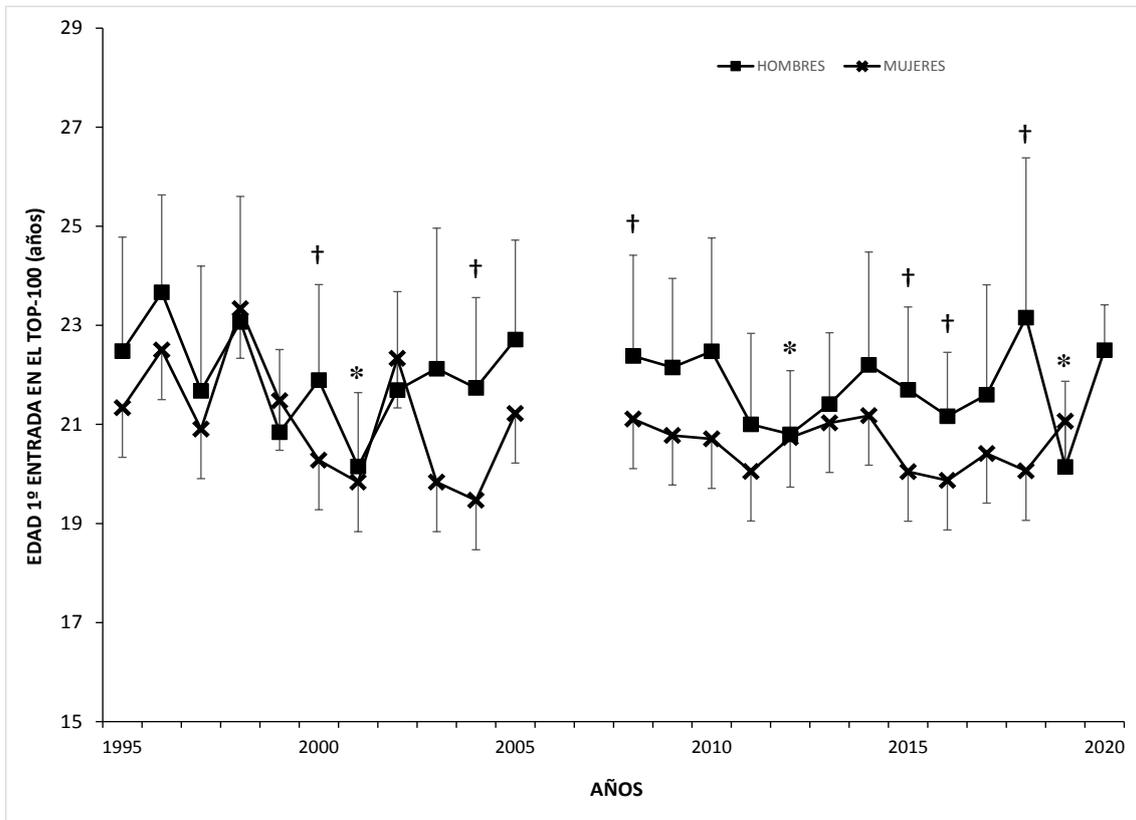


Figura 3: Evolución de la media de edad de los jugadores de bádminton de la primera entrada en el top-100 del Ranking Mundial desde 1995 hasta 2020. *Diferencias significativas respecto al primer registro de las series de 1995 ($p < 0.05$); † Diferencias entre hombres y mujeres en los datos pareados ($p < 0.05$).

En la Figura 4 se puede observar como la media de edad de pico de rendimiento de los jugadores de bádminton, es decir, su mejor ranking alcanzado a lo largo de sus carreras deportivas ha sido significativamente mayor en los hombres respecto a las mujeres para el top-10, top-25, top-50, top-75 y top-100. Las mujeres alcanzan su mejor ranking a una edad menor que los hombres ($p < 0.05$) (p.e. hombres top-10: 25.6 ± 3.2 años; mujeres top-10: 23.6 ± 3.1 años, $p < 0.001$).

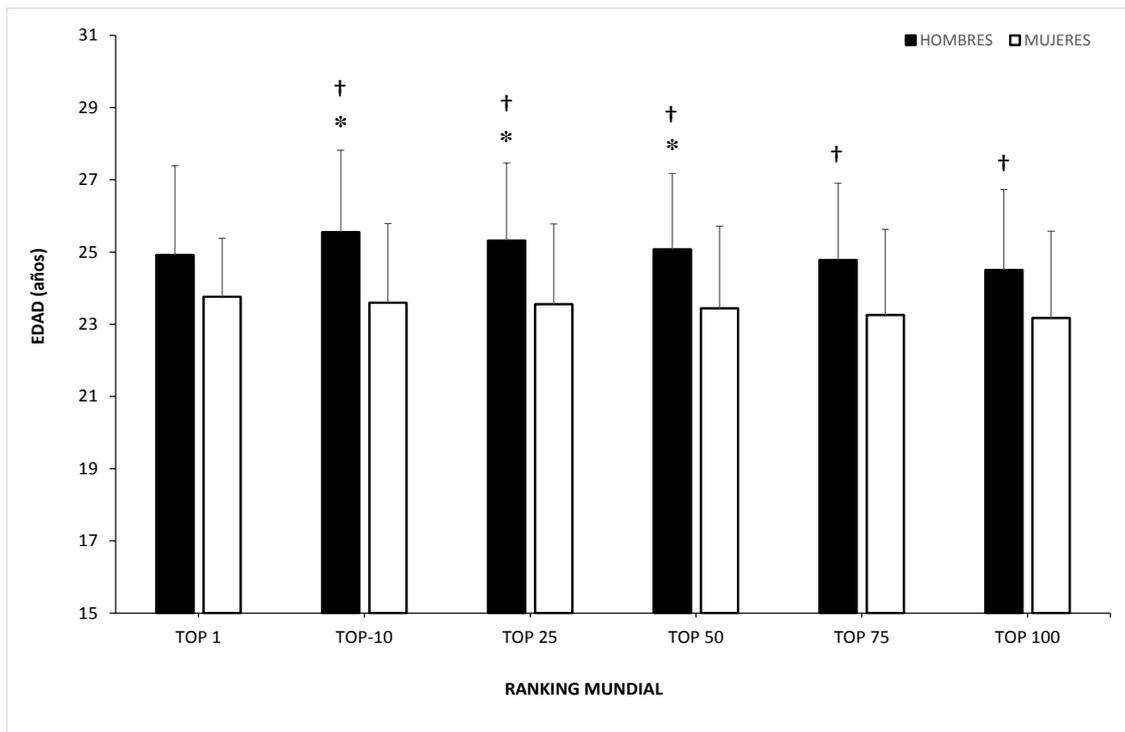


Figura 4: Media de edad en la que los jugadores de bádminton obtienen su pico de rendimiento teniendo en cuenta su mejor posición alcanzada en el RM de sus carreras deportivas. *Diferencias significativas respecto al Top-100 ($p < 0.05$); † Diferencias significativas respecto a las mujeres ($p < 0.05$).

En la Figura 5 podemos observar el número de países que hay en el top-100 del RM de bádminton de hombres y mujeres. En los hombres el mayor número de países se obtuvo en los años 1998 y 2010 con 38 países, mientras que 2018 fue el año con menor número de países con 29. En lo que respecta las mujeres los años con mayor número de países entre las 100 primeras clasificadas del RM fueron 2011 y 2015 con 42 países y los años con menor número fueron 2017 y 2018 con 30 países. En las Figuras 6 y 7 se puede observar el porcentaje del número de jugadores que hay de cada continente en el top-100 del RM tanto en hombres como en mujeres. A partir de 2008 el dominio de jugadores de Asia es indiscutible con más del 60%, seguido por Europa (~30%) y América con menos del 10%. África y Oceanía prácticamente no tienen representación e incluso algunos años no están presentes.

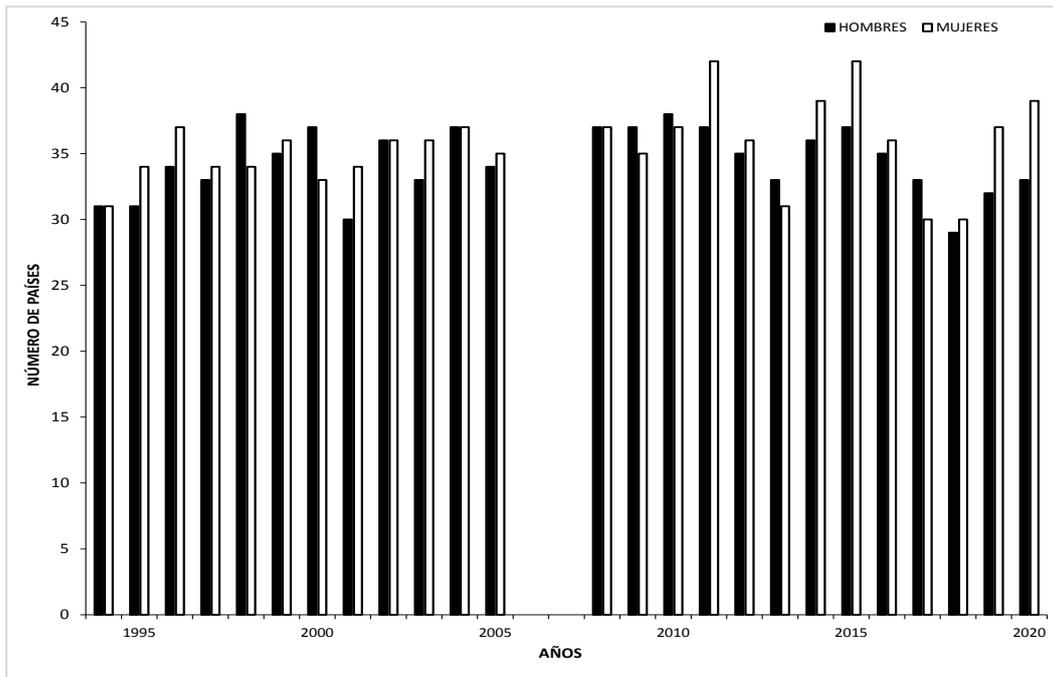


Figura 5: Número de países que hay representados en el top-100 del RM en hombres y en mujeres.

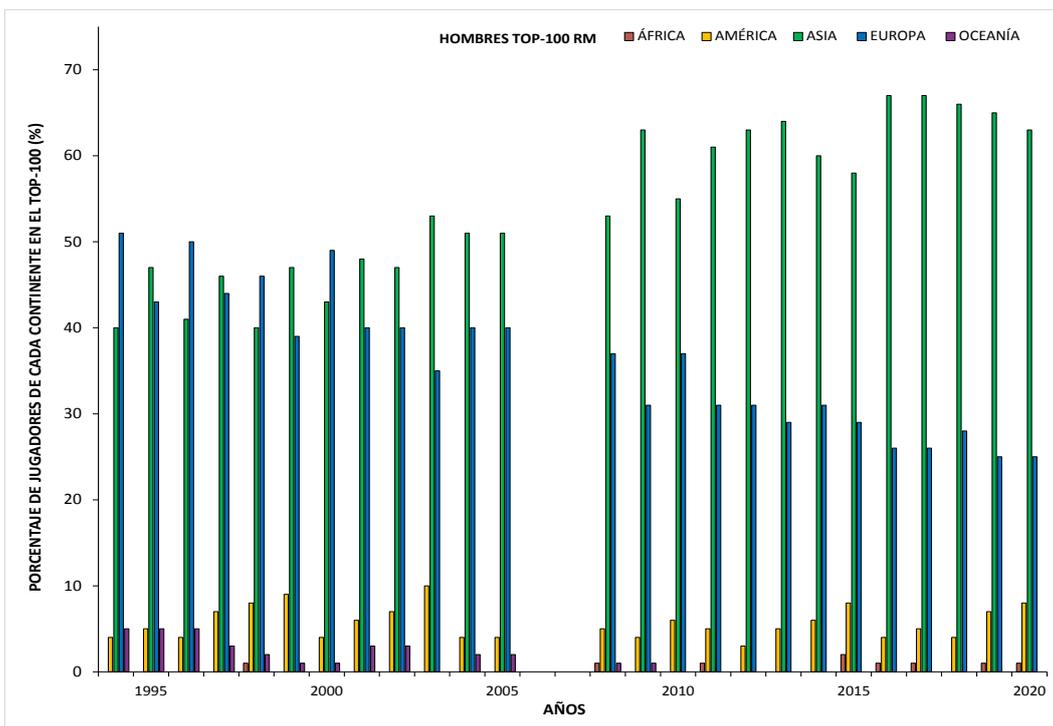


Figura 6: Porcentaje del número de jugadores que hay de cada continente en el top-100 del RM en hombres.

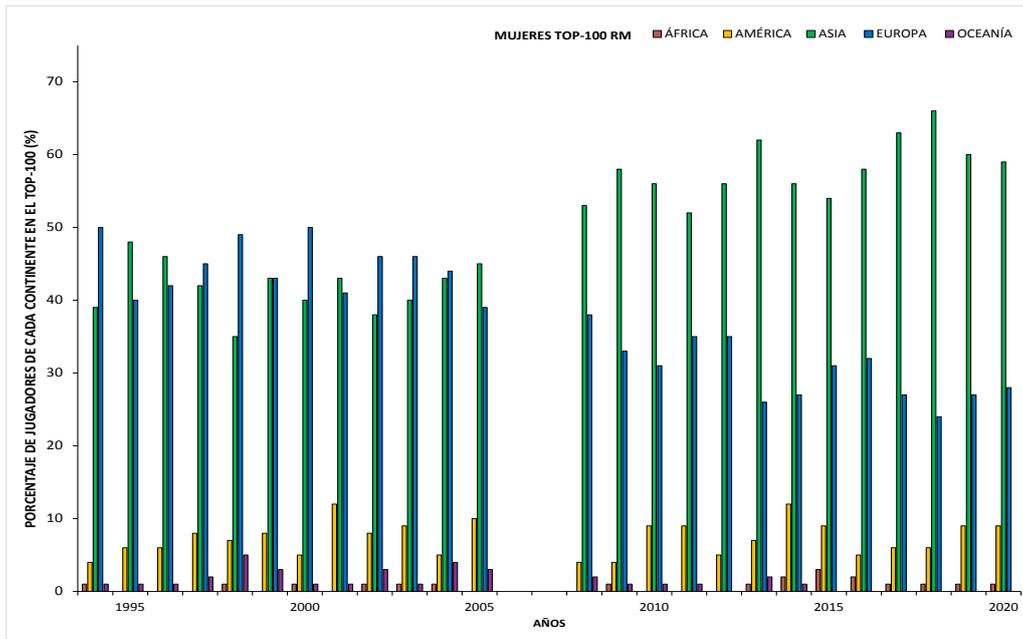


Figura 7: Porcentaje del número de jugadores que hay de cada continente en el top-100 del RM en mujeres.

La Figura 8 muestra la frecuencia relacionada con la edad del top-100 del RM en intervalos de 1 año durante el periodo analizado (1994-2020). Tanto la curva de los hombres como la de las mujeres muestran una distribución en U invertida con la mayoría de los jugadores de bádminton entre los 21 y los 28 años en los hombres y entre los 19 y 26 años en las mujeres, pero las curvas fueron estadísticamente diferentes ($p > 0.01$). Mientras que la frecuencia máxima de los jugadores de bádminton fue de 23-24 años, la frecuencia máxima de las jugadoras de bádminton fue de 21-22 años.

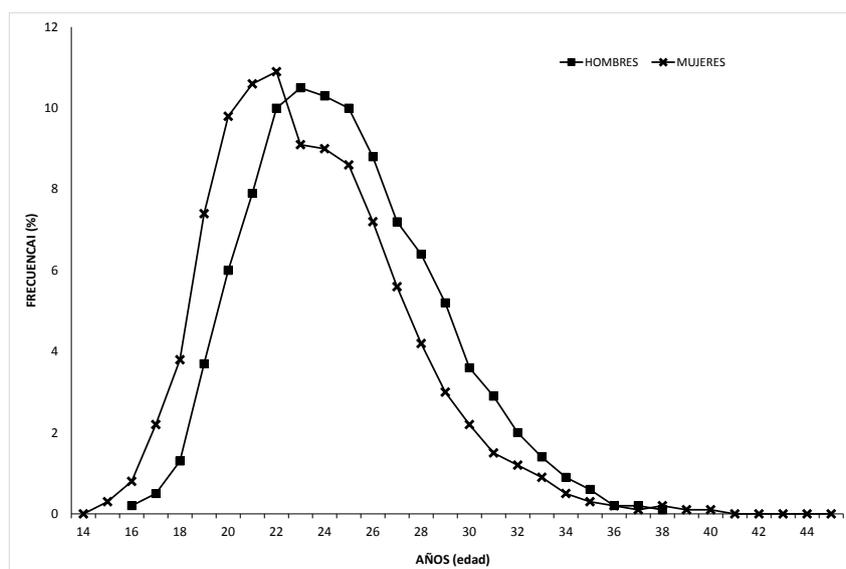


Figura 8: Distribución de la frecuencia relacionada con la edad del top-100 en hombres y en mujeres a intervalos de 1 año.

En la Tabla 1 podemos observar cómo la distribución de frecuencias según la edad de los jugadores y jugadoras ha cambiado en algunos tramos de edad en las últimas décadas. En los años 90, la mayoría de los jugadores de bádminton (hombres y mujeres) tenían entre 21 y 25 años (hombres: 51.6%; mujeres: 50.6%), con frecuencias más bajas para los jugadores y jugadoras mayores (>30 años). En los hombres en la década del 2010 a pesar de haber reducido el porcentaje del tramo de edad de 21 a 25 años respecto a la década del 2000 sigue siendo el tramo con mayor número de jugadores (45.4%), sin embargo, el tramo de edad de mayores de 30 años se ha visto triplicado respecto a los años 90 (90's: 3.9% vs 10's: 11.9%). En las mujeres en la década del 2010 se redujo el tramo de 26 a 30 años. Comparando los hombres con las mujeres en la década del 2010 hubo un mayor porcentaje de mujeres de 14 a 20 años y un mayor porcentaje de hombres de 26 a 30 años y mayores de 30 años.

Tabla 1: Distribución de frecuencias del top-100 del RM bádminton de hombres y mujeres según su edad en las últimas décadas (90's, 00's y 10's) *Diferencias significativas respecto a la década 10's ($p < 0.01$); #Diferencias significativas entre las décadas 90's y 00's ($p < 0.01$). † Diferencias significativas respecto a las mujeres ($p < 0.01$).

SEXO	TRAMO DE EDAD	DÉCADAS		
		90's	00's	10's
HOMBRES	14-20 años (%)	14,5 * †	12,1 †	10,2 †
	21-25 años (%)	51,6	52,0 *	45,4
	26-30 años (%)	30,1 †	30,3	32,5 †
	> 30 años (%)	3,9 *	5,6 *	11,9 †
MUJERES	14-20 años (%)	26,8	23,2	25,8
	21-25 años (%)	50,6	44,6	48,7
	26-30 años (%)	18,0	26,6 # *	20,0
	> 30 años (%)	4,6	5,5	5,5

Con relación a la permanencia de los jugadores de bádminton entre los 100 mejores del RM, los hombres permanecieron un periodo de 4.2 ± 3.4 años, mientras que las mujeres lo hicieron 3.9 ± 3.1 años. Más del 55% de los jugadores (hombres y mujeres) que llegaron al top-100 permanecieron allí entre 1 y 3 años y sólo el 8.9% de los hombres y el 7.2% de las mujeres permanecieron 10 años o más (Tabla 2).

Tabla 2: Distribución del número de años que permanecieron los jugadores y jugadoras de bádminton en el top-100 del RM.

Nº DE AÑOS EN EL TOP-100	HOMBRES (n=593)	MUJERES (n=638)
1-3 años (%)	55,1	57,8
4-6 años (%)	21,6	18,7
7-9 años (%)	14,3	16,3
> 9 años (%)	8,9	7,2

7. DISCUSIÓN:

Los principales resultados de esta investigación fueron los siguientes: a) la edad media de los 100 mejores jugadores ha aumentado tanto en hombres como en mujeres en los últimos 26 años (Figura 1), siendo mayor en la modalidad de IM pues incrementó de 23.7 ± 3.2 años en 1994 a 26.3 ± 4.4 años en 2020 ($p < 0.001$) mientras que en la modalidad de IF fue de 22.8 ± 3.8 años en 1994 a 24.7 ± 3.3 años en 2020 ($p < 0.001$); b) la edad media de los 32 mejores jugadores ha aumentado tanto en las modalidades de IM como de IF (Figura 2), habiendo un aumento significativo en la edad media de los hombres a partir de 2008 y en años específicos en las mujeres, se incrementó de 24.1 ± 3.6 años en 1994 a 26.1 ± 4.0 años en 2020 ($p < 0.001$) y de 22.2 ± 3.6 años a 24.4 ± 3.3 años en 2020 ($p < 0.001$) respectivamente; c) la edad media del top-100 y del top-32 por lo general desciende el año siguiente de celebrarse los Juegos Olímpicos tanto en la modalidad de IM como de IF; d) aunque la distribución de frecuencias de edad de jugadores y jugadoras en el top-100 en el tiempo analizado son muy similares, se ve claramente desplazada a edades más tempranas en el caso de las mujeres (21-22 años) con relación a los hombres (23-24 años) (Figura 8); e) en los 90's, la mayoría de los jugadores de bádminton tenían entre 21 y 25 años (hombres: 51.6%; mujeres: 50.6%) y había una frecuencia más baja para mayores de 30 años, pero en la década del 2010 este último tramo se triplicó en los hombres respecto a los años 90 (90's: 3.9% vs 10's: 11.9%). En la década del 2010 hubo un mayor porcentaje de mujeres de 14 a 20 años respecto a los hombres, pero fue significativamente menor en los tramos de 26 a 30 años y mayores de 30 años (Tabla 1); f) la edad de entrada en el top-100 del RM en mujeres se ha mantenido relativamente constante, mientras que en los hombres se ha registrado una disminución de edad respecto a la primera entrada en 2001, 2012 y 2019 (comparado con 1995, $p < 0.05$) (Figura 3); g) las mujeres alcanzan su mejor ranking a una edad más temprana para el top-10, top-25, top-50, top-75 y top-100 respecto a los hombres (Figura 4); h) los hombres alcanzan su máximo rendimiento entorno a los 25 años y las mujeres entre los 23 y los 24 años; i) la permanencia media dentro del top-100 del RM fue de un periodo de 4.2 ± 3.4 años en hombres, mientras que en las mujeres fue de 3.9 ± 3.1 años (Tabla 2); j) el número de países representados en el top-100 ha ido oscilando entre los 29 y los 38 por hombres y entre los 30 y 42 por las mujeres (Figura 5), pero a partir de 2008 el dominio de jugadores y jugadoras de Asia es indiscutible con más del 60% de la representación del top-100,

seguido por Europa (~30%) y América con menos del 10%, dejando a África y Oceanía prácticamente sin representación.

En concordancia con estudios previos en los que se ha analizado también la influencia de la edad en el rendimiento como los realizados en triatlón (Longo et al., 2016), natación (Knechtle et al., 2016; König et al., 2014) y en tenis (Gallo-Salazar et al., 2015), nuestros resultados indican una clara evolución hacia edades más avanzadas en el bádminton profesional tanto en hombres como en mujeres. En la actualidad la media de edad de los hombres del top-100 de bádminton está en torno a los 26 años y en torno a los 24 años en la modalidad femenina, muy parecidos a los datos que obtuvieron Hollings et al. (2014) en atletismo en donde se observó que el máximo rendimiento en atletismo se alcanza entre los 23 y los 28 años y a los que consiguieron Longo et al. (2016) analizando las mejores actuaciones de 40 disciplinas diferentes de los Juegos Olímpicos del año 2012, donde se observó que el 72% de los deportistas se encontraban entre los 20 y los 30 años. Además, todas las variables estudiadas indican que las mujeres registraron una edad menor que los hombres como también se observó en el estudio realizado por Gallo-Salazar et al. (2015) con tenistas. La edad media de los 100 mejores tenistas masculinos fue mayor que la de las mujeres (25.1 ± 3.5 años para los hombres frente a 23.9 ± 3.9 años para las mujeres; $p < 0.01$). Curiosamente, en nuestro estudio, el aumento de la edad media del top-100 y del top-32 del RM en hombres se hace significativo año tras año a partir de 2010 (comparado con 1994, $p < 0.05$) al igual que ocurrió en el tenis (Gallo-Salazar et al., 2015). Sin embargo, en las mujeres este incremento solo fue significativo en 2002, 2008 y 2020 (comparado con 1994, $p < 0.05$).

Aunque nuestra investigación no puede explicar las causas que han determinado este aumento de la edad media de los jugadores y jugadoras profesionales de bádminton de la modalidad individual, sí podemos especular que este incremento de la edad se puede deber, entre otras cosas, a la mejora de los programas de entrenamiento. Ahora se cuenta con unos mejores equipos de entrenamiento, una mejor tecnología, un mayor conocimiento sobre el deporte y una serie de programas de entrenamientos enfocados en la identificación y prevención de lesiones (Jorgensen & Winge, 1990; Kimura et al., 2010; Li Goh et al., 2013). De hecho, gracias a la preparación de los entrenadores y a la introducción de las nuevas tecnologías como herramienta de trabajo, la preparación táctica ha ido cobrando cada vez más relevancia (Chen et al., 2011). Actualmente, los jugadores estudian diferentes tácticas de juego en función del oponente contra el que se

vayan a enfrentar (Su & Liu, 2018). Por todo ello, en relación con las conclusiones de Longo et al. (2016) en donde se observó que los deportes donde la táctica era determinante los atletas eran mayores que en aquellos deportes exclusivamente técnicos, pensamos que esta evolución del deporte puede ser otro factor influyente en el aumento de la edad media del bádminton de élite.

La media de edad más elevada hallada en los jugadores de bádminton no está relacionada con una entrada posterior en el top-100 del RM como pudo suceder en el tenis en el caso de los hombres (Gallo-Salazar et al., 2015). En contraposición, se ha registrado una menor edad respecto a la primera entrada en el top-100 en 2001, 2012 y 2019 (comparado con 1995, $p < 0.05$) en la modalidad de IM como se puede observar en la Figura 3. Pero, aunque la media de edad haya aumentado respecto a los datos de 1994, los jugadores siguen entrando en el top-100 del RM en torno a los 22 años. Y, por la parte de la modalidad femenina, tampoco se han encontrado diferencias significativas en ningún año comparado con el primer año de registro (1995, $p < 0.05$). En este caso, la edad de entrada no se ha reducido significativamente, pero tampoco ha aumentado, lo cual nos indica que al igual que en los hombres, el aumento de la edad media no se debe a que las jugadoras entren más tarde en el top-100 del RM. Por otro lado, en relación con los resultados de Gallo-Salazar et al. (2015) con tenistas, la media de edad de la primera entrada en el top-100 de los hombres fue más elevada que la de las mujeres, siendo significativamente mayor ($p < 0.05$) en seis años: 2000, 2004, 2008, 2015, 2016 y 2018, obteniendo la mayor diferencia en 2018. Esto puede deberse a que la edad de maduración de la chicas es más precoz que la de los chicos (Malina et al., 1991; Marshall & Tanner, 1969, 1970), por ello, es natural que alcancen un rendimiento mayor antes que los hombres.

Sin embargo, el aumento de la media de edad del top-100 de RM los jugadores de bádminton sí se debe a un descenso del porcentaje de jugadores con veinte años o menos y a un aumento del porcentaje de jugadores mayores de 30 años como también sucedió en el caso del tenis (Gallo-Salazar et al., 2015) y en los triatletas de los últimos mundiales (Gallmann et al., 2014). Como se puede observar en la Tabla 1, el porcentaje de jugadores de veinte años o menos era significativamente mayor en la década de 1990 (14.5%) en comparación con la década la de 2010 (10.2%) y el porcentaje de jugadores mayores de 30 años fue significativamente menor en las décadas de 1990 (3.9%) y 2000 (5.6%) frente a la del 2010 (11.9%). Este cambio en la distribución de las frecuencias del top-100 del

RM masculino lo atribuimos a la evolución de los programas de entrenamiento, la formación de los entrenadores y preparadores físicos, la inclusión de las dietas como parte de la planificación deportiva y a la incorporación de los equipos de fisioterapeutas y médicos que los deportistas tienen detrás lo cual permiten alargar la vida profesional de los jugadores durante más tiempo (Gallo-Salazar et al., 2015). En cambio, la distribución de frecuencias del top-100 del RM de las mujeres se ha mantenido constante en las tres décadas a excepción del intervalo de 26 a 30 años el cual fue significativamente superior en la década de los 2000 frente a la de 1990 y la de 2010. En la década de los 90, el porcentaje de hombres y mujeres mayores de 30 años era similar (del 3.9% y el 4.6% respectivamente), actualmente (década del 2010) existe una diferencia significativa entre el porcentaje de hombres mayores de 30 años (11.9%) frente al de las mujeres (5.5%).

En relación con el apartado anterior, la edad media de los jugadores y jugadoras de bádminton está aumentando de igual manera que está sucediendo en aquellas poblaciones con un gran nivel de vida. Como podemos ver en el informe de United Nations et al. (2019), cuanto mayor es la calidad de vida de un país, más años vive su población y menor es la influencia de la edad sobre el cuerpo humano. Estos factores pueden haber influido en el mantenimiento de los deportistas dentro del top-100 de la élite, siendo los hombres capaces de mantenerse dentro del top-100 un periodo medio de 4.2 ± 3.4 años, mientras que las mujeres lo hacen 3.9 ± 3.1 años. Además, el ~55% de hombres y el ~57% de mujeres permanecen entre 1 y 3 años y sólo el ~9% de los hombres y el ~7% de las mujeres lo hacen 10 años o más. Estos datos también pueden ser reflejo de la brecha de género en el rendimiento deportivo recogida en la investigación de Thibault et al. (2010).

En relación con la evolución de la edad de los jugadores y jugadoras de bádminton del top-100 y top-32 del RM, también se ha observado que, por lo general, el año siguiente a la celebración de unos Juegos Olímpicos (1996, 2000, 2004, 2008, 2012 y 2016), la media de edad desciende en ambas modalidades. Esto puede deberse a que la participación en unos Juegos Olímpicos es una de las mayores metas deportivas que cualquier deportista tiene y por ello son capaces de alargar su vida en el alto rendimiento durante unos años más por ver si son capaces de acceder y participar en este evento tan importante. Tanto si consiguen entrar como si no, lo más normal es que aquellos deportistas que ya alcanzaron su pico de forma varios años atrás decidan dejar de competir a tan alto nivel. También puede darse el caso de que su cuerpo no les permita seguir el ritmo tan exigente que la alta competición requiere y por lo tanto decidan retirarse.

En cuanto a la hora de alcanzar el máximo rendimiento, se ha observado que las mujeres alcanzan su mejor ranking a una edad más temprana que los hombres para el top-10, top-25, top-50, top-75 y top-100 (Figura 4). Por otro lado, se puede ver que los hombres no alcanzan su máximo rendimiento el primer año que entran en el top-100, lo hacen un poco más tarde, pues hay una diferencia significativa entre el top-10, top-25 y top-50 frente a la media de edad del top-100 del RM. Esta diferencia entre sexos pensamos que se debe a que las chicas tienen una carrera deportiva algo más corta que sus homólogos y aunque entran antes en el top-100, también son alcanzadas antes su máximo rendimiento.

Por otro lado, a pesar de que el número de países representados en el top-100 ha ido sufriendo pequeñas variaciones a lo largo de los años sin una evolución lineal aparente, sí se ha podido observar un aumento significativo de representación por parte de los países asiáticos. A partir de 2008 alrededor del 60% de la representación del top-100 del RM ha sido asiática tanto para hombres como para mujeres, seguida por Europa (~30%) y América con menos del 10%, dejando a África y a Oceanía prácticamente sin representación. Esto se puede deber al aumento de la práctica de este deporte a nivel global como señalaban Phomsoupha & Laffaye (2015) pero más en concreto, al aumento de las bases de las que se han ido seleccionando los jugadores profesionales de bádminton del continente asiático. Actualmente, el bádminton se ha convertido en el deporte rey de muchos países orientales como China, Indonesia, Malasia y Corea. Por ello pensamos que es normal que haya una mayor representación de jugadores (hombres y mujeres) con dicho origen.

Limitaciones del estudio:

Este trabajo presenta unas limitaciones que deben analizarse para poder comprender la aplicabilidad de los resultados. En primer lugar, no se pudieron conseguir los datos de los años 2006 y 2007 por lo que no se incluyeron en el análisis. En segundo lugar, el sistema de juego se modificó en el año 2006 por lo que puede ser que las adaptaciones del sistema de puntuación influyesen en el rendimiento máximo y en la edad media de los jugadores de igual manera que influyó a nivel fisiológico (Abian-Vicen et al., 2013; Chen et al., 2011; Phomsoupha & Laffaye, 2015). En tercer lugar, nosotros hemos asumido que el máximo rendimiento de un jugador es la mejor posición alcanzada

al final de cada año natural en el RM, sin embargo, el pico de forma de un jugador no tiene por qué alcanzarse al final del año, sino que puede darse en otro momento o en una competición específica y no verse reflejado en la posición que ocupa en el RM a final de temporada. Y, por último, al igual que en todos los deportes, el rendimiento en el bádminton se ve influido por varios factores como pueden ser las lesiones, la clasificación y el acceso diferentes competiciones, el sorteo en las fases de grupos, así como los cuadros clasificatorios y las situaciones personales de cada deportista, aspectos que no se han registrado en este trabajo.

8. CONCLUSIONES:

Como conclusión, el presente estudio demuestra que el bádminton profesional está envejeciendo tanto en la modalidad de IM como en la de IF ya que la edad media de los 100 mejores jugadores y jugadoras del RM ha aumentado de 23.7 ± 3.2 años en 1994 a 26.3 ± 4.4 años en 2020 ($p < 0.001$) y de 22.8 ± 3.8 años en 1994 a 24.7 ± 3.3 años en 2020 ($p < 0.001$) respectivamente. Además, las mujeres entran antes que los hombres al top-100 del RM, obteniendo la mayor diferencia en 2018 y alcanzan su mejor ranking a una edad menor que los hombres.

En relación con la distribución de frecuencias según la edad, en los hombres el tramo de edad de mayores de 30 años en la década del 2010 se ha visto triplicado respecto a los años 90. Comparando los hombres con las mujeres en la década del 2010 hubo un mayor porcentaje de mujeres de 14 a 20 años y un mayor porcentaje de hombres de 26 a 30 años y mayores de 30 años. Más del 55% de los jugadores (hombres y mujeres) que llegaron al top-100 permanecieron allí entre 1 y 3 años y sólo el ~9% de los hombres y el ~7% de las mujeres permanecieron 10 años o más.

Respecto a la procedencia de los jugadores, a partir de 2008 el dominio de jugadores y jugadoras de Asia es indiscutible con más del 60% de la representación del top-100 del RM, seguido por Europa (~30%) y América con menos del 10%, dejando a África y Oceanía prácticamente sin representación.

Aunque se trata de un estudio basado en jugadores de élite (alto nivel o rendimiento), los resultados obtenidos en esta investigación se pueden extrapolar a cualquier jugador de bádminton de cualquier nivel. Tal vez el pico de máximo rendimiento de jugadores de menor nivel a los de nuestro estudio se alcanzaría en la misma franja de edad por los estados de maduración, pero el mantenimiento de dicho rendimiento podría ser algo mayor pues el nivel de exigencia físico, emocional y psicológico al que se ven sometidos los jugadores no profesionales es menor que en el deporte de alto rendimiento. Por ello, pensamos que los resultados obtenidos en esta investigación pueden ser de gran ayuda a clubes y entrenadores tanto de nivel internacional como de nivel nacional y autonómico.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Abián, P. (2015). *Análisis de la estructura del juego y parámetros morfológicos y fisiológicos en bádminton* (Tesis Doctoral) Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. http://oa.upm.es/35047/1/PABLO_ABIAN_VICEN.pdf
- Abián, P., Castanedo, A., Feng, X. Q., Sampedro, J., & Abian-Vicen, J. (2014). Notational comparison of men's singles badminton matches between Olympic Games in Beijing and London. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(1), 42-53. <https://doi.org/10.1080/24748668.2014.11868701>
- Abian-Vicen, J., Castanedo, A., Abian, P., & Sampedro, J. (2013). Temporal and notational comparison of badminton matches between men's singles and women's singles. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(2), 310-320. <https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868650>
- Bacil, E. D. A., Júnior, O. M., Rech, C. R., Legnani, R. F. dos S., & de Campos, W. (2015). Physical activity and biological maturation: A systematic review. *Revista Paulista de Pediatria (English Edition)*, 33(1), 114-121. [https://doi.org/10.1016/S2359-3482\(15\)30037-3](https://doi.org/10.1016/S2359-3482(15)30037-3)
- Cabello Manrique, D. (2003). Analysis of the characteristics of competitive badminton. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1), 62-66. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.1.62>
- Chen, H.-L., & Chen, T. C. (2008). Temporal Structure Comparison of the New and Conventional Scoring Systems for Men's Badminton Singles in Taiwan. *J Exerc Sci Fit*, 6(1), 10.
- Chen, H.-L., Wu, C.-J., & Chen, T. C. (2011). Physiological and Notational Comparison of New and Old Scoring Systems of Singles Matches in Men's Badminton. *Asian Journal of Physical Education & Recreation*, 17(1), 6-17.

- Chin, M. K., Wong, A. S., So, R. C., Siu, O. T., Steininger, K., & Lo, D. T. (1995). Sport specific fitness testing of elite badminton players. *British Journal of Sports Medicine*, 29(3), 153-157. <https://doi.org/10.1136/bjism.29.3.153>
- Downey, J. (1982). *Winning badminton singles*. E.P Publications.
- Fernandez-Fernandez, J., de la Aleja Tellez, J. G., Moya-Ramon, M., Cabello-Manrique, D., & Mendez-Villanueva, A. (2013). Gender Differences in Game Responses During Badminton Match Play: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9), 2396-2404. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827fcc6a>
- Gallmann, D., Knechtle, B., Rüst, C. A., Rosemann, T., & Lepers, R. (2014). Elite triathletes in 'Ironman Hawaii' get older but faster. *AGE*, 36(1), 407-416. <https://doi.org/10.1007/s11357-013-9534-y>
- Gallo-Salazar, C., Salinero, J. J., Sanz, D., Areces, F., & del Coso, J. (2015). Professional tennis is getting older: Age for the top 100 ranked tennis players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(3), 873-883. <https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868837>
- Gawin, W., Beyer, C., & Seidler, M. (2015). A competition analysis of the single and double disciplines in world-class badminton. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(3), 997-1006. <https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868846>
- Ghosh, A. K. (2008). Heart Rate and Blood Lactate Responses during Execution of Some Specific Strokes in Badminton Drills. *International Journal of Applied Sport Sciences*, 20(2), 27-36.
- Hollings, S. C., Hopkins, W. G., & Hume, P. A. (2014). Age at Peak Performance of Successful Track & Field Athletes. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 9(4), 651-661. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.9.4.651>

- Jorgensen, U., & Winge, S. (1990). Injuries in Badminton. *Sports Medicine*, 10(1), 59-64. <https://doi.org/10.2165 / 00007256-199010010-00006>
- Kimura, Y., Ishibashi, Y., Tsuda, E., Yamamoto, Y., Tsukada, H., & Toh, S. (2010). Mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in badminton. *Br J Sports Med*, 5. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.074153>
- Knechtle, B., Bragazzi, N., König, S., Nikolaidis, P., Wild, S., Rosemann, T., & Rüst, C. (2016). The Age in Swimming of Champions in World Championships (1994–2013) and Olympic Games (1992–2012): A Cross-Sectional Data Analysis. *Sports*, 4(1), 17. <https://doi.org/10.3390/sports4010017>
- König, S., Valeri, F., Wild, S., Rosemann, T., Rüst, C., & Knechtle, B. (2014). Change of the age and performance of swimmers across World Championships and Olympic Games finals from 1992 to 2013 – a cross-sectional data analysis. *SpringerPlus*, 3(1), 652. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-652>
- Li Goh, S., Halim Mokhtar, A., & Ali MR, M. (2013). Badminton injuries in youth competitive players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(1), 65-70.
- Liddle, S. D., Murphy, M. H., & Beakley, W. (1996). A comparison of the physiological demands of singles and doubles badminton: A heart rate and time/motion analysis. *Jornal of Human Movement Studies*, 30, 159-176.
- Longo, A. F., Siffredi, C. R., Cardey, M. L., Aquilino, G. D., & Lentini, N. A. (2016). Age of peak performance in Olympic sports: A comparative research among disciplines. *Journal of Human Sport and Exercise*, 11(1). <https://doi.org/10.14198/jhse.2016.111.03>
- Malina, R., Bouchard, C., & Bad-Or, O. (1991). *Growth, Maturation, and Physical Activity* (2.^a ed.). Human Kinetics.

- Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1969). Variations in Pattern of Pubertal Changes in Girls. *Archives of Disease in Childhood*, 44(291), 14.
<https://doi.org/10.1136/adc.44.235.291>
- Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1970). Variations in the Pattern of Pubertal Changes in Boys. *Archives of Disease in Childhood*, 45(239), 13-23.
<https://doi.org/10.1136/adc.45.239.13>
- Pearce, A. J. (2002). A Physiological and Notational Comparison of the Conventional and New Scoring Systems in Badminton. *Journal of Human Movement Studies*, 43, 49-67.
- Phomsoupha, M., & Laffaye, G. (2015). The Science of Badminton: Game Characteristics, Anthropometry, Physiology, Visual Fitness and Biomechanics. *Sports Medicine*, 45(4), 473-495. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0287-2>
- Schulz, R., & Curnow, C. (1988). Peak Performance and Age Among Superathletes: Track and Field, Swimming, Baseball, Tennis, and Golf. *Journal of Gerontology*, 43(5), 113-120. <https://doi.org/10.1093/geronj/43.5.P113>
- Su, Y., & Liu, Z. (2018). Position Detection for Badminton Tactical Analysis based on Multi-person Pose Estimation. *14th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD)*, 379-383.
<https://doi.org/10.1109/FSKD.2018.8686917>
- Thibault, V., Guillaume, M., Berthelot, G., Helou, N. E., Schaal, K., Quinquis, L., Nassif, H., Tafflet, M., Escolano, S., Hermine, O., & Toussaint, F. (2010). Women and men in sport performance: The gender gap has not evolved since 1983. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 214-223.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, & Population Division.

(2019). *World population prospects Highlights, 2019 revision Highlights, 2019 revision.*

Westerterp, K. R., & Meijer, E. P. (2001). Physical Activity and Parameters of Aging: A

Physiological Perspective. *The Journals of Gerontology Series A: Biological*

Sciences and Medical Sciences, 56(Supplement 2), 7-12.

https://doi.org/10.1093/gerona/56.suppl_2.7