



ORIGINAL

# Estudio prospectivo de maduración, desarrollo e incidencia lesional en balonmano formativo de élite. ¿Puede el estado madurativo ser un factor determinante de la incidencia lesional en balonmano?



Mauricio Mónaco<sup>a,b,c,\*,1</sup>, José A. Gutiérrez Rincón<sup>a,d</sup>,  
J. Bruno Montoro Ronsano<sup>e</sup>, Franchek Drobnic<sup>a,f</sup>, Lluís Til Pérez<sup>a,f</sup>,  
Lourdes Ibáñez Toda<sup>g</sup>, Carles Pedret Carballido<sup>i,j</sup>, Joan Nardi Vilardaga<sup>h</sup> y Gil Rodas<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Servicios Médicos, Futbol Club Barcelona, Barcelona, España*

<sup>b</sup> *Unidad Pediatría Primaria, Xarxa Sanitària i Social de Santa Tecla, Tarragona, España*

<sup>c</sup> *Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Barcelona (Hospital Vall d'Hebron), Barcelona, España*

<sup>d</sup> *Consell Català de l'Esport, Barcelona, España*

<sup>e</sup> *Servicio de Farmacia, Hospital Vall d'Hebron, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España*

<sup>f</sup> *GIRSANE CAR Sant Cugat-Consorti Sanitari de Terrassa, Barcelona, España*

<sup>g</sup> *Sección Endocrinología, Hospital Sant Joan de Déu, Universidad de Barcelona, Barcelona, España*

<sup>h</sup> *Departamento de Cirugía, Servicio de Traumatología y Ortopedia, Hospital Vall d'Hebron, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España*

<sup>i</sup> *Unidad de Medicina Deportiva, Clínica Diagonal, Barcelona, España*

<sup>j</sup> *Unidad de Medicina del Tenis, Clínica Mapfre, Barcelona, España*

Recibido el 17 de mayo de 2014; aceptado el 8 de julio de 2014

Disponible en Internet el 8 de octubre de 2014

## PALABRAS CLAVE

Balonmano;  
Lesiones deportivas;  
Estado madurativo

**Resumen** El objetivo de este estudio es describir la relación entre incidencia lesional (IL) y estado madurativo de jugadores varones de balonmano formativo (BmF) de alto nivel competitivo. Se analizan durante 2 temporadas la incidencia de lesión deportiva de forma prospectiva en 133 jugadores, los criterios de maduración biológica y la carga física de exposición. Se siguieron los criterios para estudios de epidemiología lesional según el consenso UEFA.

Las variables utilizadas para analizar el estado madurativo son los estadios de Tanner, la pubertad, el pico de velocidad de crecimiento, el volumen testicular y la edad ósea. Se registraron 190 lesiones para un total de 34.222 h de exposición.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [mauricio.monaco@fcbarcelona.cat](mailto:mauricio.monaco@fcbarcelona.cat) (M. Mónaco).

<sup>1</sup> Mauricio Mónaco está realizando el Doctorado en el Departamento de Cirugía del Hospital Vall d'Hebron de Barcelona (Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Medicina) y el presente trabajo forma parte de ello.

La IL total media de todas las categorías fue de 5,6 lesiones/1.000 h de exposición. En competición, el valor fue de 21,8 lesiones/1.000 h, y en entrenamientos, de 3,1 lesiones/1.000 h. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre IL, la edad cronológica y los diferentes estados madurativos por ANOVA.

El análisis estadístico multivariante registra cierta tendencia entre las asociaciones de IL en competición para categoría ( $p=0,07$ ), y en la IL en entrenamientos para Tanner ( $p=0,091$ ) y pubertad ( $p=0,021$ ).

En conclusión, si bien no se detectaron diferencias significativas en la IL por edades en jugadores de BmF, sí se aprecia una tendencia real en determinados estadios madurativos mediante el análisis multivariante. Esto deberá tenerse en cuenta para planificación entrenamientos y estrategias de prevención de la lesión deportiva en el contexto del BmF.

© 2014 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## KEYWORDS

Handball;  
Sports injury;  
Sexual maturity

## Prospective study of maturity, development, and injury incidence in a professional Handball Academy. Could 'maturational status' be a risk factor for injury incidence in different handball team categories?

**Abstract** The objective of this study is to determine the relationship between injury incidence (IL) and maturity stage in male elite handball players. A prospective study was conducted during two seasons, evaluating the sports injuries, maturity status and exposure time in hours in 133 young handball players, using the UEFA methodology model for epidemiological studies.

The maturity stage with different parameters is presented, as well as Tanner's stage, puberty stages, peak high velocity, testicular volume, and the bone age. Finally, 190 injuries from a total of 34,222 hours of exposure were registered.

The mean total Injury Incidence (IL) by categories was 5.6 injuries/1000 hours of exposure. Injury incidence during competition: 21.8 injuries/1000 hours and in training: 3.1 injuries/1000 h, with no statistically significant differences between IL, chronological age, and different maturity stages using ANOVA.

The multivariate statistical analysis showed a tendency of associations between IL in competition category ( $P=.07$ ), and the IL in training for Tanner ( $P=.091$ ) and puberty ( $P=.021$ ).

In conclusion: There was a significant difference in total IL by age categories in handball players, and there was a statistically significant tendency as regards when maturity stages using multivariate analysis. This last result should be taken into account when planning training seasons and strategies for injury prevention in the context of the handball training.

© 2014 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

El balonmano es uno de los deportes más practicados en España y Europa<sup>1</sup>. Aunque saludable<sup>2</sup>, es, después del fútbol, el deporte de equipo con mayor riesgo de padecer lesiones<sup>3-5</sup>. Para entender las características de estas y poder establecer herramientas de prevención, son básicos los estudios epidemiológicos, sobre todo durante el proceso de crecimiento y maduración<sup>3-6</sup>.

El período final de la transición entre la infancia y el ser adulto es la pubertad. Se inicia por una secuencia de cambios madurativos regulados por factores neuroendocrinos y hormonales que actúan bajo el influjo ambiental y la aparición de caracteres sexuales secundarios<sup>7,8</sup>. Estos últimos se evalúan mediante los criterios de estadificación de Tanner y la medición del tamaño testicular en los varones<sup>9,10</sup>. Por otro lado, aspectos relacionados con el crecimiento se valoran con el pico de velocidad de crecimiento (PVC), que ocurre hacia la mitad de la pubertad tras una exposición significativa a

andrógenos (volumen testicular medio de 12 cm<sup>3</sup> y Tanner 3 a 4)<sup>11</sup>. En este sentido, la mayoría de estudios sobre maduración en el deporte consideran la edad ósea como normal cuando la diferencia con la edad cronológica es inferior o igual a un año<sup>10</sup>.

Todos estos cambios condicionan el desarrollo somático, que no solo influye en el rendimiento físico sino también en el tipo de lesiones.

El objetivo del presente estudio es describir la relación entre el estado madurativo y la incidencia lesional (IL) en un grupo de deportistas de balonmano formativo (BmF) al más alto nivel de sus diversas categorías.

## Material y método

### Marco

Se realizó el seguimiento en jugadores masculinos de BmF de un club del sur de Europa que se encuentra entre los 3

**Tabla 1** Criterios de inclusión e exclusión de la primera y segunda etapa del estudio

Criterios de inclusión general (primera etapa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jugadores de balonmano de la institución en estudio</li> <li>• Equipos Senior B hasta infantil</li> <li>• Sexo: masculino</li> <li>• Haber pasado la revisión médico deportiva protocolizada del club</li> <li>• Dar el consentimiento informado escrito según declaración de Helsinki</li> </ul>
Criterios de exclusión general (primera etapa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar menos del 75% de la carga de exposición total de la temporada por motivos técnicos deportivos (bajas técnicas o traspasos)</li> <li>• Lesiones de causa no deportiva o que no sucedieron en relación al deporte en estudio</li> </ul>
<i>Criterios de inclusión del estudio madurativo (segunda etapa)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Equipos Infantil hasta Juvenil (edades entre 12 y 17 años)</i></li> </ul>
<i>Criterios de exclusión del estudio madurativo (segunda etapa)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Para el análisis del volumen testicular y delta testicular se excluyeron a aquellos que padecían afección testicular que condicionara su tamaño</i></li> <li>• <i>Estudio Delta Tanner (se excluyen Tanner 5 al principio de temporada por ser el valor madurativo máximo)</i></li> <li>• <i>Estudio VT y Delta VT: se excluyen a aquellos con patología testicular que condicione el tamaño.</i></li> </ul>

Los criterios generales (primera etapa) son condicionantes de los madurativos o de segunda etapa.

mejores de la liga nacional en cada categoría. En sus equipos participan el 100% de los jugadores que integran el plan nacional de tecnificación de balonmano masculino.

## Participantes

La sección de balonmano del club consta de 203 jugadores, de los que se descartan los dependientes del primer equipo, quedando 164 que fueron elegidos en función de los criterios de inclusión y exclusión expuestos en la [tabla 1](#).

Se realizó el seguimiento en los equipos correspondientes a las 5 categorías de BmF del club: Infantil, Cadete B, Cadete A, Juvenil y Senior B. Como se realizó durante 2 años, se consideran en total 10 equipos, que se corresponden con 164 jugadores. El Senior B solo participa en determinados momentos como patrón comparativo final en la categorización de IL por categorías. Todos los participantes pertenecen al BmF; sin embargo, en el presente estudio los equipos de categorías infantil hasta juvenil (< 18) son considerados BmF, y el equipo Senior B (> 18) como grupo control.

## Diseño

Estudio prospectivo, longitudinal, descriptivo y observacional según criterios estandarizados STROBE durante 2 temporadas. Todos los jugadores dieron su consentimiento informado al registro de las pruebas y lesiones con motivos médicos, de rendimiento y científicos, de acuerdo con la Declaración de Helsinki. Este estudio fue aprobado por el Comité de ética de las investigaciones clínicas de la Administración deportiva de Cataluña.

Se estudió la IL en los 164 jugadores de distintas edades y categorías y en 133 el estadio madurativo según distintos parámetros: en volumen testicular (VT), Tanner genital (T), pubertad (P) y la evolución de estos parámetros durante la temporada, expresados en valor de incremento, delta T y delta VT. El PVC y la edad ósea se analizaron durante una

temporada en 65 jugadores: los que se hallaban en desarrollo, es decir, los menores de 18 años.

En la [figura 1](#) se muestra el diseño del estudio, y en la [tabla 1](#), los criterios de inclusión y exclusión.

## Planificación y procedimiento

El estudio se realizó durante las temporadas 2011-2012 y 2012-2013. Los deportistas pasaron una revisión médica anual a principio de temporada, según protocolo del club<sup>12,13</sup>.

Cada temporada se presenta en trimestres. Primer trimestre: agosto-septiembre-octubre; segundo trimestre: noviembre-diciembre-enero, y tercer trimestre, febrero-marzo-abril. En mayo se termina la competición, y existe un receso vacacional en junio y julio. Las pruebas de maduración (VT, T, P) se realizaron al final del primer y del tercer trimestre, tal como muestra la [figura 2](#). El PVC se calculó teniendo en cuenta ambas mediciones de talla y la edad ósea durante la evaluación del primer trimestre de la temporada.

## Estudio lesional

El diagnóstico y registro de lesiones las realizó un mismo equipo de trabajo, compuesto por 2 médicos (JAG y MM) especialistas en medicina del deporte con 20 años de experiencia en traumatología del balonmano, y uno de ellos además pediatra, siguiendo las recomendaciones y las definiciones para estudios epidemiológicos lesionales UEFA<sup>14-16</sup>.

Las lesiones, según sucedieron, se clasificaron según el momento y la condición deportiva, entrenamiento o competición, permitiendo una categoría de desconocido cuando la lesión comenzó de forma insidiosa y el deportista no supo definir la razón de la dolencia en las 12 h siguientes a la práctica deportiva.

Las horas de exposición a entrenamientos y partidos fueron registradas por el equipo técnico.

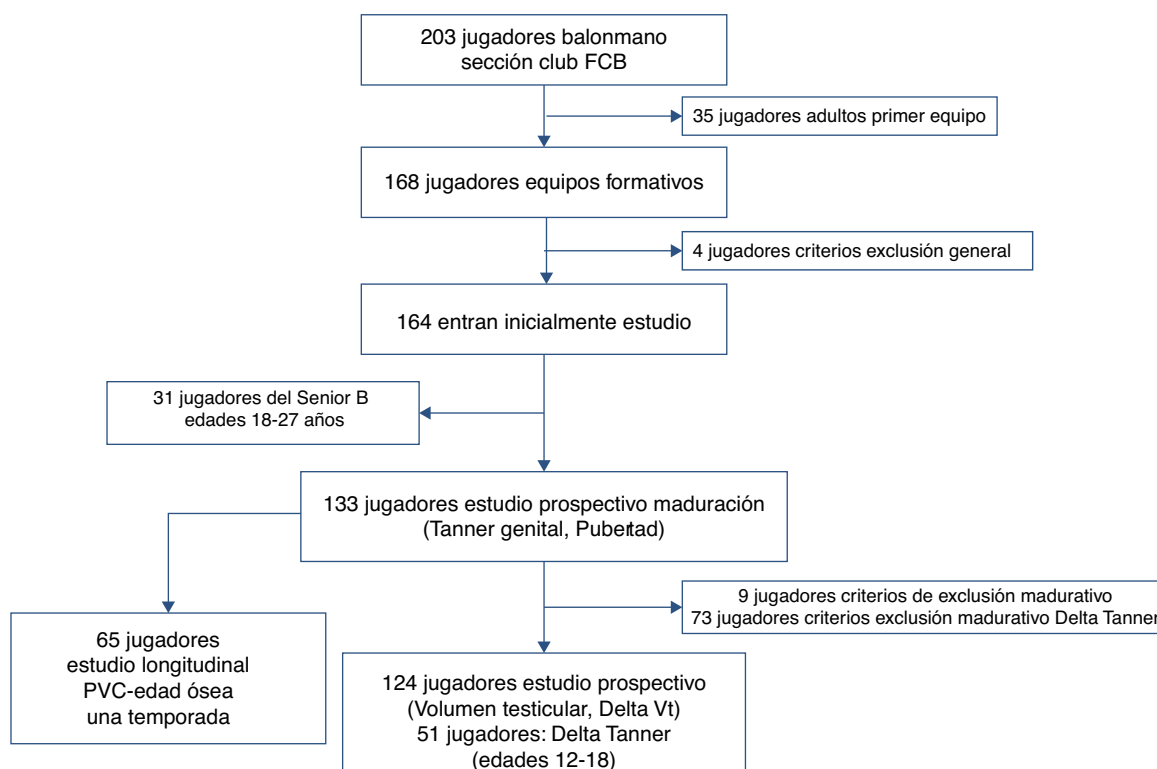


Figura 1 Perfil del diseño del estudio.

## Estado madurativo

El estado madurativo se realizó 2 veces por temporada, durante los mismos meses y en la misma franja horaria cada año (octubre y abril), con una diferencia entre ellos de 6 meses.

Todos los parámetros se evaluaron en un mismo día, por el mismo pediatra, para minimizar la variabilidad estacional e interobservador, excepto la edad ósea en un centro de

referencia externo. El día de la evaluación se suspendieron los entrenamientos y se minimizó la carga de trabajo en las 48 h previas.

## Principales variables valoradas

El peso, la talla y el índice de masa corporal (IMC) se midieron según estándares<sup>17</sup>, y el estado madurativo, según criterios clásicos<sup>18-20</sup>.

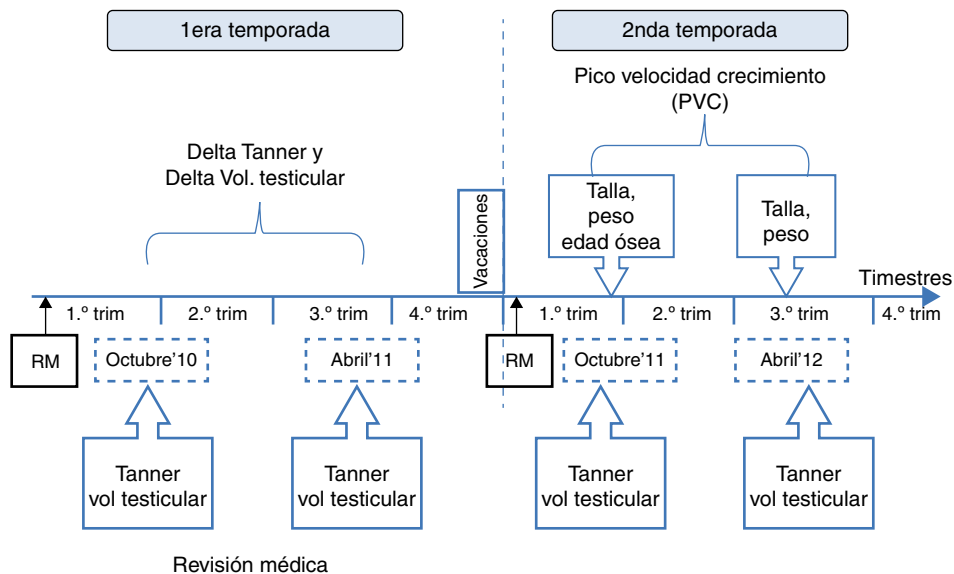


Figura 2 Cronología del estudio.

### Parámetros directos

- **Volumen testicular (VT).** Es el tamaño expresado en centímetros cúbicos evaluado por comparación con el orquímetro de Prader. Con el deportista en bipedestación frente al explorador, se palpa antes y después de la maniobra de Valsalva para descartar patología testicular
- **Tanner genital (T).** Aspecto genital del estadio de Tanner (G1-G5); se evaluó por inspección por personal especializado y experimentado.
- **Edad ósea (EO).** Se identifica por el método de Tanner Whitehouse III (TWIII) con radiografía de la mano izquierda según protocolo consensuado. Se definieron los valores habituales de EO: TWIII – edad cronológica. Si EO < 1, edad retrasada o madurador lento; EO = 1, normal; EO > 1, avanzada o madurador precoz<sup>21</sup>.

### Parámetros indirectos

- **Pubertad.** Se categorizó agrupando valores del VT en un rango preestablecido en relación al periodo puberal (los resultados no ofrecieron diferencias significativas entre los que tenían o no patología testicular).
  - Prepúber o P1 = VT 1-3.
  - Pubertad inicial o P2 = VT 4-6.
  - Pubertad media o P3 = VT 8-12.
  - Pubertad en etapa final o P4 = VT 15-25.
- **Delta Tanner (Delta T).** Es la diferencia entre la segunda y la primera evaluación del Tanner. Se evaluó el carácter dinámico del periodo madurativo y la progresión del individuo en el tiempo.
- **Delta volumen testicular (Delta VT).** Se midió la variación entre la segunda y la primera medición del VT.
- **Pico de velocidad de crecimiento (PVC).** Es la ganancia en centímetros de talla durante 6 meses. Se consideró PVC a 4 o más en 6 meses, que corresponde a una ganancia de 8-12 cm/año.

### Materiales

Se pesaron y midieron con sistema de medición Tanita WB-3000plus (Tokio, Japón) precisión 0,1 kg y estadiómetro Harpenden (Crosswell, Crymych, Pembs, Reino Unido) precisión 1 mm. La radiografía de la palma de la mano y del carpo mediante sistema de rayos X Carestream DRXEvolution (Salt Lake City, UT, EE. UU.). La medición del VT se realizó con un orquímetro de Prader (Holtain Prader Crymych UK Ltd, Reino Unido).

### Análisis estadístico

La influencia de distintos factores, tales como edad cronológica y categoría sobre la IL, expresada como número de lesiones por 1.000 h de exposición, fue analizada mediante un análisis de la varianza, empleando el paquete estadístico SPSS 13.0 para Windows. Análogamente, se realizó también un análisis de la varianza para evaluar la influencia de los parámetros de maduración de Tanner o Pubertad.

También se realizó un análisis múltiple de la varianza para evaluar la influencia de los mismos factores sobre la IL, expresada como lesiones/1.000 h durante la competición o el entrenamiento.

Edad (años)	Jugadores (n)	Edad (años)		Peso (kg)		Talla (cm)		IMC	
		Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
12	8	12,7	0,2	51,9	5,3	166,9	6,5	18,7	2,6
13	33	13,4	0,3	62,7	10,5	172,8	5,9	20,9	3,0
14	35	14,3	0,3	68,7	10,2	177,4	5,2	21,8	2,7
15	29	15,3	0,2	72,8	11,8	179,4	6,1	22,5	2,8
16	17	16,4	0,3	81,4	13,4	184,9	6,7	23,8	3,2
17	13	17,3	0,2	83,2	8,5	184,5	5,8	24,4	1,7
18-27	29	21,1	2,7	85,2	9,1	187,2	8,8	24,4	1,7
Total	164	15,5	2,9	72,8	14,0	179,0	8,6	22,4	3,0
Categoría									
Infantil	33	12,8	0,4	59,3	9,9	170,5	6,0	20,4	2,9
Cadete B	34	13,8	0,4	67,3	10,4	176,5	5,4	21,5	2,8
Cadete A	34	14,7	0,4	71,8	11,6	179,3	5,8	22,3	2,8
Juvenil	32	16,2	0,7	81,6	11,3	184,3	6,1	24,0	2,6
Senior B	31	20,4	2,7	85,2	8,9	187,1	8,6	24,3	1,6
Total	164	15,5	2,9	72,8	14,0	179,4	8,6	22,4	3,0

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal.

## Resultados

En la [tabla 2](#) se exponen los datos descriptivos generales de la población, la media y desviación estándar de la edad, peso, talla e IMC.

Se registraron un total de 190 lesiones deportivas con más de un día de baja, como muestra la [tabla 3](#). Las horas de exposición analizadas fueron un total de 34.222 h, siendo mayor el número de horas de entrenamientos que de partidos. La IL en competición es mayor que en entrenamientos. La IL media total es 5,6; en referencia a los partidos, 21,8, y en los entrenamientos, 3,1.

Las horas de exposición varían según la edad y la categoría, condicionada únicamente al número de sujetos de cada grupo, sin tener un patrón de distribución característico. El equipo Infantil tiene la menor carga de exposición, y el Senior B, la mayor. Sin embargo, este patrón no se mantiene cuando analizamos la IL, pues el Infantil tiene la mayor IL, seguido del Senior B, y el Cadete B, la menor. La falta de patrón también sucede si la exposición es en función de la edad; la mayor exposición entre 18-27 años, y la menor, a los 12 años. Pero la IL por edad registra el mayor pico a los 17 años (8,1), seguido de las edades de 12 y 13 años (6,6 y 6,2, respectivamente). En la [tabla 3](#) se muestra la IL en función de la edad y la categoría. No se encuentra diferencia significativa de la IL total entre edades ni entre las diferentes categorías.

En la [tabla 4](#) se expone la IL según los diferentes parámetros madurativos. Es interesante observar que la mayoría de la población está en la etapa final del desarrollo, el 61% es Tanner 5 y el 37% entre 2 y 4, periodo en que se producen los cambios de interés, 0,9% Prepúber. No existe diferencia significativa en la IL según esta estaticación. La EO confirma que el 66% (n=43) se encuentran en rango normal de edad biológica ósea, mientras que el 15% (n=10) son maduradores lentos y el 17%, avanzados (n=11).

El aspecto evolutivo de la maduración se observa con el paso de un estadio de Tanner al siguiente (Delta Tanner). Para ello se excluyen todos los jugadores con Tanner 5 en la primera valoración de la temporada, quedando un total de 51 jugadores, de los cuales 4 no realizaron la segunda medición por causa no especificada. Este grupo tiene una media de 13,7 años (DE=0,9) de los cuales el 59% (n=30) presentaron un pasaje de estadio de al menos 1 punto (IL 6,5), el 41% restante (Delta Tanner 0 o no evaluados) presentó una IL de 4,7, aunque sin significación estadística (SE).

El análisis del VT constata que todos iniciaron los cambios puberales al inicio del estudio (VT > 4). También permite subclasificar la población según el VT en la variable Pubertad, la cual permite agruparlos y analizar mejor cuando la muestra es pequeña.

La variable Pubertad se realizó sobre un total de 133 deportistas. No se excluyó la presencia de patología testicular porque no había diferencias significativas en los resultados. El 75% de la población es madura o pospúber según esta clasificación, y el 25% se halla en periodo de crecimiento. Con esta variable, la mayor IL se constató en la Pubertad inicial sin SE.

El Delta VT muestra un 46% de la población sin cambios en el tamaño testicular (0 o bien -1; n=57, IL 6,1) y el 58% entre 3 a 10 (n=57, IL media 5,3) sin SE ([tabla 4](#)).

**Tabla 3** Datos descriptivos de incidencia lesional por edad y equipo-categoría

Edad (años)	Jugadores (n)			Lesiones (n)			Horas de exposición			Incidencia lesional		
	Entreno	Competición	Total	Entreno	Desconocida	Total	Entreno	Competición	Total	Entreno	Competición	Total
12	8	3	10	2		10	1.382	140	1.523	3,6	21,4	6,6
13	33	6	39	9		39	5.710	573	6.283	4,2	10,5	6,2
14	35	13	48	5		48	6.407	672	7.080	2,0	19,3	4,4
15	29	10	39	5		39	5.521	474	5.996	3,1	21,1	5,3
16	17	2	19	4		19	3.187	258	3.445	3,5	7,7	4,9
17	13	7	20	1		20	2.380	208	2.589	5,5	33,6	8,1
18-27	29	22	51	3		51	6.748	555	7.303	2,2	39,6	5,5
Total	164	63	227	29		190	31.338	2.883	34.221	3,1	21,8	5,6
Categoría												
Infantil	33	7	40	11		40	5.640	570	6.210	4,4	12,3	6,9
Cadete B	34	9	43	4		43	6.076	660	6.736	2,1	13,6	3,9
Cadete A	34	15	49	5		49	6.528	588	7.116	2,9	25,5	5,5
Juvenil	32	21	53	5		53	5.823	476	6.300	3,6	16,8	5,4
Senior B	31	8	39	4		39	7.270	587	7.857	2,8	40,8	6,1
Total	164	63	227	29		190	31.338	2.883	34.221	3,1	21,8	5,6

**Tabla 4** Incidencia lesional total y parcial en función de entrenamiento o competición durante 2 temporadas y según el nivel de maduración

Parámetros madurativos	Diferentes estadios madurativos	Edad (años)		Índice lesional (número de lesiones/1.000 h)		
		Media	DE	Entrenamiento	Competición	Total
Volumen testicular (cm <sup>3</sup> )	6 a 10	13,6	0,7	3,9	25,8	8,6
	10 a 15	14,1	1,1	3,3	14,8	5,8
	20 a 25	15,4	1,1	3,3	20,4	5,3
Tanner genital (estadios)	2	14	1,1	3,6	15,8	4,5
	3	13,5	0,6	3	17,1	6,5
	4	13,7	1	3,6	9,1	5,6
	5	15,3	1,2	3,1	21	5,3
Edad ósea	Lenta (< 1)	16,1	1,4	1,6	13,5	2,9
	Normal (0)	14,6	1,2	3,4	13,9	5,1
	Avanzada (> 1)	13,9	0,8	4,2	14,2	6,1
Pubertad	P2	13,6	0,7	3,8	21,9	7
	P3	14	1,3	4,4	10,8	6,2
	P4	14,9	1,3	3,1	19	5,4
Delta Tanner	0	13,9	1,1	2,4	9,4	4,3
	1	13,5	0,7	3,6	13,8	6,5
Delta volumen testicular (cm)	2	13,8	0,9	6,7	0	6
	0 a 4	14,1	1,1	2,7	32,2	9,6
	5 a 8	13,7	1,2	4,6	31,3	7,4
PVC (cm)	> 8	14,7	1,1	2,4	21,6	4,7
	0,4 a -1	16,5	0,9	3	11,5	4,3
	0	15	1,2	3,3	22	4,7
	0,5 a 3	14,9	1,4	3,1	13,1	4,8
	4 a 6	13,4	0,4	3,7	7,9	5,5

DE: desviación estándar.

La evaluación del PVC (n=65) muestra que el 11% de la población (n=7) expresa la mayor ganancia de altura en cm/año. Un número similar de sujetos, en total 6, presentan valores sin crecimiento (17%; n=11), y con crecimiento mínimo de 0,5 a 3 cm el 61% (n=40). La edad media fue de 15 años (DE=1). No existe diferencia significativa en la IL según el PVC.

Por último, el análisis multivariante de la IL según edad, categoría, Tanner, VT y Pubertad solo halla diferencia significativa en la IL en competición para la categoría y la IL en entrenamientos para Tanner y Pubertad. No hay diferencia en la IL total en estas variables antes enumeradas (tabla 5).

## Discusión

El principal hallazgo de este estudio es que el subtipo de IL en BmF no presenta diferencias respecto a las edades cronológicas y sí cuando los categorizamos por su estado madurativo. Es la primera vez que un estudio muestra que el factor madurativo puede ser un factor determinante de sufrir lesiones en balonmano.

## Incidencia lesional

La IL en algunos deportes se ha relacionado con una mayor edad cronológica<sup>22</sup>. Sin embargo, en balonmano los

estudios difieren respecto a la edad<sup>5,23</sup>, y algunos condicionados más a los años de práctica que a la edad como factor único<sup>24</sup>. Diferencias en la edad biológica podrían producir una desigualdad competitiva e influir en las lesiones<sup>21</sup>. Algunos autores estudian la relación entre maduración sexual con la aparición de lesiones en fútbol<sup>25,26</sup>, pero no todos estudian la exposición al riesgo, lo cual limita seriamente sus conclusiones<sup>27</sup>.

El estudio de la epidemiología lesional es multifactorial, sobre todo durante el periodo formativo, que está relacionado con un aprendizaje motor, un crecimiento estructural y una ganancia de cualidades físicas que determinan una evolución en el trabajo deportivo. Este estudio tiene un diseño prospectivo, que corresponde a 2 temporadas para minimizar el sesgo limitado por el carácter bimodal de la IL entre temporadas en deportes de equipo. Esto último condicionado en parte por las cargas extra de exposición, en periodos de selecciones nacionales, que no se evalúa en este trabajo, como en la mayoría de estudios<sup>14</sup>. Se delimitó la muestra al sexo masculino para evitar la variabilidad de resultados en relación con el género<sup>28,29</sup>. Como se ha mencionado con anterioridad, el peso, la talla y el IMC se incrementan con la edad, condición por la que la maduración y todos tienen una desviación estándar (DE) por encima de la media española actualizada<sup>17,30</sup>. Esta singularidad de la muestra limita la posibilidad de extrapolar conclusiones a la población general que no reúna las mismas características.

**Tabla 5** Análisis multivariante. Significación estadística de la incidencia lesional según categoría y estado madurativo por Tanner, volumen testicular y pubertad

Variable	Incidencia lesional	F	Significación
<i>Edad</i>	IL total	0,53	NS
	IL competición	1,195	NS
	IL entrenamiento	0,673	NS
<i>Categoría</i>	IL total	0,7	NS
	IL competición	2,4	0,07
	IL entrenamiento	0,37	NS
<i>Estudio Tanner</i>	IL total	1,39	NS
	IL competición	1,78	NS
	IL entrenamiento	2,05	0,091
<i>Delta Tanner</i>	IL total	0,75	NS
	IL competición	1,2	NS
	IL entrenamiento	1,81	NS
<i>Volumen testicular</i>	IL total	0,45	NS
	IL competición	1,27	NS
	IL entrenamiento	0,55	NS
<i>Pubertad</i>	IL total	1,86	NS
	IL competición	0,23	NS
	IL entrenamiento	3,99	0,021

NS: no estadísticamente significativa; VT: volumen testicular.

En términos generales, la IL en competición es mayor que en entrenamientos, lo que coincide con la bibliografía<sup>28,31</sup>. Se debe considerar que, para este trabajo, las horas de exposición en competición se estiman por categoría y posición de juego. Al analizar la IL en competición según categoría hay menos probabilidad de error que con las variables de maduración. Además, las diferencias en competición dependen más de la fuerza de oposición, lo que podría condicionar que las características madurativas avanzadas de esta población sean una ventaja respecto a los oponentes en BmF. El análisis según categorías incluyó al Senior B, que compite en la categoría semiprofesional desde hace 2 temporadas y condiciona una mayor exigencia y mayor IL en competición respecto al resto. Esto también condiciona el aumento en la IL total respecto a temporadas pasadas, en las que competía a nivel regional con menor exigencia. En la actualidad el Senior B y el Infantil tienen una IL total mayor que en temporadas anteriores<sup>5</sup>. Estas diferencias respecto al trabajo previo en función de la categoría se corresponden con el diseño del estudio, cambios recientes del modelo de entrenamiento y cambios del nivel de competición en algunas categorías, y que los sujetos han pasado de un equipo a otro en las temporadas siguientes. A su vez, hay que tener en cuenta que en la categoría Infantil se incorporan jugadores menos maduros en los últimos años para favorecer la función formativa y no resultadista del BmF<sup>5</sup>.

### Estado madurativo

El 100% de la muestra inició su pubertad el inicio del estudio (VT > 4 cm<sup>3</sup>), donde la mayoría tiene un proceso madurativo en estadios finales: Tanner 5, 61% (n = 82); VT > 15, 70% (n = 92), y Pubertad final, 76% (n = 101). Esto ofrece un rango

del 25-40% de la muestra en un periodo factible de cambios importantes.

Al analizar los parámetros madurativos como un proceso dinámico, no se encuentra mediante el Delta Tanner, Delta VT y PVC, no se encuentra SE entre los que mostraron cambios o no<sup>32,33</sup>. Esto puede estar condicionado por la madurez de la media para edad y sexo respecto a estudios previos<sup>34</sup>. Se desconoce si esto obedece a un criterio aleatorio de selección natural o si la práctica de este deporte condiciona una maduración avanzada<sup>10</sup>.

### Correlación de la incidencia lesional con el estadio madurativo

Estudios previos determinan que los individuos en estadios finales, como el Tanner 5, tienen una mayor IL total<sup>25,26,33</sup>. Sin embargo, estos resultados difieren del presente trabajo, donde no se halla ese resultado, probablemente porque hay pocos sujetos en estadios madurativos precoces, alto nivel de competición, y quizás por el tipo de deporte analizado. Aspecto este último que merecería un estudio con una muestra más amplia en el que participen equipos de otro nivel competitivo. Se debe subrayar que los estudios previos se realizaron en fútbol, en cuyo caso el contacto físico es menor y diferente al del balonmano<sup>25,26,33</sup>.

Dado que la edad mínima es 12 años, no disponemos del momento de inicio puberal, pero sí de la EO durante una temporada para evaluar la IL según se han madurados lentos, normales o avanzados. La mayoría de trabajos sobre maduración y lesiones identifican la adolescencia tardía (T = 5) y la edad ósea avanzada con una mayor IL<sup>25,26</sup>. En este estudio, la IL total de los maduradores precoces, EO



avanzada, coincide con la bibliografía (aunque sin SE), pero no con la maduración sexual, como mencionamos anteriormente.

La variable pubertad muestra que el periodo de cambios madurativos más relevante (P3) se correlaciona a una mayor IL en entrenamientos en el análisis multivariante. Es decir, que los jugadores en pubertad media son los que mayor riesgo tienen de lesionarse durante un entrenamiento.

Respecto a la maduración y la IL en competición tampoco existe SE, lo que podría estar condicionado por la posición de juego, dado que los jugadores más maduros lo hacen en posiciones de mayor contacto físico. Esto explicaría las diferencias entre maduración con la IL en entrenamientos, y entre categorías con IL en competición.

El análisis multivariante registra asociaciones en la IL en competición entre categorías ( $p=0,07$ ) y la IL en entrenamientos para Tanner ( $p=0,091$ ) y Pubertad ( $p=0,021$ ). Esto muestra una aproximación a la SE en los 2 primeros y SE evidente para Pubertad. En el resto de parámetros no se observan diferencias ni tendencias estadísticamente significativas. El hallazgo más importante del presente estudio es la mayor IL en entrenamientos en relación con parámetros madurativos.

## Conclusiones

No se encuentran diferencias significativas entre IL total y la edad cronológica, así como tampoco se encuentran diferencias significativas mediante ANOVA entre la IL y los distintos estadios madurativos. Sin embargo, el análisis multivariante parece demostrar una asociación entre IL durante la competición según categorías y en la IL en entrenamientos según el estadio madurativo. Este hecho orienta a que dicha tendencia, con una muestra y tiempo de estudio superior, sería capaz de demostrar con mayor fuerza una concreta significación.

## Recomendaciones prácticas

- Los parámetros madurativos podrían ser más sensibles que la edad cronológica para determinar el riesgo lesional, y debería tenerse en cuenta tanto para la programación de entrenamientos como para las distintas estrategias de prevención de lesiones en balonmano.
- Incorporar la valoración madurativa en las revisiones médicas para disponer de una herramienta para categorizar la IL en función del deporte y del momento madurativo. La participación debería quedar condicionada al estadio madurativo del individuo y no únicamente a su edad cronológica y destreza. Los estudios de maduración y lesiones pueden variar según el deporte y el modelo de entrenamiento realizado.

## Limitaciones del estudio

La principal limitación para determinar asociaciones con los parámetros madurativos es en inicio sorprendente por lo inesperada: la avanzada madurez de muchos de los jugadores del BmF de élite. La necesidad de una muestra con mayor número de individuos, y conocer el momento puberal

de estos sujetos al inicio del estudio, sin duda mostrará con mayor claridad la tendencia que se describe en el presente trabajo.

## Futuras perspectivas

Las futuras investigaciones deberían analizar las diferencias en el patrón lesional y la gravedad de la lesión según parámetros madurativos y posición de juego en diferentes deportes. Se requieren estudios más amplios que incluyan estadios precoces de maduración para obtener conclusiones que puedan ser extrapoladas al balonmano general.

## Financiación

No se recibió ninguna financiación externa.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimiento

A Toni Gerona (coordinador) y a los entrenadores del balonmano formativo del FCBarcelona, por la excelente coordinación de las pruebas y registro de las horas de exposición.

A los Srs. Joan Manel García y Xavier Fernández (fisioterapeutas-DUE) por la perfecta gestión de la agenda y realización de radiografías y medición de los parámetros antropométricos.

## Bibliografía

1. Consejo Superior de Deporte. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Gobierno de España. Encuesta de hábitos deportivos de los Españoles 2005. Cap 4. Los deportes más practicados: el desfase entre deporte federado y el deporte popular y recreativo [consultado 27 Ago 2013]. Disponible en: <http://www.csd.gob.es/csd/sociedad/encuesta-de-habitos-deportivos/encuesta-de-habitos-deportivos-2005/4-los-deportes-mas-practicados-el-desfase-entre-deporte-federado-y-el-deporte-popular-y-recreativo>
2. Mónaco M, Sevilla-Moya JC, Violán-Fors M, Schack M, Calvo-Terrades M. Beneficis de l'activitat física per a la salut en la infància i l'adolescència. *Pediatr Catalana*. 2013;73:55-64.
3. Van Tiggelen D, Wickes S, Stevens V, Roosen P, Vitvrouw E. Effective prevention of sports injuries: A model integrating efficacy, efficiency, compliance and risk-taking behavior. *Br J Sports Med*. 2008;42:648-52.
4. Junge A, Engebretsen L, Mountjoy M, Alonso JM, Renström P, Aubry MJ, et al. Sports injuries during the Summer Olympic Games 2008. *Am J Sports Med*. 2009;37:2165-71.
5. Mónaco M, Gutiérrez JA, Montoro B, Til L, Drobnik F, Nardi J, et al. Epidemiología lesional del balonmano de elite: estudio retrospectivo en equipos profesional y formativo de un mismo club. *Apunts Med Esport*. 2014;49:11-9.
6. Caine D, Maffulli N, Caine C. Epidemiology of injury in child and adolescent sports: Injury rate risk factors, and prevention. *Clin Sports Med*. 2008;27:19-50.
7. Temboury Molina MC. Desarrollo puberal normal. Pubertad precoz. *Rev Pediatr Aten Primaria*. 2009;11:s127-42.

8. Kliegman RM, Stanton BF, Sohor NF, Geme JW, Behrman RE. Nelson Tratado de Pediatría. 19.<sup>a</sup> ed Madrid: Elsevier; 2012.
9. Castellano Barca G, Hidalgo Vicario MI, Redondo Romero AM. Medicina de la adolescencia. Atención Integral. Madrid: Ergon; 2004.
10. Malina RM, Bouchard C, Bar Or O. Growth, maturation and physical development. 2nd ed USA: Growth and maturation; 2004.
11. Rosen D. Crecimiento y desarrollo fisiológicos durante la adolescencia. *Pediatr Rev [en español]*. 2005;26:43-9.
12. Drobnic F, Albanell M, Pi R, Til L, Hernández G, Mónaco M, et al. Guía de Revisión Médica del Fútbol Club Barcelona. Certificado de Aptitud Deportiva. Barcelona: Servicios Médicos Fútbol Club Barcelona; 2011.
13. Serra-Majem L, Ribas L, Ngo J, Ortega RM, García A, Pérez-Rodrigo C, et al. Food, youth and the Mediterranean diet in Spain Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Public Health Nutr*. 2004;7:931-5.
14. Hägglund M, Waldén M, Bahr R, Ekstrand J. Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: Developing the UEFA model. *Br J Sports Med*. 2005;39:340-6.
15. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med*. 2006;40:193-201.
16. Hägglund M, Waldén M, Til L, Pruna R. The importance of epidemiological research in sports medicine. *Apuntes Med Esport*. 2010;45:57-9.
17. Carrascosa Lezcano A, Fernández García JM, Fernández Ramos C, Ferrández Longás A, López Siguerio JP, Sánchez González E. Estudio transversal español de crecimiento. Parte II: valores de talla, peso e índice de masa corporal desde el nacimiento a la talla adulta. *An Pediatr (Barc)*. 2008;68:552-69.
18. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity: British children, 1965. *Arch Dis Child*. 1966;41:454-613.
19. Marshal WA, Tanner JM. Variation in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child*. 1970;45:13-23.
20. Muñoz Calvo MT, Pozo Román J. Pubertad normal y sus variantes. *Pediatr Integral*. 2011;15:507-18.
21. Malina RM. Maturity status and injury risk in youth soccer players. *Clin J Sport Med*. 2010;20:132-3.
22. Emery CA, Meeuwse WH, Hartmann SE. Evaluation of risk factors for injury in adolescent soccer: Implementation and validation of an injury surveillance system. *Am J Sports Med*. 2005;33:1882-91.
23. Reckling C, Zantop T, Petersen W. Epidemiology of injuries in juvenile handball players. *Sportverletzung Sportschaden*. 2003;17:112-7.
24. Dirx M, Bouter LM, de Geus GH. Aetiology of handball injuries: A case-control study. *British J Sport Med*. 1992;26:121-4.
25. Backous D, Friedl KE, Smith NJ, Parr TJ, Carpine WD. Soccer injuries and its relationship to physical maturity. *Am J Dis Child*. 1988;142:839-42.
26. Linder MM, Townsend DJ, Jones JC, Balkcom IL, Anthony CR. Incidence of adolescent injuries in Junior high school football and its relationship to sexual maturity. *Clin J Sport Med*. 1995;5:167-70.
27. Arciero RA. Adolescent football injures and sexual maturity. *Clin J Sport Med*. 1996;6:69.
28. Moller M, Attermann J, Myklebust G, Wedderkop N. Injury risk in Danish youth and senior elite handball using a new SMS text messages approach. *Br J Sports Med*. 2012;46:531-7.
29. Røtterud JH, Sivertsen EA, Forssblad M, Engebretsen L, Årøen A. Effect of gender and sports on the risk of full-thickness articular cartilage lesions in anterior cruciate ligament-injured knees: A nationwide cohort study from Sweden and Norway of 15 783 patients. *Am J Sports Med*. 2011;39:1387-94.
30. López de Lara D, Santiago Paniagua P, Tapia Ruiz M, Rodríguez Mesa MD, Gracia Boutheliere R, Carrascosa Lezcano A. Valoración del peso, talla e IMC en niños, adolescentes y adultos jóvenes de la Comunidad Autónoma de Madrid. *An Pediatr (Barc)*. 2010;73:305-19.
31. Luig P, Henke T. Acute Injuries in Handball. EHF (European Handball Federation) Scientific Conference 2011 Scientific and Analytical Expertise in Handball (Scientific and practical approaches) Austria. EHF. 2011:78-83.
32. Van der Sluis A, Elferink-Gemser MT, Coelho-E-Silva MJ, Nijboer JA, Brink MS, Visscher C. Sport injuries aligned to peak height velocity in talented pubertal soccer players. *Int J Sports Med*. 2014;35:351-5.
33. Le Gall F, Carling C, Reilly T, Scand J. Biological maturity and injury in elite youth football. *Med Sci Sports*. 2007;17:564-72.
34. Herman-Giddens ME, Steffes J, Harris D, Slora E, Hussey M, Dowshen SA, et al. Secondary Sexual Characteristics in Boys: Data From the Pediatric Research in Office Settings Network. *Pediatrics* 2012; 130:e1058-68. DOI: 10.1542/peds.2011-3291 [consultado 1 Mar 2014]. Disponible en: <http://pediatrics.aappublications.org/content/130/5/e1058.full.html>