



Universitat Autònoma de Barcelona

Facultat de Medicina

Departament de Cirurgia

TESIS DOCTORAL

Título:

**Epidemiología de las lesiones del Balonmano en período
formativo y profesional**

Autor: Mauricio Mónaco

Director: Dr. Joan Nardi Vilardaga

Director: Dr. Gil Rodas Font

Marzo 2015

**Línea de investigación: Traumatología y Ortopedia. Departamento de Cirugía.
Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Barcelona.
Unidad Docente Hospital Universitario Vall d'Hebron**

"qué difícil es explicar algo muy complejo de la forma más sencilla".

A. Einstein

A mi familia, sin ella nada tiene sentido

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Gil Rodas Font, y al Dr. Joan Nardi Vilardaga por guiarme durante el proceso de investigación de esta tesis doctoral.

A todos los colaboradores y co-autores de las publicaciones que han contribuido, de una forma u otra, en la concreción del presente proyecto: Dr. Lluís Til Pérez, Dr. Ramón Canal i Comaposada, Dr. Bruno Montoro Ronsano, Informáticos Marc Subirà Docampo y Juan Carlos Rodríguez Rayo, Dr. Franešek Drobnič, Dra. Lourdes Ibañez Toda, Dr. Carles Pedret Carballido, Dr. Jordi Puigdellivol Grifell, Ramón Navarro González, Xavier Fernández, Pedro Sánchez Lüling y Mariana Schack.

Agradecer a Toni Gerona Salaet, coordinador del balonmano formativo y su equipo de colaboradores, por la posibilidad de concretar parte del trabajo de campo de la presente investigación.

Pero muy especialmente quiero agradecer al Dr. José Antonio Gutiérrez Rincón (mi maestro) por inculcarme el espíritu científico con finalidad práctica. También por compartir su experiencia de forma incondicional y darme la oportunidad de trabajar en proyectos de investigación relacionados con la medicina deportiva en etapas formativas. Pero por sobre todo, por su paciencia, confianza y conocimientos transmitidos en la medicina deportiva en general y del balonmano en particular.

Al Fútbol Club Barcelona, por la posibilidad de realizar ésta tarea de investigación con el único fin de mantener a los adolescentes sanos y seguros en el deporte.

Al Hospital General de Niños Pedro de Elizalde (Buenos Aires), donde realicé mi residencia en pediatría y a la Unitat d'Esport i Salut del Consell Català de l'Esport, donde me formé en medicina del deporte. Dos instituciones que fortalecieron los cimientos de mi pasión: “la medicina del deporte en edad pediátrica”, eje del presente trabajo.

En el ámbito personal dedicar esta tesis doctoral a mis padres (Vivian y Mario) quienes cultivaron los valores del trabajo, la dedicación y la perseverancia. A mi familia, (Manuel y Mariana) por permitirme ver la vida desde otra óptica y estar siempre a mi lado, porque el amor ha sido mi motor, y sin su amor no hubieran tolerado mi ausencia.

SUMARIO

1	INTRODUCCIÓN	11
1.1	Lesiones en el deporte	12
1.1.1	Conceptos generales	12
1.1.2	Estudios epidemiológicos de lesiones	15
1.1.2.1	Modelo de registro UEFA	15
1.1.2.2	Método de codificación OSICS.....	17
1.2	Balonmano.....	18
1.2.1	Características generales del Balonmano Masculino	18
1.2.2	Características del Balonmano Profesional y Formativo	22
1.2.3	Lesiones en Balonmano.....	23
1.2.3.1	Factores de riesgo y mecanismo de lesiones	23
1.2.3.2	Patrones y tipos de lesiones.....	26
1.2.3.3	Incidencia de lesiones y severidad	26
1.2.3.4	Programas de prevención de lesiones.....	27
1.3	Desarrollo y maduración del joven deportista	28
1.3.1	Características del crecimiento y maduración en jóvenes deportistas.....	28
1.3.2	Técnicas de medición de la maduración.....	31
1.3.3	Influencia de la maduración en el ámbito deportivo	42
1.3.4	Lesiones y maduración en el deporte	43
2	MATERIALES Y MÉTODOS	49
2.1	Característica de la muestra (Fútbol Club Barcelona) y diseño del estudio.....	49
2.2	Etapas del estudio:	51
3	HIPOTESIS Y OBJETIVOS.....	53
	Hipótesis	53

Objetivos.....	53
4 RESULTADOS Y ESTUDIOS REALIZADOS.....	54
4.1 Epidemiología lesional del balonmano de elite: Estudio restrospectivo en equipos profesional y formativo de un mismo Club. Apunts Med de l'Esport 2014; 49(181):11-19.	54
4.2 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? Apunts Med de l'Esport 2015; 50(185):5-14.	57
5 ESTUDIOS PUBLICADOS	61
6 DISCUSIÓN DE LA TESIS	82
7 CONCLUSIONES	87
8 BIBLIOGRAFÍA.....	89
9 ANEXO.....	105

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ASOBAL	Asociación de Clubes Españoles de Balonmano
Bm	Balonmano
BmF	Balonmano Formativo
COI	Comité Olímpico Internacional
DES	Diferencias estadísticamente significativas
FCB	Fútbol Club Barcelona
FIFA	Federación Internacional Fútbol Asociados
FSH	Hormona Folículo Estimulante
G	Genital (aspecto genital del estadio de Tanner)
GH	Hormona de Crecimiento
GHRH	Hormona liberadora de Hormona de Crecimiento
GnRH	Hormona liberadora de Gonadotrofinas
ICD	International Classification Disease
IGF-1	Factor de crecimiento insulínico tipo 1
IHF	International Handball Federation
IJT	Incidencia de Lesiones por Jugador y por Temporada
IL	Incidencia de lesiones por mil horas de exposición
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
LH	Hormona Luteinizante
OSICS	Orchard Sports Injuries Classification System
P	Pubertad
PVC	Pico de Velocidad de Crecimiento
RAE	Efecto de Edad Relativa
Rx	Radiografía
SMS	Mensaje de Texto
T	Estadio de Tanner
UEFA	Union des Associations Européennes de Football
VP	Vello Púbico (aspecto vello púbico del Estadio de Tanner)
VT	Volumen Testicular (cm ³)

RESUMEN

El Balonmano es uno de los deportes de equipo más practicados en Europa, España y Cataluña. Los logros deportivos de los últimos años, posicionan a nuestro país como uno de los referentes mundiales en éste deporte y consecuentemente en su tecnificación deportiva. A su vez ésta disciplina deportiva, presenta valores altos en cuanto a incidencia y riesgo de lesiones. El análisis respecto al patrón de lesiones, incidencia y algunos factores de riesgo, en ocasiones hallan conclusiones controvertidas, y son muy escasos los estudios que analizan ésta problemática en las etapas formativas tomando en consideración el proceso madurativo como un condicionante. Las características propias de éste deporte, con múltiples cambios y roles bien definido de las posiciones de juego, hacen del estudio de la epidemiología de las lesiones deportivas en Balonmano un reto complejo. Los cambios en las reglas de juego en la última década, condicionan en la intensidad y dinámica del juego un grado mayor de complejidad en el análisis de éstas.

Por ello se plantea la presente línea de investigación con un trabajo inicial retrospectivo (primer artículo) durante cinco temporadas sobre el estudio de la epidemiología de las lesiones del balonmano de elite en las diferentes categorías de edad, comparando los jugadores profesionales con aquellos en etapas formativas. Continúa el proyecto con un estudio prospectivo durante dos temporadas consecutivas que generan dos artículos originales. Los cuales se corresponden con el segundo artículo que forma parte del trabajo principal de ésta tesis y un tercer artículo complementario que se incorpora en el anexo. El segundo artículo, analiza las variables de maduración en todas sus variantes respecto a incidencia de lesiones por mil horas de exposición total, y durante entrenamientos o competiciones. Y el tercer artículo en que se analiza el rol de la posición de juego con la incidencia de lesiones según sucedan en adultos o jóvenes, y en éstos últimos según sean maduros o inmaduros.

En el estudio prospectivo, se constata que no hay diferencias según categoría de edad o estadio madurativo respecto a IL total, pero sí se constatan diferencias significativas cuando se analizan la categoría de edad durante la competición y la maduración durante los entrenamientos. Lo cual nos hace sospechar un origen

multifactorial en que no son las variables aisladas sino combinadas entre ellas las que sí pueden ser un factor condicionante de lesiones, probablemente por el grado de contacto físico de éste deporte.

En la segunda investigación de los estudios prospectivos (tercer artículo, anexo), se analiza la relación de la posición de juego respecto a dos grandes grupos de edad: adultos vs jóvenes. En los jóvenes también se analizó en relación al momento madurativo. Tampoco se encontraron diferencias en relación a la IL total y la posición de juego en general, ni ésta última cuando se analizó en adultos o jóvenes por separado o entre maduros e inmaduros. No obstante, sí se encontraron diferencias cuando se analizaron éstas variables según la localización y estructura afectada.

Con ello podemos concluir que el riesgo de lesión en Balonmano de elite, está más condicionado al patrón de lesiones, que por un valor absoluto único, el cual deberá tenerse en consideración para aplicar programas de entrenamiento y preventivos específicos.

Una de las conclusiones a la que se llega con éste trabajo, es que el modelo de entrenamiento y juego podría tener un rol más importante en el riesgo de lesiones (expresado como patrón) del que se toma en consideración actualmente. Otro punto a considerar, es que probablemente más que el volumen de horas de exposición, sea la intensidad y requerimientos específicos de cada jugador lo que condicione el riesgo de lesionarse, lo cual nos obligará a abrir líneas de investigación en relación al riesgo de lesiones según diferentes modelos de juego por un lado o de entrenamiento por otro.

En resumen, las lesiones musculares son más prevalentes en adultos profesionales y las ligamentarias en jóvenes en formación, y las apofisitis en jugadores inmaduros independientemente de la posición de juego. Sin embargo, los jugadores de segunda línea tienen un mayor riesgo de sufrir lesiones de rodilla y del cartílago articular que el resto de posiciones. A su vez los adultos presentan un perfil característico de mayor predisposición de lesiones en tobillo, cabeza y muslo en relación a los jóvenes. Probablemente como consecuencia de la intensidad de la competición más que por la edad como factor aislado.

1 INTRODUCCIÓN

La especialización precoz y la profesionalización del deporte en edades cada vez más tempranas es un fenómeno extendido a nivel mundial. Los jóvenes que participan en programas de tecnificación o entrenamiento organizado pueden estar expuestos a lesiones, algunas de las cuales les acompañarán el resto de su carrera deportiva.^{1,2} No siempre los datos epidemiológicos de adultos pueden ser extrapolables a niños o adolescentes. La diferencia en los patrones de lesiones o en la IL puede estar condicionada por múltiples factores; no sólo en las diferentes cargas o volúmenes de entrenamiento, sino en las características propias de cada deporte y la intensidad de la competición de la población que se estudia. El proceso de crecimiento y desarrollo que caracteriza a la población pediátrica, asociado a un deporte determinado y programa de entrenamiento específico puede ser también otro factor a tener en cuenta.^{3,4} A su vez, el aumento del número de jóvenes que practican deporte de forma profesional cada vez a edades más tempranas⁵, y la difusión de la información en los medios de comunicación, determinan el interés en la epidemiología de las lesiones deportivas en la población pediátrica.

Un estudio realizado en Dinamarca, ha determinado una incidencia lesional mayor en fútbol (5,6 por mil hs de juego) que en balonmano (4,1 por mil hs) y baloncesto (3,0 por mil hs)⁶. En información del Consejo Superior de Deportes⁷ hace referencia al balonmano como tercer deporte de equipo más practicado en el estado Español. Después del fútbol, es el que mayor número de consultas médicas por patología aguda genera según diferentes autores.^{8,9,10,11}

¿Cómo es éste deporte y cuáles son sus características fundamentales para generar ése índice tan alto de patología? Para responder ésta pregunta, debemos profundizar en el deporte estudiado y en los conceptos básicos de las lesiones en el ámbito deportivo, tanto en adultos como en adolescentes. De éste modo, discriminar los aspectos del proceso de crecimiento y maduración que influyen durante la adolescencia y puedan influir en la incidencia de lesiones.

1.1 Lesiones en el deporte

1.1.1 Conceptos generales

Probablemente el inicio de la medicina del deporte, por su interés en el estudio de las lesiones, tenga su origen conjuntamente con el inicio de la actividad física o deportiva con fines lúdicos. En la antigüedad los egipcios en las carreras rituales en Menfis (3800 años aC) y los chinos, cuyos emperadores animaban a hacer ejercicio a diario (3600 años aC); sean algunos de los ejemplos documentados en los albores de dicha especialidad. Pero no fue sino con la influencia de la antigua Grecia y la tradición greco-romana (776 años aC) en la competición olímpica, que se generó la necesidad de tratar las lesiones sufridas por sus participantes. Por ello algunos consideran a Claudio Galeno (131-201 años dC) como el padre de la medicina del deporte, porque sometió las instrucciones clínicas y empíricas de Hipócrates a una base experimental segura, aunque el interés real por ésta especialidad y sus orígenes hayan sido anteriores.¹²

Desde el siglo pasado, con el desarrollo de los deportes de equipo y el perfil lúdico empresarial que fue adquiriendo el deporte contemporáneo, múltiples investigadores han propuesto diferentes modelos para la justificación del estudio y análisis de la epidemiología lesional en el mismo. En primer lugar encontramos una justificación filosófica de la necesidad de mantener a la población sana y sin lesiones propia de nuestra “arts practica”. Pero también hay un condicionante económico, puesto que se gasta mucho dinero no sólo en la atención de los deportistas lesionados sino en la “falta de productividad” de éstos mientras no puedan competir. Todo esto ha llevado a múltiples investigadores a proponer modelos y justificaciones para el estudio de la epidemiología de las lesiones en el ámbito deportivo. Uno de los modelos más referenciados ha sido el de Van Mechelen (1992) (*ver figura 1*), dónde propone que para generar un cambio sobre una lesión determinada que afecta a deportistas, se debe conocer la magnitud del problema (paso 1) y determinar a continuación los factores de riesgo y mecanismos de lesión (paso 2), con éste primer análisis se podrán introducir medidas

preventivas (paso 3) que deberán ser analizadas respecto a su efectividad (paso 4) y en consecuencia influir o no en la magnitud del problema inicial.¹³

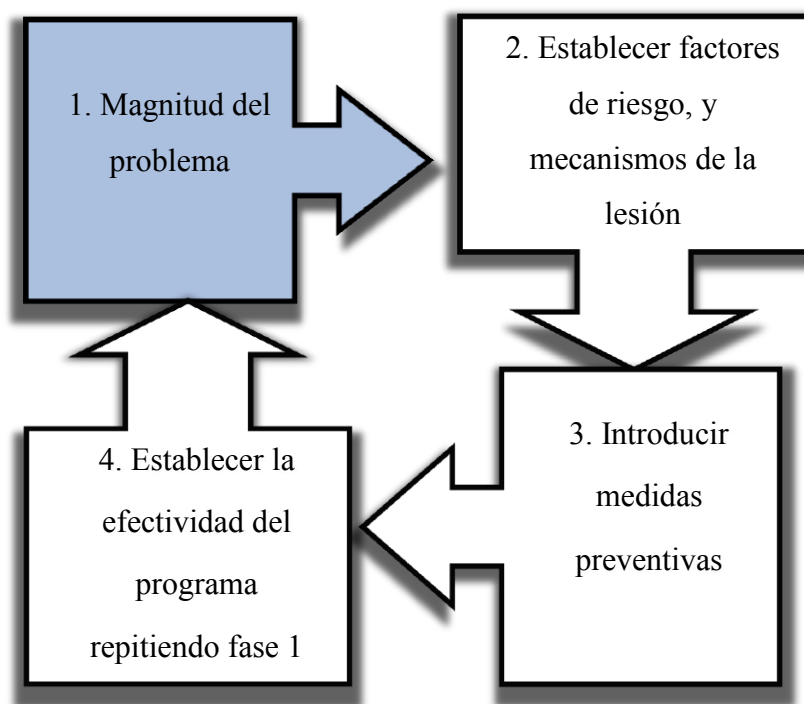


Figura 1: Modelo de prevención de lesiones en el deporte.

De: Van Mechelen W et al (1992)¹³

Pero si queremos comprender la etiología de la lesión y organizar estrategias de prevención apropiada, debemos mirar más allá de la primera serie de factores de riesgo que se piensa deben preceder a una lesión y tener en cuenta cómo éstos pueden cambiar a través de los ciclos de entrenamiento (mecanismo adaptativo). Este modelo dinámico de Meeuwse,¹⁴ considera que la exposición repetida, puede producir una mala o buena adaptación, una lesión o una recuperación completa o incompleta. Este modelo se basa en los trabajos previos de Meeuwisse,^{15,16} Gissane,¹⁷ y Bahr,¹⁸ subrayando el hecho que las adaptaciones que se producen en

el contexto del entrenamiento deportivo (tanto en presencia como en ausencia de lesión), alteran el riesgo, afectan a la etiología y el tiempo necesario para el retorno a la competición. Por ello la elección de un estudio epidemiológico sobre una elite, con un modelo único e individualizado de entrenamiento y con un seguimiento de las lesiones por personal experimentado y acotado en número de integrantes, puede minimizar la variabilidad inter-profesional y exponer valores diferentes a los documentados hasta el momento y así tomar en consideración lo expuesto en el modelo dinámico de Meeuwise.¹⁴

A la hora de analizar los estudios epidemiológicos en medicina del deporte, se deben tomar en consideración las características del deporte (individual o de equipo), nivel de competición (escolar, recreativo o de elite), edad de los participantes (adultos, jóvenes o niños), etc. Todas éstas variables pueden influir en los resultados. También pueden condicionarlos cuestiones metodológicas si el diseño del trabajo es retrospectivo o prospectivo, transversal (cohorte) o longitudinal, y en la forma de recopilación de la información (cuestionarios auto administrados, encuesta telefónica, SMS o registro de una historia clínica, seguimiento por personal médico o auxiliar, etc).

Otro punto a considerar es la definición de la lesión deportiva, la cual puede acotarse en dos propuestas: aquella que requiera atención médica o la que genera la pérdida de entrenamientos o partido. Las cuales pueden generar confusión en la interpretación de resultados si no están claramente definidas. La primera (en anglosajón “Medical Attention”) utilizada generalmente en servicios de urgencias, centros hospitalarios o en unidades de medicina del deporte (registradas generalmente por un profesional sanitario) y la segunda (en inglés “time loss”) en instituciones o federaciones deportivas en estudios a deportistas (mediante cuestionarios o interrogatorio por personal auxiliar).

La forma de codificar y/o diagnosticar es de suma importancia así como determinar qué tipo de profesional realiza el diagnóstico (medico de equipo, médico de urgencias, fisioterapeuta, entrenador, etc.), o cuantos sujetos participan en ello.

Estas diferencias pueden condicionar la comparación entre los diferentes estudios e influir en los resultados.^{10,19,20}

El interés en la epidemiología deportiva radica inicialmente en la cuantificación de la incidencia de lesiones (cantidad), dónde y cuándo ocurren para poder explicar por qué y cómo suceden las mismas e identificar estrategias para combatirlas y prevenirlas. El estudio de la distribución se conoce como epidemiología descriptiva (quién, dónde, cuándo y qué). El estudio de los determinantes de la distribución en la variación de las tasas de lesiones (por qué y cómo) y la eficacia de las medidas preventivas es la epidemiología analítica. Algunos trabajos han generado una toma de consciencia y en ocasiones condicionado determinados cambios en la reglamentación del juego para minimizar el riesgo de lesiones, sin embargo esto no parece ser suficiente.

1.1.2 Estudios epidemiológicos de lesiones

1.1.2.1 Modelo de registro UEFA

Históricamente, las variaciones metodológicas dificultan las comparaciones entre los diferentes estudios. En el año 2005 se publicó un consenso metodológico para el estudio de la lesión en fútbol²¹ y desde entonces ha sido utilizado en otros deportes hasta convertirse en un referente para el estudio de la epidemiología de las lesiones en el deporte, siendo la base para diferentes organizaciones deportivas.^{22,23,24,25,26,27}

- a. Diseño de los estudios: se recomiendan los estudios prospectivos transversales dado que los retrospectivos están asociados a un riesgo de sesgo. Además tienen una potencia mayor que los estudios de caso control, cuando el propósito es determinar factores de riesgo de lesión.
- b. Factor de exposición: es un factor necesario a ser considerado, pues es el tiempo en el cual el participante se encuentra en riesgo de padecer una lesión. Por ello el registro debe ser expresado como el número de lesiones por mil horas de participación o exposición. Idealmente el registro debe ser individualizado para cada jugador desde el inicio de la actividad hasta el final (ya sea la estipulada

previamente o interrumpida por una lesión). La fuerza de éste enfoque es que el método puede ser ajustado al tiempo de juego, dado que el mismo puede variar en los mejores jugadores (en general más expuestos) en detrimento de los menos hábiles técnicamente.

- c. Período del estudio: se considera la temporada completa o más de una temporada.
- d. Formulario de registro: se propone un formulario de registro general con los datos de filiación y horas de exposición, así como del tipo de lesiones con días de baja y alta médica y circunstancias en que se produjo la lesión.
- e. Personal sanitario de contacto: debe haber un responsable del registro de los casos y las horas de exposición.
- f. Ética: se requiere consentimiento informado por escrito de todos los participantes de acuerdo con la declaración de Helsinki, y los estudios deben ser revisados externamente por un comité de ética apropiado.
- g. Definición de lesión: es la ocurrida durante la práctica deportiva en un entrenamiento o partido que produce la ausencia o pérdida del próximo entrenamiento o competición. Las lesiones producidas en tiempo de recreación o fuera de la práctica deportiva no deben ser contabilizadas.
- h. Severidad de las lesiones: se dividen en leves (1 a 7 días de baja deportiva o ausencia), moderadas (8 a 28 días) y severas (> 28 días de baja).
- i. Alta o retorno a la competición: se considera cuando el deportista puede realizar el 100% del entrenamiento programado del equipo.
- j. Recidiva: es la reaparición de una misma lesión dentro de los 60 días siguientes al alta.
- k. Definición de sesión de entrenamiento: es la planificada y llevada a término por el entrenador del equipo. No deben contabilizarse las actividades individuales no planificadas por el entrenador.
- l. Futuras consideraciones: el uso de registro informatizado y sistema de codificación OSICS son las propuestas operativas para ejecutar la presente propuesta metodológica.²¹

Desde el año 2006, la institución que participa de éste estudio, implementó la historia clínica médica informatizada y comenzó a utilizar al final de ésta temporada la codificación OSICS-10 y el registro según criterio epidemiológico UEFA,^{28,29} lo cual da un valor añadido a los estudios retrospectivos realizados en ésta muestra desde la temporada 2007.

1.1.2.2 Método de codificación OSICS

El OSICS (Orchard Sports Injuries Clasification System) es un sistema de codificación médico deportiva de referencia a nivel mundial.^{26,29,30,31} La versión OSICS-10 (versión 10) es más exacta que la tradicional ICD-10 y de referencia en el ámbito de la medicina del deporte por su exactitud para determinar la localización y estructura afectada.³² Sobre todo cuando los que lo utilizan no son médicos, como el personal auxiliar (fisioterapeutas o entrenadores).³³ Este método utiliza un sistema de codificación compuesto por 4 letras mayúsculas, que hacen referencia a las lesiones deportivas más frecuentes.³⁴

El primer dígito se refiere a la localización anatómica o a la condición por lo cual se consulta, el segundo dígito se refiere a la estructura anatómica lesionada, y el tercero y cuarto dígitos amplían información sobre el diagnóstico. El código X se utiliza para referirse a situaciones generales no concretas de la localización (en el primer dígito), del tejido lesionado (en el segundo dígito) o del diagnóstico ampliado (en el tercero y cuarto dígitos). La letra Z se utiliza para referirse a situaciones inespecíficas o a situaciones de ausencia de enfermedad. El sistema pretende aportar la máxima información del diagnóstico. Esta codificación, por ejemplo en el esguince, evalúa la lesión de partes blandas. En la localización mano-muñeca se incluyen las lesiones de dedos (se amplía ésta información con la tercera y cuarta letra). La descarga y el uso de la clasificación son gratuitos, pues sus autores renunciaron a los derechos de autor, y se puede acceder al original en inglés en www.injuryupdate.com.au. Lo que amplió su difusión en el mundo del deporte.

- Ejemplos:

TMHX: Distensión muscular de isquiotibial/isquiosural (incluye semimembranoso, semitendinoso, bíceps y recto interno)

1ra letra localización: T (muslo)

2da letra estructura: M (musculo)

3ra y 4ta amplían diagnóstico: HX (H por Hamstring –en anglosajón isquiotibiales- y X no especificado)

BTGB: Tendinopatía del glúteo medio/menor con bursitis trocanteriana

1ra letra localización: B (región glúteo)

2da letra estructura: T (tendinopatía)

3ra y 4º amplían diagnóstico GB (bursitis región trocantérea).³⁵

De éste modo, se puede acceder a un análisis rápido y fiable del estudio de las lesiones en el ámbito deportivo.

1.2 Balonmano

1.2.1 Características generales del Balonmano Masculino

El balonmano, handball o handbol (términos procedentes del término alemán handball) es un deporte de balón en el que se enfrentan dos equipos. Han sido numerosos los juegos de pelota que han utilizado las manos a lo largo de la historia; y sus orígenes encuentran similitudes con juegos griegos (juegos de urania) y romanos (harpastum). No obstante, el balonmano moderno es relativamente reciente y la estandarización definitiva de las reglas no llegó hasta 1936, año en que se unificaron las reglas para el juego entre equipos de siete jugadores, debutando como deporte olímpico en los juegos de Munich 1972.³⁶ El Fútbol Club Barcelona cuenta con una sección de éste deporte desde el año 1942.

El Balonmano es un deporte de equipo de contacto físico. Participan dos equipos de siete jugadores en un campo rectangular de 40*20 metros dividido en dos mitades; con una

pelota que es desplazada de un lado a otro con las manos, para introducirla en una de las dos porterías situadas a cada extremo del campo. El juego consta de dos partes de treinta minutos cada una, excepto en la categoría infantil y las inferiores que le siguen que son de 25 minutos cada parte. Se pueden hacer todos los cambios deseados con los jugadores suplentes que se disponen (hasta un máximo de entre 7 a 9 jugadores suplentes según el tipo de competición). Ningún jugador puede tocar la pelota con el pie ni caminar o hacer más de tres pasos sin botar el balón excepto el portero dentro del área de portería. En ésta área solo puede estar el portero. Los jugadores rivales intentan recuperar el control de la pelota interceptando los pases o quitándole el balón al jugador que la lleva utilizando sus manos o brazos. El contacto físico entre jugadores es continuo, pero está sujeto a una serie de restricciones. Es un deporte que con el tiempo ha potenciado el juego de ataque, desarrollándose reglas que limitan el tiempo de posesión del balón de un equipo si este no logra lanzar a portería. Se identifican cinco posiciones de juego: pivote (pivot), lateral (back), extremo (wing), central (central back) y portero (goalkeeper).³⁷ Pudiendo resumirse tácticamente las posiciones en tres grupos según su dinámica de juego: porteros, primera línea de ataque (central y lateral) y segunda línea (extremos y pivot). Los seis jugadores del campo pueden distribuirse en cualquier combinación y aunque suelen mantenerse durante la mayoría del tiempo en un lado, no hay restricciones acerca de su movimiento en el campo. El esquema de los jugadores en el terreno de juego se denomina formación del equipo, algo que junto con la táctica, depende del entrenador.

Posición táctica y características de los jugadores

Posición por puesto específico

Portero: dentro del área de portería, es el único que puede dar pasos con la pelota sin necesidad de botarla o tocarla tanto con las manos como con los pies durante una acción defensiva. Su indumentaria debe ser diferente al resto de jugadores para su fácil identificación. Fuera del área, tiene las mismas restricciones que cualquier otro jugador. Se caracterizan por ser jugadores flexibles y ágiles, con gran capacidad de reacción oculo-motora.

Central: es un jugador de primera línea situado entre los laterales, generalmente inicia el ataque y coordina el juego. Durante el ataque, es relevante su visión de juego y destreza más que la fuerza o velocidad.

Extremos: ubicados a ambos lados cerca de las bandas laterales, suelen ser jugadores rápidos, ágiles y con gran capacidad de salto.

Laterales: situados a cada lado del central, suelen ser altos y corpulentos. Generalmente asisten a los extremos y rompen las defensas del adversario cuando están cerradas desde la línea de 9 metros.

Pivote: jugadores de complexión robusta cumplen un rol de abrir la defensa rival para facilitar la acción de ataque de la primera línea^{38,39,40,41}

Posición según clasificación táctica y técnica regular

Esta clasificación, usada preferentemente por técnicos y entrenadores, hace referencia a la posición de los jugadores en el terreno de juego según la línea de ataque en que se encuentren. Así podemos diferenciar tres grupos, los cuales están compuestos por los puestos específicos que se detallaron con anterioridad (*ver figura 2*):

Porteros

Primera línea de ataque (la conforman los jugadores laterales y el central)

Segunda línea de ataque (constituida por el pivote y los extremos).^{42,43,44}

Las características antropométricas y requerimientos físicos específicos de cada posición son diferentes incluso si se agrupan según la línea de ataque, como puede verse en la imagen. El estudio de las lesiones en éste deporte pueden utilizar las dos formas de clasificarlos según las características y conveniencias de cada estudio.

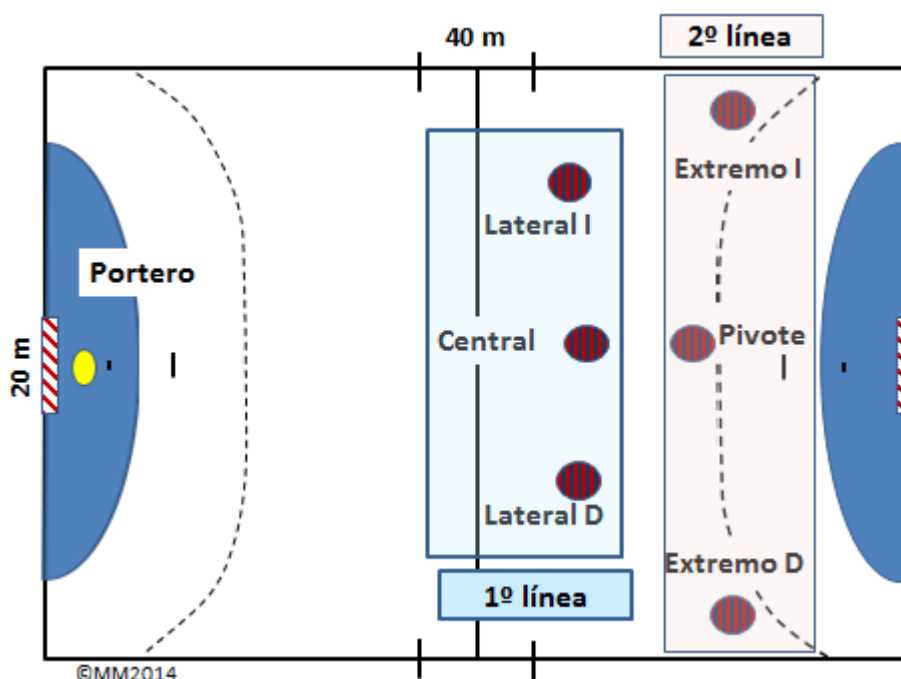


Figura 2: Posición de los jugadores según táctica y técnica regular.

Balón:

El juego precisa de un balón de cuero o material sintético, esférico y de superficie no brillante. Se utilizan 3 tamaños diferentes en función de la edad y el género. Según éstas, en el balonmano masculino el balón tiene las características que se detallan a continuación (*ver tabla 1*):

Tabla 1: Características del Balón según edades en el Balonmano Masculino³⁷

Tamaño IHF	Categoría	Tamaño (en cm)	Peso (en grs)
I	Niños de 8 a 12 años	50-52	290-330
II	Jóvenes de 12 a 16 años	54-56	325-375
III	Juvenil-Senior (>16 años)	58-60	425-475

A partir de la categoría juvenil, se permite el uso de resina adherente. La resina se utiliza debido al tamaño y al peso del balón a partir de esta categoría, puesto que se hace realmente complicado sostener el balón a las grandes velocidades y fuerzas con las que se mueve.

1.2.2 Características del Balonmano Profesional y Formativo

En nuestro país, las categorías masculinas se dividen en grupos de edad, en la tabla se expone la denominación Española para cada una de ellas y su denominación equivalente según la nomenclatura internacional (*ver tabla 2*):

Tabla 2: Categorías de Balonmano Masculino⁴⁵

Clasificación Española	Edad	Clasificación Internacional
Senior	(> 18 años)	Senior
Juvenil	(16-17 años)	U-18
Cadete	(14-15 años)	U-16
Infantil	(12-13 años)	U-14
Alevín	(10 a 11 años)	U-12
Benjamín	(7-9 años)	U-10

Estas categorías condicionarán una exigencia específica, dado que el tamaño del balón varía entre ellas así como algunas reglas respecto a los cambios durante la competición. Las categorías juvenil y seniors realizan estos cambios de jugadores según se planteen situaciones en ataque o defensa durante el juego. En cambio los cadetes e infantiles no hacen cambios en situación de defensa, únicamente cuando están en posesión del balón, siendo por ello un juego menos específico y condicionando la intensidad de las acciones de juego. Esta diferencia es importante al evaluar las horas de exposición de cada jugador en cuanto que las intensidades y volumen de exposición serán diferentes.

A su vez, cada institución deportiva puede tener más de un equipo por cada categoría de edad, incluso en Senior, aunque estos últimos no podrán disputar la misma competición excepto la Copa del Rey. También las diferentes categorías, a su vez pueden participar en diferentes campeonatos según el nivel competitivo que posean. Por ejemplo, la categoría Senior puede participar según su nivel competitivo, de mayor a menor, en ASOBAL o (primera división), división de honor B o plata (segunda división), seguida de primera o segunda división nacional o en competiciones autonómicas o regionales.

Además de las diferencias que podamos encontrar en los diferentes niveles de competición, la discriminación por categorías de edad, agrupa por sí misma una serie de factores coordinativos, cognitivos y de características físicas (antropométricas, madurativas y de condición física) en cada grupo y posición de juego, que influyen en el rendimiento.^{46,47,48,49,50,51,52}

De hecho, Fernández et al (2004) determinan que entre los 14 a 15 años se produce el momento óptimo para la detección de talento en balonmano.⁵³

Todo esto condicionan unas variables a tener en cuenta en el análisis de todo estudio epidemiológico de lesiones en éste deporte.

1.2.3 Lesiones en Balonmano

1.2.3.1 Factores de riesgo y mecanismo de lesiones

El Bm es un deporte de contacto con altas demandas físicas de tipo interválico o intermitente. La intensidad de la competición incluye situaciones de sprint intermitente en

carrera hacia adelante, hacia atrás y con desplazamientos laterales. También movimientos de aceleración y desaceleración repetitivos que interactúan con saltos. Los lanzamientos del balón con apoyo o durante el salto, así como el bloqueo de los movimientos del adversario, y el “dribbling”, son algunos de los condicionantes del juego en el mecanismo de las lesiones. El contacto con fuerzas de oposición, típico de éste deporte condicionan un mayor riesgo de lesión respecto a otras disciplinas.^{54,55} Las características antes mencionadas se incrementan durante la competición, lo cual hacen de ésta, un mayor riesgo de lesión en éste deporte.^{8,56,57,58,59,60} Este riesgo, aumenta considerablemente durante campeonatos del mundo u olimpiadas.⁶¹

Factores de riesgo intrínsecos en Balonmano:

Edad: la asociación entre el inicio temprano de la práctica del Bm y lesiones, podría estar asociada a un mayor tiempo de práctica y no a la precocidad en la iniciación deportiva como condicionante específico.⁶² Si bien el análisis de la edad es un punto controvertido, no aparenta haber una relación aislada entre ésta y la incidencia lesional para la mayoría de autores.^{56,57,63,64} En nuestros estudios si bien no hay relación en la IL si existe una asociación en relación a la localización y estructura afectada (patrón de lesiones) de las lesiones y la edad.^{60,65} En éstos trabajos la asociación edad (analizada como categoría de edad), se encuentra condicionada principalmente por el nivel competitivo más que a la edad como factor único condicionante.^{60,65}

Sexo: el género femenino presenta la mayor incidencia de lesiones, y tres veces más riesgo de sufrir una lesión del ligamento cruzado anterior respecto a los hombres.^{9,56,66,67,68} Sin embargo Moller et al (2012)⁵⁹ en el grupo U-18 masculino describió una mayor incidencia en éste grupo de edad respecto al femenino y al resto de categorías por edades, y Langevoort et al (2007)⁶¹ en selecciones nacionales durante competiciones, lo cual es una excepción a lo descrito hasta el momento. Posteriormente otros autores no encontraron diferencias significativas entre sexos.⁶² Pero aparentemente sería la relación entre el género y las demandas específicas del deporte en asociación al modelo de entrenamiento y competición lo que condicionaría a un mayor riesgo de lesión asociada el sexo y no éste último como factor aislado predisponente de lesiones.⁶²

Recidiva o lesiones previas: es un factor de riesgo ampliamente estudiado en otros deportes y también en Bm. Lesiones previas condicionan una mayor probabilidad de recidiva según diversos autores.^{56,59,67}

Factores de riesgo extrínsecos en Balonmano:

Nivel de juego: como se mencionó con anterioridad, hay más riesgo de lesión durante una competición que durante un entrenamiento.^{8,56,57,59,60,69} A su vez durante la competición el riesgo aumenta de forma más notable durante olimpiadas o campeonatos internacionales.⁶¹

Posición de juego: algunos autores determinan que los jugadores centrales y extremos tienen un mayor número de lesiones,^{19,58,59,66,67,69,70} siendo el mayor riesgo para los centrales en las categorías en formación.⁵⁹ Otros estudios han detallado que los porteros y defensas tienen la mayor incidencia, pero éste trabajo no contemplaba la baja deportiva en su definición de lesión.¹⁹ Sin embargo algunas series no encuentran relación entre la posición de juego y lesiones en jugadores masculinos de Bm.^{57,64} Nuestro estudio tampoco encontró diferencias significativas en la IL según la posición de juego pero sí en su patrón de lesiones (localización y estructura) tanto en las diferentes categorías de edad como en los diversos estadios madurativos.⁷¹

Superficie de juego: en Bm se ha relacionado un mayor índice de lesión del LCA en superficies artificiales con mayor coeficiente de fricción comparado con superficies de madera.⁶⁸

Situaciones durante el partido: la mayoría de las lesiones suceden durante el contacto físico,^{56,58,61} sin embargo la lesión del LCA sucede en situaciones de no contacto.

Respecto al momento en que suceden las lesiones, los datos no son concluyentes. Mientras algunos autores⁶¹ describen una mayor incidencia a partir de los 10 minutos de cada parte, otros lo describen en el segundo tiempo.⁷² Sin embargo los trabajos no son comparables porque el tipo de población estudiada y el nivel de competición son diferentes entre ellos.

Olsen et al (2006)⁵⁸ describe las situaciones de ataque como la de mayor frecuencia de lesiones, lo que justificaría la mayor afectación de los centrales y extremos descritas por el mismo autor.

1.2.3.2 Patrones y tipos de lesiones

Si bien los diferentes estudios difieren en las características de la muestra, las localizaciones más frecuente son tobillo^{6,8,56,59,65,73,74,75} y rodilla,^{8,59,65,74,75} sin embargo otros autores invierten éste orden^{57,58} o determinan excepcionalmente la cabeza como la principal localización⁶¹ seguida por los dedos de la mano.^{6,56,57,73}

En los últimos años, las lesiones de hombro no se describen entre las dos más frecuentes,^{54,55} probablemente debido a los programas preventivos implementados o variaciones de los sistemas de entrenamientos que han evolucionado en los últimos veinte años. Del mismo modo, las estructuras más afectadas es el esguince articular, la lesión muscular no traumática^{6,57,65,73} y la contusión.^{6,8,56,58,61,74} Como se menciona con anterioridad, en un estudio realizado por nuestro grupo de trabajo, observamos que el patrón de lesiones puede estar condicionado por la posición de juego sin alterar por ello la IL total.⁷¹ En ésta línea de investigación diversos autores han descrito cierta relación entre algunas lesiones específicas y la posición de juego. Tyrdal & Bahr (1996)⁷⁶ describen una mayor prevalencia de patología de codo y Tunås et al (2014)⁷⁷ un mayor riesgo de lumbalgias, ambos en porteras de sexo femenino adultas, pero de niveles competitivos diferentes.

1.2.3.3 Incidencia de lesiones y severidad

La incidencia de lesión total por mil horas de exposición (IL total) según diferentes autores es de 8.3 (Jorgensen 1984)¹⁹, 2.5 (Seil et al (1998)⁵⁷, 6.3 (Moller et al 2012)⁵⁹, 4.9 (Mónaco et al 2014)⁶⁵, 5.6 (Mónaco et al 2015)⁶⁰. La IL en partido / entrenamientos 11.4/4.6 (Nielsen & Yde 1988)⁵⁶, 10/1.9 (Yde & Nielsen 1990)⁶, 14.3/0.6 (Seil et al 1998)⁵⁷, 9.9/0.9 (Olsen et al 2006)⁵⁸, 21.8/3.1 (Mónaco et al 2015)⁶⁰. La variabilidad de resultados está condicionada por determinantes metodológicos de los estudios.⁷⁸

Por otro lado, los parámetros de severidad varían entre autores, algunos definen como lesiones graves las que implican ausencia de la actividad deportiva por más de 3 semanas y otros consideran 4 semanas. Así lo expresan en porcentajes Nielsen & Yde (1988)⁵⁶ en un 20%, o 10% para Mónaco et al (2014)⁶⁵. Olsen et al (2006)⁵⁸ determina un total del 35% de lesiones severas totales (5% en partidos). Moller et al (2002)⁵⁹ lo expresa según las horas de exposición como IL total de 6 en seniors y 4.7 en BmF. Las lesiones que más días de baja generaron varían entre las lesiones del LCA y su recidiva,⁶⁷ el síndrome facetario y espondilolisis.⁶⁵ Sin embargo, es evidente que a mayor nivel competitivo o profesionalización (adultos vs jóvenes) se constata una mayor severidad de las mismas.

1.2.3.4 Programas de prevención de lesiones

Los programas de prevención de lesiones son la etapa final del modelo propuesto por Van Mechelen en el estudio de la epidemiología de las lesiones.¹³ En el Bm, muchos autores han estudiado los beneficios de dichos programas, principalmente en mujeres jóvenes. Wedderkop et al (1999) confirmaron la reducción en el número de lesiones tanto agudas como por sobreuso con la implementación de una entrada en calor de 15 minutos estandarizada.⁷⁹ Olsen et al (2005) demostró la reducción de lesiones (no producidas por contacto) de tobillo y rodilla tanto de varones como mujeres con un programa de entrada en calor estructurado y orientado a mejorar la carrera, el balance y control neuromuscular y la fuerza.⁸⁰ En la misma línea Wedderkop et al (2003) describieron beneficios con un programa de entrenamiento funcional de fuerza en tobillo.⁸¹ Pero lo cierto es que lejos de los resultados optimistas al inicio de dichos programas, la mayoría decaen con el correr del tiempo, probablemente por la poca adherencia a los mismos tanto en jugadores como en entrenadores con el correr de los años. Por lo cual, el mejor programa preventivo debería ser una correcta adecuación de las cargas de entrenamiento y educación de los entrenadores en éste ámbito.⁸²

1.3 Desarrollo y maduración del joven deportista

1.3.1 Características del crecimiento y maduración en jóvenes deportistas

“Los procesos biológicos tienen sus propios tiempos, y no cumplen años”.

Malina & Bouchard (1991)

La pubertad es parte del proceso de transición entre la infancia y la adultez y su inicio no obedece a ningún calendario o cronograma sino a un tiempo biológico.^{83,84} Comienza cuando aparecen los caracteres sexuales secundarios y el niño experimenta cambios somáticos y psicológicos que progresan ordenadamente, hasta alcanzar la talla adulta, la madurez psicosocial y la fertilidad.⁸⁵ La pubertad se inicia por una secuencia de cambios madurativos regulados por factores neuroendocrinos y hormonales, que actúan bajo control genético e influjo ambiental (epigenético) e impulsan el crecimiento y la aparición de los caracteres sexuales secundarios.^{86,87}

La activación del eje hipotálamo-hipofisario-gonadal da comienzo a los cambios hormonales que condicionan éste período, sin embargo no se conocen completamente los mecanismos que regulan su inicio; aparentemente por un balance entre neurotransmisores estimuladores e inhibidores (GABA, serotonina, etc).⁸⁸ En los últimos años, el rol de la leptina y del gen Kiss-1 ha despertado un especial interés en la regulación de éste proceso tanto en animales como en humanos, sin embargo aún quedan preguntas sin respuesta.^{88,89,90} Al inicio de la pubertad, en el hipotálamo, las neuronas liberan hormona estimulante de las gonadotropinas (GnRH) a la circulación portal hipofisaria, donde ésta hormona estimula la secreción pulsátil de gonadotropinas a la circulación periférica (LH/FSH) en unas proporciones diferentes entre sí que las realizadas hasta ese momento (LH/FSH >1).⁹¹ Al principio las gonadotropinas se liberan solo durante el sueño y más tarde aumentan los pulsos en amplitud y frecuencia durante todo el día produciendo el aumento de metabolitos de origen gonadal.⁸⁵ En el varón, la LH provoca la síntesis de testosterona por las células testiculares de Leydig, mientras que la FSH induce la maduración de los túbulos seminíferos con el aumento del volumen testicular (*ver figura 3*).

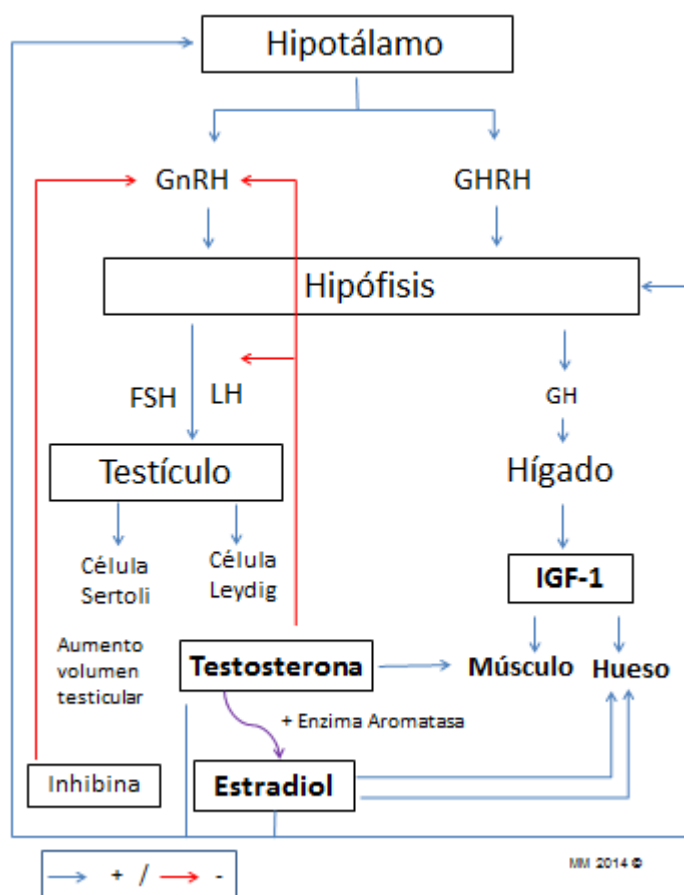


Figura 3: Cambios en los ejes endocrinológicos del varón deportista
Adaptado de: Temboursy Molina (2009)⁸⁵ y Muñoz Calvo (2011)⁹⁹

La testosterona estimula el crecimiento del vello púbico, axilar y facial, la maduración de las glándulas sudoríparas apocrinas (responsables del sudor adulto) y los cambios cutáneos relacionados con el acné. Los esteroides sexuales impulsan el gran crecimiento somático, en parte directamente y/o indirectamente, aumentando la secreción de hormona de crecimiento.^{85,92} De forma concomitante, hay un aumento de la densidad mineral ósea y de la masa magra, con una distribución característica del tejido adiposo según el género.⁹³ Los cambios corporales empiezan al principio de la pubertad pero son más

evidentes en su inicio en las mujeres y hacia la mitad de éste periodo en los varones, coincidiendo el pico de máxima velocidad de crecimiento con los niveles de estradiol (principal responsable de la maduración ósea).⁸⁵ A su vez otro eje participa de éstos cambios somáticos durante éste periodo, es el eje GH (hormona de crecimiento)- IGF-1 (factor de crecimiento insulinoide tipo 1), con repercusión también, sobre algunas estructuras determinantes de la condición física (*ver figura 3*).⁹⁴

El resumen de éstos cambios se sintetizan en la siguiente tabla (*ver tabla 3*)

Tabla 3: Cambios durante la Pubertad

Cambios endocrinológicos
✓ Eje hipotálamo-hipofisario-gonadal ✓ Eje GH-IGF-1
Cambios en la composición corporal
✓ Cambios antropométricos (en tamaño y proporcionalidad) ✓ Aumento del contenido mineral óseo ✓ Porcentaje grasa y patrón de distribución según el genero ✓ Aumento de la masa muscular ✓ Aumento del número de hematíes

Adaptado de: Muñoz Calvo (2011)⁹⁹

Los varones comienzan el desarrollo puberal entre los 12 y 14 años (unos dos años después que las niñas), el aumento del volumen testicular a 4 cm³ o más, indica el inicio de la pubertad y, se correlaciona con el aumento de la producción de testosterona, que

condicionará la aparición del resto de caracteres sexuales secundarios y cambios somáticos del adolescente.^{95,96,97} El pico de máxima velocidad de crecimiento (PVC), como se mencionó anteriormente, sucede hacia la mitad de la pubertad (Estadio de Tanner 3-4), tras una exposición significativa a andrógenos (VT medio de 12 cm³), como sucede también con el cambio de voz, el acné y el vello pubiano y axilar.⁹⁸ La velocidad de crecimiento durante el pico máximo es de media $10,5 \pm 2$ cm/año en varones.⁹⁹ La evolución de los cambios somáticos comienzan con el aumento del tamaño del pie, seguido por el resto de las extremidades inferiores, después las superiores y por último el tronco.¹⁰⁰ Esta secuencia, da el aspecto desgarbado característico de los adolescentes en el momento de mayores cambios, que sumado a una “programación” de su imagen corporal diferente a la que requiere ése “nuevo cuerpo”, genera la conocida falta de coordinación o torpeza con la que habitualmente se les identifica. A su vez, estos cambios influyen en el desarrollo de los componentes de la condición física, los cuales no sólo influirán en el rendimiento deportivo sino en el grado de lesiones.¹⁰¹

Si bien el entrenamiento no afecta el normal desarrollo de la maduración, la valoración del estado madurativo permitirá realizar una programación individualizada del entrenamiento para optimizar resultados y minimizar el riesgo de lesionarse.^{102,103}

1.3.2 Técnicas de medición de la maduración

Mientras la madurez es un estadio o concepto estático, la maduración es un concepto dinámico. Es el proceso por el cual múltiples aparatos y sistemas se acercan al estadio adulto del individuo. Así podremos diferenciar diferentes parámetros para evaluar el proceso de maduración:

- Maduración somática
- Maduración esquelética
- Maduración sexual
- Otros parámetros madurativos

El objetivo final de cualquiera de éstos, es determinar el momento en que se arriba al estadio adulto y su consecuente talla final. La talla adulta final, es de suma utilidad en algunos deportes específicos y otorga una ventaja deportiva. El PVC constituye otro parámetro muy utilizado por preparadores físicos durante las fases sensibles del entrenamiento. Por ello el interés de los expertos en predecir los resultados finales de éstos (PVC y talla adulta final) para la planificación deportiva en periodos de crecimiento.

Maduración somática: es la maduración de los diferentes órganos y sistemas con mayor implicación en el rendimiento deportivo, condicionados por los cambios hormonales. Se pueden evaluar con la valoración antropométrica y son los parámetros más importantes en la valoración clínica del crecimiento del niño (aumento de la talla, masa muscular o tejido adiposo, proporcionalidad de los parámetros antropométricos, etc).¹⁰⁴ Se identifican diferentes parámetros pero los más interesantes en deportistas probablemente sean la curva de velocidad de crecimiento (que incluye su PVC) y la talla final.

La curva de velocidad de crecimiento de la talla por unidad de tiempo es un parámetro antropométrico difícil de interpretar. De carácter longitudinal se requiere un periodo de análisis mínimo de 6 meses y más de una medición.¹⁰⁴ La diferencia de los centímetros ganados entre dos mediciones se extrapola a la tabla de velocidad, y las mediciones consecutivas determinarán una curva característica con dos picos de máxima ganancia de cm por año (*ver figura 4*).¹⁰⁴ Uno en el primer año de vida y el segundo durante la pubertad.¹⁰⁴ Este último, es el PVC, de especial interés en nuestro medio. Se considera al PVC como el momento en el cual se produce la mayor ganancia en cm/año (en varones de 8 a 12 cm).⁹⁹ El carácter retrospectivo de éste valor hace que diferentes autores desarrollaran métodos que permitan anticipar el momento en que éste se produce, dado que es el parámetro principal para la planificación de las diversas cualidades físicas que determinan el rendimiento en la élite deportiva. Por lo cual, entrenadores y preparadores físicos utilizan ésta información para programar los entrenamientos y la carrera deportiva de un individuo.^{105,106,107,108}

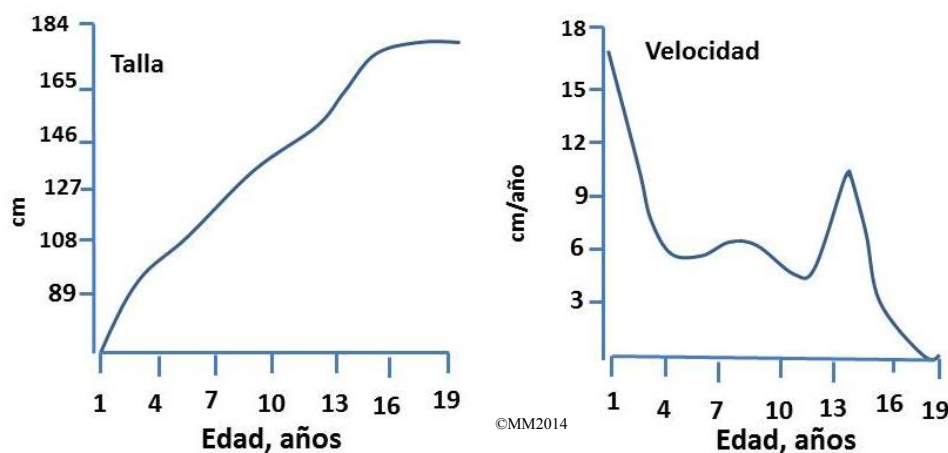


Figura 4: Curvas de talla y velocidad de crecimiento de talla de un niño

Adaptado de: Malina et al (2004)¹¹⁷

Otros métodos no invasivos para evaluar el PVC, contemplan fórmulas que contienen información de la altura junto a otros parámetros que permiten predecir éste pico.

En la predicción del PVC en ausencia de seguimiento longitudinal (ej: en estudios transversales), se realiza el método indirecto de la ecuación propuesta por Mirwald.¹⁰⁹ La misma expresa la cantidad de meses hasta o después del PVC en que se encuentra el sujeto, con un error estándar de 6 meses.¹⁰⁹ La ecuación para varones requiere los parámetros de edad cronológica (años y meses), talla sentado y en bipedestación y longitud de piernas relacionados con una serie de constantes y entre ellas:

Maduración estimada (varones):

$-29.769 + 0,0003007$

$\times$ longitud de piernas e interacción talla sentado $- 0,01177$

$\times$ edad e interacción de longitud de piernas $+ 0,01639$

$\times$ edad e interacción talla sentado $0,445 \cdot$

$\times$ relación longitud de pierna / altura,

donde $R = 0,96$; $R^2 = 0,915$, y el error estándar es $= 0,490$.¹⁰⁹

Otros autores como Beunen et al (1997) proponen un modelo de predicción alternativo que usa la edad cronológica, talla en bipedestación y sentado, y los pliegues subescapular y tríceps.¹¹⁰

Si bien se han propuestos estos métodos para hacer una aproximación al PVC o para diferenciar entre individuos maduros o inmaduros, los mismos no se utilizan en la práctica diaria habitual.

Por otro lado, la predicción de la talla adulta final se puede realizar por el método somático o combinado con el esquelético.

El método somático más utilizado en la clínica pediátrica es el cálculo de la talla genética familiar.

Talla genética familiar estimada en varones:

$$(Talla\ materna + Talla\ paterna + 13) / 2. (\pm 10\ cm).^{111}$$

Sin embargo la variabilidad de ésta (± 10 cm), condiciona su uso en el ámbito deportivo como único método.

La predicción de la talla adulta utilizando unas curvas de velocidad de crecimiento acumulado basado en la maduración, fue descrita por Sherar.¹¹² Este modifica la fórmula de Mirwald¹⁰⁹ y agrega otros parámetros para predecir también el PVC. El resultado se expresa en años pendientes hasta llegar al PVC. Este valor (edad al PVC) se correlaciona con unas tablas de velocidad de crecimiento acumulado basado en la maduración y permiten predecir la talla final adulta. Los autores describen un rango de error de $\pm 5,35$ cm en un intervalo de confianza del 95%.¹¹²

En síntesis:

Ventajas: son métodos económicos, no invasivos y reproducibles por personal con poco entrenamiento sanitario.

Desventajas: inicialmente es un método retrospectivo, con poca capacidad predictiva, excepto cuando se utilizan ecuaciones, que se complementan con un modelo matemático para optimizar su capacidad predictiva.¹¹³

Otras formas de medición de la maduración somática:

La combinación de parámetros somáticos como la descrita por Kreipe, el análisis del efecto de la edad relativa o el estudio genético son otras de las formas de evaluar éste proceso.

Kreipe et al (1985) describió una forma de diferenciar a los deportistas maduros de los inmaduros combinando una serie de variables en adolescentes varones.¹¹⁴ En ésta correlaciona la altura y la fuerza de manos (evaluada con dinamómetro) con el estadio de maduración del Vello Púbico de Tanner (auto administrado), diferenciando a los maduros (Tanner 4-5) e inmaduros (Tanner 1-3). Sin embargo, éste método origina tres grupos de estudio: los maduros, inmaduros y los altos/débiles (éstos últimos no categorizados en ninguno de los anteriores).¹¹⁴ Este método ha sido utilizado por Backous et al (1990) para co-relacionar la maduración con la incidencia de lesiones deportivas, sin la necesidad de tener que hacer una observación genital de los deportistas por personal sanitario.¹¹⁵ Si bien el sesgo de la autoevaluación del vello púbico es alta, la combinación de éstos factores describen una sensibilidad del 81% para detectar a los más maduros, no obstante su uso en ciencias deportivas es limitado y no ha vuelto a ser referenciado.¹¹⁶

Maduración esquelética: también denominada edad biológica o edad ósea, se considera el “gold estándar” para valorar la madurez de un sujeto. La edad biológica puede ser diferente a la cronológica. Así cuando la edad ósea es mayor a la cronológica estaremos ante un madurador precoz, y en cambio cuando la edad ósea es menor a la edad cronológica ante un madurador lento. Este parámetro se incluirá en algunas fórmulas para predecir la talla adulta.

La maduración esquelética o edad ósea se evalúa con una radiografía de la mano y muñeca izquierda, y se calcula por un método comparativo con un atlas estandarizado.

Existen diferentes métodos o atlas para evaluar la edad ósea:

- Método Greulich-Pyle (GP)
- Método Tanner-Whitehouse (TW)
- Método de Fels

Método de GP: está basado en una población de niños americanos de alto nivel socio económico del área de Cleveland (Ohio) estudiados entre 1931-1942. Evalúa la mano y muñeca en su conjunto, de forma comparativa con el atlas.

Método de TW y Fels: evalúan hueso por hueso asignando una puntuación a cada uno y correlacionando estos valores a una tabla predeterminada.

Método de TW: originalmente se estudiaron 3000 niños británicos estudiados entre 1936-1972. Hubieron modificaciones posteriores conocidas como TW 1, TW2 y TW3 (incluyeron población de referencia de España, Italia, Argentina, EEUU (Texas) y Japón; siendo por esto la más representativa y útil para nosotros).

Método de Fels: población de la región sur y central de Ohio.

Los métodos de GP y TW son los más utilizados en clínica pediátrica, siendo el GP uno de los preferidos entre pediatras y endocrinos por su fácil utilización.¹¹⁷

Es de subrayar que los diferentes métodos para evaluar la edad ósea no son equivalentes entre sí, y las diferencias más significativas entre estos métodos son de 1 año. Si bien en la práctica clínica, la diferencia entre la edad ósea y cronológica superior a dos años se considera sospechosa de patología endocrinológica (y en éstos casos siempre se requiere descartarla), en los estudios sobre maduración y deportes, muchos toman como parámetro de normalidad una diferencia de sólo 1 año.¹¹⁸

Lo importante es utilizar siempre el mismo método de evaluación, siendo el de Tanner Whitehouse el de elección en una población de estudio Europea y multi-étnica para la predicción de talla final adulta.¹¹⁹

En síntesis:

Ventaja: la edad ósea es el “gold estándar” para evaluar la maduración. La mayoría de las lesiones deportivas obedecen a éste patrón de medición, cuando existe una inmadurez muscular esquelética.

Desventaja: es un método invasivo, se irradia al individuo, lo que genera conflictos de ética profesional al elegir dicho método como cribaje.

Es costoso y requiere personal muy especializado para su realización e interpretación de los resultados.

Maduración sexual: es la manifestación de los cambios hormonales que suceden en éste periodo y se pueden evaluar a través de:

- Criterios de Estadificación de Tanner (Criterios de Tanner) y volumen testicular.
- Otras características sexuales secundarias (cambio de la voz, vello facial, vello axilar, menarca en la mujer)
- Nivel de hormonas circulantes.

Los criterios de Tanner (T), fueron descritos para su utilización clínica por Tanner y colaboradores en la década de 1960 ¹²⁰ y desde entonces ha sido, por su practicidad y bajo coste, el parámetro más utilizado en la práctica clínica para la valoración de la maduración de niños y adolescentes.

Los criterios de Tanner constan de dos partes, la exploración de los genitales y la distribución del vello púbico. A su vez, la exploración del estadio genital (G) consta de 5 niveles, y el vello púbico de 6 estadios tanto en varones como en mujeres.

Si bien la distribución del vello púbico es similar en ambos sexos, la exploración genital es diferente. En las niñas, la exploración genital se centra únicamente en la evaluación de la anatomía de los pechos y en los niños se explora el pene y testículos en la bolsa escrotal en forma y tamaño.

Para el presente trabajo describiremos únicamente el estadio de Tanner masculino (ver figura 5):

Estadio genital (G):

G1 son unos genitales de niño pre púber, con un VT 1 a 3 cm³.

G 2: corresponde al inicio de la pubertad, VT 4 a 6 cm³ y un oscurecimiento de la coloración del escroto.

G 3: existe un alargamiento del pene pero poco cambio en el espesor (VT 6 a 8 cm³).

G 4: el pene aumenta en longitud y espesor con una mayor diferenciación en forma y tamaño de la estructura del glande (VT 10 a 12 cm³).

G 5: pene y escroto de forma y tamaño de un adulto (VT 15 a 25 cm³).

Vello Púbico (VP):

VP 1 es inexistente (pre púber)

VP 2: difícil de observar en fotografías (es un vello fino, alargado y de escasa cantidad).

VP 3: vello es más oscuro, grueso e intenta rizarse.

VP 4: es un vello rizado, de forma y color semejante al adulto pero localizado y sin expandirse hacia los muslos u ombligo.

VP 5: vellosidad de adulto que se extiende hacia muslos sin sobrepasar pubis.

VP 6: igual al anterior pero se extiende hacia ombligo (una gran parte de la población no presenta éste estadio).

Volumen del Tamaño Testicular (VT)

El inicio de la pubertad masculina se determina con el aumento del volumen testicular ≥ 4 cm³. Para su medición se utiliza el método comparativo de su tamaño con el orquidómetro de Prader. El cual es un collar de esferas ovoideas de diferentes medidas, con una correlación de su volumen en cm³.¹²¹ El tamaño de las esferas se pueden dividir

en tres grupos: Pre púber (VT: 1, 2 y 3), Puberal (VT: 4,6,8,10,12) y Post púber o adultos (VT: 15, 20 y 25). El PVC se produce entre el estadio 3 y 4 de Tanner y el hito madurativo que marca el fin de dicho proceso es el cambio de la voz. Todos estos cambios se inician generalmente a los 12 años y pueden tener una duración que varía con la edad, raza, condiciones nutricionales o medio ambientales que oscila entre los 2 a 5 años. Dicha variabilidad entre sujetos hace importante su individualización.



Figura 5: Criterios de Estadificación de Tanner. Temboursy Molina (2009)⁸⁵

Los estadios de Tanner pueden evaluarse de dos formas: por medio de una auto-evaluación o medición por personal cualificado. En el primero (auto administrado), el individuo evalúa por comparación sus genitales con el de las figuras de un formulario auto administrado, el cual tiene mayor probabilidad de sobre valoración en varones y de infravaloración en mujeres. El segundo (evaluación por personal médico experimentado)

es la forma recomendada y efectiva.^{108,122} De todas formas al ser un método por comparación, están descriptas diferencias tanto intra- como inter-observadores, las cuales pueden minimizarse limitando el número de evaluadores o que éstos sean siempre sean los mismos.¹²³ La evaluación por pediatras entrenados en éste método es más fiable que la realizada por Traumatólogos o Médicos del Deporte.¹²⁴

Si bien existe una correlación entre el tamaño testicular, los estadios de Tanner y los parámetros somáticos durante la pubertad normal (*ver figura 6*), la relación entre edad cronológica y maduración esquelética no es exacta y pueden existir diferencias de hasta dos años entre ellas, por ello para su correcta evaluación se recomienda el estudio por más de un método.

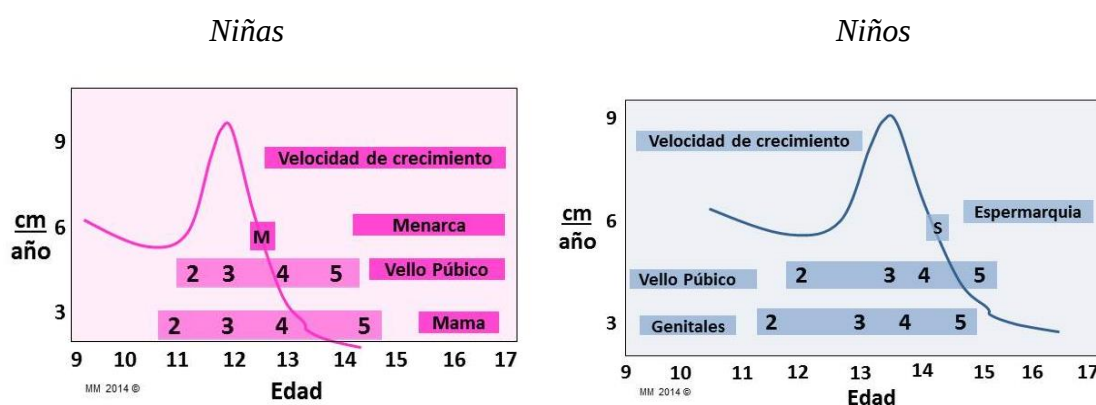


Figura 6: Relación entre Criterios de Tanner y Pico de Velocidad de Crecimiento
Adaptado de: Rosen (2005)⁹⁸

En síntesis:

Ventaja: es el más rápido y económico, reproducible y ampliamente utilizado en la práctica clínica. Tiene capacidad predictiva al inicio de los cambios madurativos. Es el recomendado en estudios clínicos epidemiológicos.¹²⁵

Desventaja: se debe tener la autorización del menor y sus tutores, y un espacio que asegure la privacidad durante su evaluación, puesto que se exploran partes íntimas en una época donde el pudor adquiere una especial relevancia. No hay una estrecha relación con la edad ósea al igual que con la edad cronológica. La variabilidad inter observador puede ser una limitación si no se tiene en cuenta.^{121,126,127}

El *estudio del nivel de hormonas circulantes* presenta un coste excesivo y de múltiples variables a tener en cuenta al momento de realizarlo, como el tipo de entrenamiento realizado días previos, o momento del día de la extracción de las muestras que condicionan los valores finales. Los *caracteres sexuales secundarios* presentan mucha variabilidad entre individuos según la raza o etnia familiar, suceso que también condicionarían los resultados.

Otros métodos de evaluación de la maduración son:

El **efecto de la edad relativa** (relative age effect o RAE) es un fenómeno por el cual los jóvenes que nacen a principio de año son seleccionados de forma rutinaria por delante de los nacidos al final del mismo año.¹²⁸ Por lo cual no es un método de evaluación sino un fenómeno en el que interactúan en dicha selección diferentes agentes sociales como padres y entrenadores además del deportista.¹²⁹ Sin embargo, dicho fenómeno se utiliza en ocasiones como parámetro de evaluación cuando no lo es. Pero la limitación más importante de ésta, es la variabilidad individual de cada sujeto entre la edad cronológica y la edad biológica. Tal sesgo de selección es debido a que los niños mayores poseen un mayor tamaño, y consecuentemente mejores registros de fuerza y velocidad^{130,131} por lo cual tendrán un mayor tiempo de exposición en el deporte elegido. En consecuencia los niños más pequeños o menos maduros podrían no ser seleccionados a pesar de tener cualidades para el deporte o en su defecto la desventaja de un menor estímulo para mejorar deportivamente. En el balonmano en particular, éste fenómeno presenta la limitación en que las categorías según edad, en ocasiones se agrupan con una frecuencia anual o bianual, tanto en balonmano masculino o femenino; o según la competición que se estudie. Esto limita su utilidad en el desarrollo de estudios epidemiológicos de las lesiones en éste deporte, si no se definen de forma estricta y se contemplan las características de cada sujeto o grupo de estudio.^{128,132}

Por último hay un avance en los últimos años en la identificación del perfil **genético** de los individuos maduradores precoces y/o tardíos. Sin embargo el estudio poblacional para el diagnóstico clínico, queda limitado por su coste económico.¹³³

1.3.3 Influencia de la maduración en el ámbito deportivo

Los estudios de identificación de talentos deportivos, presentan habitualmente un sesgo sistemático en la selección hacia los jugadores más maduros (maduración avanzada).¹³⁴ Esta se asocia a un desarrollo antropométrico más avanzado que genera una ventaja física según el deporte o posición de juego estudiada.¹³⁵ Sin embargo estas diferencias entre jugadores, pueden cambiar durante la pubertad, por lo cual la selección basada en el

desarrollo avanzado del individuo, no es recomendada en BmF, porque podrían descartarse a aquellos jugadores inmaduros (maduradores tardíos y/o lentos), pero con excelente potencial deportivo.¹³⁶ Durante un tiempo se cuestionó si el deporte competitivo condicionaba el proceso madurativo hacia un desarrollo precoz respecto a la edad cronológica (madurador temprano o precoz). Actualmente, se sabe que el entrenamiento de alta intensidad correctamente planificado, no afecta a este proceso^{102,137} el cual está condicionado fundamentalmente por una serie de cambios orgánicos (fisiológicos y genéticos). El desequilibrio entre el rápido crecimiento óseo en relación a la longitud muscular; la desproporcionalidad transitoria de sus segmentos corporales y la necesidad de una re-estructuración de la imagen corporal, fenómenos normales durante la pubertad, pueden perturbar la estructura, la función neuromuscular y el rendimiento físico de forma transitoria.¹⁰³ El impacto de estos cambios temporales, pueden ser importantes en un momento crucial de la carrera deportiva del sujeto. Las diferencias entre individuos de una misma edad pueden ser amplia en los diferentes aspectos de la maduración biológica, como el estadio madurativo en que se encuentre (magnitud del cambio), diferencias en la edad de inicio de los cambios puberales (“timing puberal”), o de su tasa de recambio (“tempo” o “delta”). Estos condicionantes, no siempre son tomados en cuenta en la planificación del entrenamiento.¹⁰³ La individualización de los programas de entrenamiento teniendo en cuenta el momento madurativo permitiría periodizar mejor las fases sensibles y con ello aumentar el rendimiento deportivo y minimizar el riesgo de lesiones.

1.3.4 Lesiones y maduración en el deporte

El deportista joven puede ser vulnerable a sufrir una lesión debido a las particularidades del proceso de crecimiento y desarrollo.¹³⁸ Este mayor riesgo, puede ser debido a la inmadurez esquelética y la falta de coordinación, habilidad y percepción motriz transitoria que les caracteriza durante éste período.¹³⁸

Las tasas más altas de lesiones, en menores de 18 años, tanto en varones como en mujeres, ocurren entre los 10 a 14 años.¹³⁹ Según la Academia Americana de Pediatría los menores de 15 años tienen una mayor prevalencia y riesgo relativo de lesiones

comparado con los adultos.¹⁴⁰ Cuando se analiza ésta incidencia en relación a las horas de exposición (IL*1000 hs) el riesgo es mayor a partir de los 12 años.¹⁴⁰

Las lesiones deportivas se localizan con especial preferencia en las extremidades inferiores¹⁴¹ pero tanto su localización específica como la estructura afectada (tipo de lesión) pueden variar según el sexo y la edad como consecuencia del estado madurativo del individuo.^{65,71,142,143}

La mayoría de los trabajos sobre lesiones en deportes de equipo en edad pediátrica se realizan en fútbol¹⁴⁴ que tiene una de las tasas de lesiones más altas¹⁴⁰ junto con el balonmano.^{8,19} La tasa de lesiones en partidos en relación a los entrenamientos es mayor en la mayoría de los deportes de equipo.^{60,140,145,146} Pero los jóvenes tienen más lesiones durante los entrenamientos y con un mayor número de lesiones por sobreuso (osteocondrosis) respecto a los adultos, los cuales presentan un predominio de lesiones agudas y durante la competición.¹⁴⁷ Sin embargo la relación entre edad e intensidad de la competición respecto a la tasa de lesiones es específica para cada deporte, por lo cual la mayoría de conclusiones surgidas de los estudios de fútbol no deberían ser extrapoladas a otros deportes.^{20,55}

Las lesiones agudas son aquellas que se producen de forma súbita, a menudo condicionada por el contacto o un evento accidental, las cuales suceden a menudo en competición pero no de forma exclusiva. Y las lesiones por sobreuso, son las producidas por un microtrauma repetitivo que no permite actuar al organismo el tiempo necesario para su reparación natural.¹⁴⁸ Con lo cual podremos diferenciar entre un comienzo súbito en las agudas e insidioso en las lesiones por sobreuso, haciendo referencia al mecanismo de producción y no al momento en que se producen las mismas, concepto que en ocasiones puede generar confusión si se interpretan como sinónimos cuando no lo son.

Las lesiones por sobreuso, tienen una mención especial en el capítulo de las lesiones deportivas en la edad pediátrica, dado que representa más de la mitad de los casos durante ésta etapa del desarrollo.^{148,149} En relación a éstas, se han descrito factores de riesgo asociados: como mala programación deportiva (exceso de volumen e intensidad), no respetar los periodos de recuperación, periodos de sueño inadecuado, inmadurez esquelética, etc.¹⁵⁰

La lesión por sobreuso más frecuente en estas edades son las osteoncondrosis, especialmente las apofisitis,^{146,150} las cuales están relacionadas con la inmadurez esquelética.

Como hemos mencionado anteriormente, la variabilidad del estado madurativo entre sujetos de una misma edad está condicionada por la raza, los antecedentes familiares, el perfil genético, las características nutricionales y medioambientales. Lo cual hacen de la edad cronológica (como único parámetro) un dato poco fiable para el estudio de las lesiones.¹⁵¹ Diversos estudios han relacionado la maduración (determinada por el estadio de Tanner) con las lesiones deportivas. Michaud et al (2001) realizaron uno de los estudios más grandes sobre lesiones deportivas en 3609 escolares (niños y niñas entre 10 – 19 años).¹⁵¹ Donde determinan que el riesgo de lesiones está relacionado con el desarrollo biológico (estadio puberal de Tanner) más que por parámetros como el tamaño corporal, el peso, índice de masa corporal o la edad cronológica. Y concluyen que las tasas más altas de lesiones se correlacionan con los estadios de Tanner 4 y 5, con el aumento de horas por semana de actividad física vigorosa y con la práctica de deportes de riesgo.¹⁵¹ Sin embargo las limitaciones de éste estudio son varias, la tasa de lesiones se calculó como porcentaje del total y no en relación a las horas de exposición al deporte, a su vez el tiempo de exposición o práctica deportiva fue estimado, y la definición de lesión no fue claramente definida como tampoco la discriminación entre si el deporte era recreativo u organizado. Además la determinación del estadio de Tanner por el método de autoevaluación podría ser también otro de los condicionantes del estudio.

Backous et al (1988)¹¹⁶ estudiaron la relación entre maduración biológica y lesiones estimando la maduración por una combinación de datos, compuestos por la fuerza de manos, altura y VP del Tanner (autoevaluado) en 681 varones futbolistas (edades 6-17 años) durante un campamento de verano. Describieron una incidencia de lesión mayor entre los jugadores altos/débiles comparados con los inmaduros (bajos/débiles) y los maduros (altos/fuertes). A su vez el patrón de lesión fue diferente entre los altos/débiles (contusión de rodilla 27,3%), inmaduros (lesión de cuádriceps 23,7%) o maduros (esguince de tobillo 15,8%).¹¹⁶ Sin embargo el método utilizado para evaluar la maduración carece de estudios posteriores y probablemente de utilidad práctica. Otros

como Linder et al (1995) examinaron la maduración sexual (Tanner) y las lesiones en 340 futbolistas adolescentes de nivel escolar.¹⁵² Durante 2 temporadas consecutivas, con un diseño transversal detectaron que los estadios de Tanner: 3, 4 y 5 comparados con estadios de Tanner 1 y 2 (los inmaduros) presentaron una mayor prevalencia (P: 0,03).¹⁵² Desafortunadamente las horas de exposición en éste trabajo no se contabilizaron, y a su vez, el número de jugadores inmaduros (10% T 1 o 2) fue pequeño. A los participantes no se les realizó ningún tipo de examen médico previo, con lo cual no se descartaron los factores predisponentes de lesiones, como tampoco se consideraron las variables como superficies de juego o modelos de entrenamiento o programación deportiva de cada entrenador.¹⁵³ Al ser el estudio un diseño transversal, no se tiene la información ni del “timing” (inicio de la pubertad) ni del “tempo” puberal (progresión de la maduración) datos que podrían condicionar los resultados. No obstante, dado el bajo coste económico y la sencillez del método es uno de los trabajos que nos inspiró para la realización del presente estudio.

Por otro lado, Faulkner (2006) relaciona el periodo de mayor incidencia de fractura distal de radio justo antes del PVC (maduración somática), durante el cual halla una debilidad esquelética relativa objetivable.¹⁵⁴

Como se mencionó con anterioridad, el “gold estándar” para la valoración de la maduración normal es la edad ósea. Johnson¹⁵⁵ realiza un estudio prospectivo en futbolistas de elite en edad escolar durante 6 temporadas consecutivas con 292 deportistas. En dicho estudio se realiza la edad ósea por el método de Fels y se define al madurador precoz como aquel con una edad ósea > 1 año respecto a la cronológica, e inversamente al madurador lento, el resto se consideran maduradores normales (hasta ± 1 año). Los resultados evidencian que la muestra tiene una edad ósea ligeramente avanzada respecto a la edad cronológica, pero sin embargo, el método utilizado (Fels) sobrevalora la edad ósea respecto a la cronológica, lo que implica que los resultados deben analizarse con cuidado. Según el autor, no hubieron diferencias significativas en la IL entre el madurador lento, precoz, o normal (1,4; 1,5 y 1,8 respectivamente) cuando las horas de entrenamiento, competición, estatura y posición de juego fueron controlados como co-variables (P: 0,73). Pero los resultados del análisis de la media logarítmica lineal (de las 6

temporadas), indican una relación entre el momento de la lesión, horas de exposición a entrenamientos y partidos en relación a la maduración (edad cronológica–edad ósea) ($P: 0,05$)¹⁵⁵ Sin embargo, Malina¹¹⁸ cuestiona el trabajo de Johnson, como un trabajo limitado, inconcluso y contradictorio dado que expone el estado de maduración, y las horas de entrenamientos y partidos como predictores significativos de lesión. Por desgracia, cita Malina, no hay suficiente información para evaluar la magnitud del efecto de los llamados “predictores”. A su vez que critica que el análisis de regresión se limitó a “datos de media”, pero la edad media de la muestra no se informó, lo que dificulta la interpretación del parámetro madurativo definido como: edad cronológica-edad ósea. También subraya que se identifica al madurador precoz como el de mayor IL, aunque la diferencia entre los grupos de madurez no fue significativa cuando el potencial co-variable fue controlado estadísticamente. Curiosamente la edad cronológica no se controló como una co-variable, pero los autores definen que los jugadores menores de 14 años fueron los “más vulnerables” (independientemente del estado madurativo). Por lo cual, dicho estudio presenta errores metodológicos que condicionan los resultados y su interpretación.

En síntesis, el estudio de la lesión deportiva en relación a la maduración también está condicionado por la variable madurativa estudiada y el método o técnica que se utilice. Así, se puede estudiar la maduración como un proceso estático, identificando únicamente a los individuos en su estado inmaduro o maduro respecto al desarrollo, o de acuerdo a cuando hubieran iniciado éste proceso, madurador precoz, normal o madurador tardío. Para esto último, se puede disponer de la edad al inicio de los cambios puberales, “Timing”, o de la relación entre la edad cronológica con la biológica, edad ósea o esquelética. Si se evalúa la maduración esquelética, el sujeto inmaduro será aquel cuya edad ósea sea menor a la cronológica y en sentido contrario en relación al sujeto maduro.

Si se analiza la maduración somática normal, se identificarán diferentes grupos y subgrupos de sujetos:

- Inmaduros
 - Pre-púberes (quienes aún no han experimentado el PVC)
 - Púberes (los que están realizando el PVC)
- Maduros (aquellos en los que el PVC ha ocurrido uno o dos años antes)

Por último, la maduración desde el punto de vista sexual también permite diferenciar entre individuos inmaduros o maduros.

- Inmaduros
 - Pre-pubertad (Estadio Tanner I-VT: 1-3 cm³)
 - Pubertad Inicial (Estadios Tanner II-VT: 4-6 cm³)
 - Pubertad Media (Estadio Tanner III-VT: 8-10 cm³)
 - Pubertad Avanzada (Estadio Tanner IV-VT: 12-15 cm³)
- Maduros (Estadio Tanner V- VT >15 cm³)

A su vez, el proceso dinámico, se puede evaluar con la progresión de un parámetro sexual madurativo (Tanner o VT) al siguiente (“Tempo” o “Delta”) y permitiría evaluar la progresión de ésta por unidad de tiempo. Y así analizar el componente dinámico de éste proceso habitualmente observado desde una óptica estática.

Los estudios de prevalencia de lesiones en los deportes de equipo tienen unos resultados con gran variabilidad, quizás una de las causas sean los diferentes estadios madurativos de los participantes.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Característica de la muestra (Fútbol Club Barcelona) y diseño del estudio.

El Fútbol Club Barcelona, la institución del presente estudio, cuenta con la sección de Balonmano desde el año 1942 y tiene dos equipos Seniors. El primer equipo o Senior, que juega en la máxima liga del estado español (ASOBAL) y europeo y otro denominado Senior B que compite desde hace cuatro temporadas en segunda división (División de Honor Plata). El objetivo del Senior B es claramente una función formativa para los deportistas jóvenes seleccionados a participar en breve con el primer equipo, antes de acceder al circuito profesional, por lo cual se sigue una dinámica de trabajo profesional, compitiendo con otros equipos que aspiran a ganar el campeonato de división de honor para poder ascender a la primera división del Bm Español. Además, el FCB cuenta dentro de su estructura de BmF de los siguientes equipos divididos por categoría según edad:

Juvenil (16-17 años) o U-18

Cadete A (14-15 años) o U-16

Cadete B (13-14 años) o U-15

Infantil (12-13años) o U-14

A su vez, el 100% de los integrantes del programa nacional de tecnificación deportiva en Bm masculino compiten para ésta institución deportiva y corresponde al 17% de los jugadores de Bm del FCB (excluyendo al primer equipo).

Hemos escogido el Bm para nuestro estudio debido a unas características “específicas” que dentro del FCB lo hacen especialmente significativo a la hora de registrar procesos lesionales:

1. Es un deporte donde existe el contacto físico, incluso potenciado en una faceta del juego como es en la defensa, y que la reglamentación permite fundamentalmente a nivel de tronco y extremidades superiores.

2. Existe un elemento móvil e indispensable del juego, al cual se le aplican fuerzas concretas para su desplazamiento que pueden llegar a alcanzar una alta velocidad y una energía de impacto elevada.
3. El juego permite los cambios de jugadores de forma automática, lo que lo hace muy rápido, dinámico y condiciona la aparición de jugadores con especificidad defensiva y ofensiva.
4. Incluye desde el punto de vista del desplazamiento, carrera, frenadas bruscas, saltos y caídas.
5. En nuestro club los jugadores que participan del programa formativo son seleccionados previamente en un amplio muestreo, por sus características o cualidades físicas, técnicas y tácticas.
6. El volumen de entrenamiento al que son sometidos los jugadores en la etapa formativa son los más altos que se dan en los deportes colectivos de nuestro entorno.

La presente muestra es seleccionada por su capacidad técnica y capacidades físicas y madurativas avanzadas respecto a la población general,⁶⁰ lo que condiciona una ventaja deportiva para la competición de éste deporte.

Todos los jugadores pasan una revisión médico-deportiva completa con antropometría y ECG basal anualmente; y visita cardiológica con ecocardiograma y prueba de esfuerzo al incorporarse a la institución por primera vez en todas las categorías y anualmente en Seniors.¹⁵⁶

En la institución estudiada, todas las lesiones en jugadores de Bm son atendidas, registradas y codificadas por dos médicos con experiencia en éste deporte (JAG y MM) que participan de la presente investigación. Se sigue el modelo de estudios epidemiológicos propuesto por UEFA para el estudio de lesiones y el sistema de codificación OSICS-10.^{21,33} El retorno a la competición o entrenamientos después de una lesión, se realiza únicamente después de la valoración de los médicos responsables.

La evaluación del estado madurativo se programó durante las dos temporadas en los mismos meses (abril y octubre), siempre en horario de tarde y anulando los

entrenamientos ese día y las cargas altas de ejercicio hasta 48 hs previas a la exploración. Todos los participantes que por motivos técnicos continuaron en el club en la siguiente temporada, se les repitió la evaluación (hasta cuatro veces en las dos temporadas). La evaluación fue realizada por un mismo profesional (MM) pediatra y especialista en medicina deportiva con experiencia en la valoración madurativa. De ésta forma se minimizó la variabilidad estacional e inter observador que pudiera existir, tanto para la determinación como para el seguimiento de las variables madurativas analizadas.

2.2 Etapas del estudio:

1º Etapa del estudio: se corresponde al estudio retrospectivo de la incidencia de lesiones del balonmano de elite (formativo y profesional) Periodo de análisis 5 temporadas. Las características de éste estudio retrospectivo transversal radica en que los años estudiados se realizaron con el mismo diseño y modalidad de registro y codificación de lesiones que el prospectivo. Esto sucedió porque la institución participante instauró una metodología de trabajo basada en la propuesta para estudios de lesiones en fútbol del modelo UEFA y codificación OSICS, al año siguiente de presentadas éstas propuestas a la comunidad científica internacional. No obstante los datos del presente trabajo se explotaron desde el año siguiente a la implementación de éstos modelos (modelo UEFA y codificación OSICS) en el club. Durante éste periodo JAG, participe del estudio y responsable médico del Bm, realizó durante los tres primeros años el registro y los dos años siguientes se sumó MM, los cuales conforman el equipo que realiza todo el registro y seguimiento de la segunda parte del estudio. La primera parte o estudio preliminar corresponde al primer artículo del presente trabajo.

2º Etapa del estudio: corresponde al segundo y tercer artículos (éste último se presenta como anexo). La atención y registro de las lesiones son realizadas por los dos investigadores principales (JAG, MM). Período de análisis durante dos temporadas consecutivas.

El segundo artículo tiene un diseño descriptivo, prospectivo y longitudinal. Se analiza la IL total y los subtipos (IL competición e IL entrenamientos) en relación a la categoría de

edad, y a parámetros madurativos (estadios de Tanner, Pubertad evaluada según tamaño testicular, variación de los estadios de Tanner durante la temporada denominado Delta Tanner, PVC y edad ósea).

El tercer artículo (que complementa éste trabajo y se adjunta en el anexo) tiene un diseño de cohorte y se realiza un análisis de la IL y sus subtipos y el patrón de lesión según la posición de juego, comparando esta variable con las categorías de juego por edad: adultos vs jóvenes; y éstos últimos según el estado de maduración.

Resumen de diseño el estudio de Tesis:

- Elección de la muestra condicionada a la élite formativa y profesional del Balonmano Español.
- Modelo: epidemiológico UEFA con sistema de codificación OSICS.
- Periodo:
 - Primera Etapa: cinco temporadas consecutivas.
 - Segunda Etapa: dos temporadas consecutivas.
- Diseño:
 - Primera Etapa: retrospectivo
 - Segunda Etapa: longitudinal, prospectivo.
- Asistencia sanitaria y registro de lesiones realizada por dos investigadores con experiencia en lesiones de balonmano.
- Evaluación de parámetros madurativos en misma hora y época del año, por el mismo profesional.
- Evaluación de Edad Ósea: se realiza la Rx el mismo día que el resto de parámetros, pero la lectura de edad ósea se envía a centro externo de referencia (Dra. Lourdes Ibañez Toda: Servicio de Endocrinología Pediátrica Hospital San Joan de Deu de Barcelona)

3 HIPOTESIS Y OBJETIVOS

La utilidad de la información respecto a las lesiones deportivas, radican en el conocimiento de su localización y estructuras más frecuentemente afectadas y su relación con condicionantes o factores de riesgo que de poder modificarse o adaptarse a cada individuo repercutirá no sólo en el bienestar bio-psico-social sino también en el rendimiento deportivo. Es la intención de éste estudio, obtener información sobre las lesiones musculo-esquelético generadas o relacionadas con la práctica del Balonmano de élite en nuestro entorno social. La finalidad es trasladar ésta información a los patrones de entrenamiento para que incluyan rutinas preventivas adaptadas al deporte y a sus variables específicas, con el objetivo de reducir el número de lesiones y períodos de baja deportiva de los jugadores.

Hipótesis

¿Existe diferencia y/o variabilidad significativa en la incidencia lesional o el patrón de lesiones del balonmano entre las edades de desarrollo corporal y madurativo en relación con la edad adulta?

Objetivos

En éste contexto teórico nos planteamos los siguientes objetivos:

- a. Describir y clasificar la epidemiología de las lesiones (diagnóstico, localización, estructura afectada, gravedad) en el Balonmano de elite en diferentes categorías de edad.
- b. Identificar los factores que condicionan un aumento del riesgo de padecer una lesión. Estos factores los hemos identificado en: categoría de edad, momento madurativo y posición de juego.

4 RESULTADOS Y ESTUDIOS REALIZADOS.

En la parte experimental hemos recogido la información necesaria para tener los elementos de discusión que nos permita dar respuesta a nuestra hipótesis de trabajo. El estudio de la presente tesis doctoral fue aprobado por la dirección médica y comisión de formación e investigación de los servicios médicos del Fútbol Club Barcelona, y autorizado por el comité de ética de investigaciones clínicas del Consell Català de l'Esport de la Generalitat de Catalunya N° salida 00995/5954/2013.

Para ello, la hemos desarrollado en dos partes:

La primera parte es la recogida de datos general desde un punto de vista retrospectivo de la epidemiología de las lesiones del Bm de élite. Estudio realizado:

4.1 Epidemiología lesional del balonmano de elite: Estudio restrospectivo en equipos profesional y formativo de un mismo Club. Apunts Med de l'Esport 2014; 49(181):11-19.

Objetivo: evaluar la incidencia y el patrón de lesiones en el balonmano de élite.

Método: estudio retrospectivo, transversal de 496 jugadores, de 29 equipos (divididos por categorías según edad y nivel competitivo), durante 5 temporadas (2007-2012), de un club del sur de Europa. El equipo médico evaluó las lesiones y tiempo de exposición estimado para cada equipo. Se siguieron los criterios epidemiológicos según consenso UEFA y codificación OSICS-10. Estos criterios se comenzaron a utilizar, en la institución estudiada, desde la temporada anterior al periodo analizado. Todas las lesiones fueron diagnosticadas y dadas de alta por los dos médicos responsables de la sección balonmano.

Resultados: se registraron 557 lesiones con 117.723 horas de exposición totales. La media de incidencia de lesiones de los equipos fue: 4,9 lesiones por mil horas de

exposición. Para el equipo Senior A (primer equipo) fue de 4,3 (DS 1,8), Senior B (segundo equipo) 3,4 (DS 1,3); Juvenil 5,6 (DS 1,1); Cadete A 5,5 (DS 2); Cadete B 5,7 (DS 2,9) e Infantil 3,0 (DS 1,5). No hubo diferencia estadística significativa entre ellos ($P > 0.05$), aunque los equipos seniors tuvieron la mayor cantidad de horas de exposición ($P < 0.001$).

Las localizaciones más frecuentes fueron tobillo (17,1 %), rodilla (15,6 %), muslo (11,6 %) y región lumbar (9%). La estructura afectada con más frecuencia, fue la lesión ligamentosa o esguince (27,8 %) y la lesión “muscular por mecanismo indirecto” (18,8 %). Esta última más en el Senior A y la lesión ligamentosa en las categorías inferiores, aunque no se registraron diferencias significativas entre las categorías.

Discusión: el presente estudio es un trabajo retrospectivo. La mayoría de la bibliografía respecto a la epidemiología de las lesiones en éste deporte son en estudios prospectivos, donde la metodología utilizada en el registro de lesiones es la recomendada para estudios epidemiológicos de las lesiones deportivas según el modelo UEFA. A su vez, el sistema de codificación OSICS-10, que disminuye la variabilidad de errores por la codificación de las lesiones entre diferentes registradores, se suma el hecho que tanto el diagnóstico como el seguimiento de las mismas fueron realizadas por sólo dos médicos con experiencia en la traumatología del balonmano. Teniendo en cuenta que ésta sistemática se implementó desde un año antes de la realización del presente trabajo, brinda una credibilidad mayor a éstos resultados que la de cualquier otro estudio de tipo retrospectivo. El presente trabajo presenta el mayor número de lesiones y es el tercero en número de jugadores participantes que se haya publicado hasta el momento. El período de estudio durante 5 temporadas, permite minimizar las diferencias entre los resultados, condicionados por la variabilidad entre las temporadas.

No se hallaron diferencias significativas en la IL, ni en los patrones de lesión frente a los equipos formativos vs seniors. Y los valores de IL totales se encuentran dentro de los rangos publicados por el resto de autores. Si bien, la tasa de lesión entre categorías presentaba valores diferentes, ej: el Cadete B 5,7 (DE 3,2) fue el que mayor incidencia presento, pero no hubo diferencias significativas entre ellos cuando se analizó según las

horas de exposición. Sin embargo, en el análisis porcentual de la localización y estructuras afectadas, se constató un porcentaje mayor de lesiones musculares entre los Senior A y de lesiones ligamentosas tipo esguinces entre los jugadores en formación. Siendo el esguince de tobillo el más afectado (51,3%) entre las lesiones ligamentosas, y los músculos aductores y cuádriceps los más frecuentes por mecanismo indirecto no traumático.

Conclusiones: el patrón y la incidencia total de lesiones por mil horas de exposición en el balonmano de elite es uniforme entre los equipos de diferentes categorías de edad. Existen pequeñas diferencias que deberán tenerse en cuenta para optimizar los programas de prevención en cada categoría del BmF de elite. Si bien los patrones de lesiones son similares en las diferentes categorías de edad, se destaca una mayor presencia de lesiones musculares en el Senior A (primer equipo) y de lesiones ligamentosas en las categorías inferiores. Este hecho es importante para optimizar los programas de prevención en cada equipo según la categoría en que compitan.

Del presente trabajo se concluye que se requiere futuras investigaciones para evaluar el rol de la maduración biológica en la predisposición de la estructura afectada entre seniors y equipos formativos.

Una vez recogida, clasificada, ponderada y valorada la información retrospectiva, nos planteamos en un segundo estudio experimental, valorar de una forma prospectiva si el estado madurativo y/o de desarrollo corporal es un factor determinante para modificar la incidencia de lesiones en nuestro deporte.

4.2 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? Apunts Med de l'Esport 2015; 50(185):5-14.

Objetivo: describir la relación entre incidencia lesional (IL) y estado madurativo de jugadores varones de balonmano formativo (BmF) de alto nivel competitivo.

Método: estudio prospectivo, descriptivo según criterios estandarizados STROBE para estudios epidemiológicos y metodología según el consenso UEFA, durante 2 temporadas. De 164 jugadores que componen el BmF se excluyen al equipo Senior B (>18 años) por ser adultos y competir en la máxima categoría en división de honor. Se analiza la incidencia de lesión deportiva de 133 jugadores adolescentes, los criterios de maduración biológica y la carga física de exposición por mil horas. Las variables utilizadas para analizar el estado madurativo son los estadios de Tanner, la pubertad (agrupación según tamaño del volumen testicular), el pico de velocidad de crecimiento y la edad ósea.

El estadio de Tanner se evalúa por exploración genital por personal experimentado y la categorización de Pubertad según el volumen testicular por método comparativo con orquidómetro de Prader durante las dos temporadas. El pico de velocidad de crecimiento se analiza con el aumento de la talla en cm (>4 cm en 6 meses) y la edad ósea por radiografía de mano izquierda por método de Tanner-Whitehouse 3. Estos dos últimos parámetros madurativos sólo se analizaron en la última temporada. Las mediciones de la maduración se realizaron dos veces por temporada, con una diferencia entre ellas de 6 meses (al final del primer trimestre y del tercer trimestre), en horario de tarde por el mismo evaluador para minimizar la variabilidad inter observador y estacional.

Todos los jugadores dan su consentimiento informado escrito, según Declaración de Helsinki. El presente estudio está aprobado por el comité de ética de las investigaciones clínicas de la administración deportiva de Cataluña.

Análisis estadístico: se realizó un análisis de varianza para factores como la edad y categoría sobre la IL, y para evaluar la influencia de los parámetros de maduración (Tanner y Pubertad) utilizando el paquete estadístico SPSS 13.0 de Windows.

También se realizó un análisis multivarianza para evaluar la influencia de los mismos factores sobre las lesiones expresadas como IL en competición o entrenamiento.

Resultados: se registraron 190 lesiones para un total de 34.222 h de exposición, el valor fue de 21,8 lesiones por mil horas de competición, y en entrenamientos de 3,1 lesiones por mil horas. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre IL total, la edad cronológica y los diferentes estados madurativos por ANOVA.

Según el estadio de Tanner (T) el 61% es T=5 y el 37% entre T= 2 a 4. La Edad Ósea (EO) confirma un 66% en rango normal respecto a la edad cronológica, mientras el 15% son maduradores lentos ($EO < EC$) y 17% maduradores precoces ($EO > EC$), lo que describe una muestra poblacional normal. Sin embargo el 100% de la población ya inicio su pubertad como lo demuestra el hecho que todos los individuos presentan un volumen testicular $> 4 \text{ cm}^3$. Otro parámetro analizado es el denominado Delta Tanner y Delta volumen testicular, los cuales describen la variación de un estadio al siguiente (Tanner o Volumen testicular) en el plazo analizado de 6 meses.

No se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre todos estos parámetros madurativos y la IL total. 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 ($p = 0,021$). (Ver artículo)

Discusión: la mayoría de estudios epidemiológicos sobre maduración y lesión deportiva se registra en fútbol, pero no todos estudian la exposición al riesgo y ninguno evalúa la presente evolución del proceso madurativo en el tiempo, lo que en la literatura anglosajona se conoce como “tempo” y en el presente estudio como Delta (Delta Tanner y Delta Volumen Testicular). Todos los deportistas han iniciado la pubertad al iniciar el presente estudio, como expresa la totalidad de la muestra con un volumen testicular de 4 o más cm^3 . La población presenta una maduración avanzada en el proceso evolutivo

según los diferentes parámetros de maduración como estatificación de Tanner, Pubertad, Volumen Testicular y Edad Ósea. Aunque presentan una pubertad en rango normal, se encuentran un poco por encima de la media Española para su edad. Lo cual podría condicionar en parte los resultados del análisis del “tempo” puberal o parámetros Delta, por presentar un número pequeño para el análisis de éste aspecto. Sin embargo la singularidad de la muestra representa el 100% de los integrantes del programa de tecnificación en Balonmano y estas características madurativas probablemente respondan a un criterio no intencional de selección natural del deporte y no a una consecuencia del proceso de entrenamiento.

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

La relación entre estadios madurativos y lesiones no encontró asociación para algunos autores como Malina (2010), pero sí para otros autores como Backous (1988) en fútbol. Pero las características propias de cada deporte podrían condicionar en parte los resultados si intentamos extrapolar conclusiones a otras disciplinas deportivas.

Respecto a la maduración y la IL en competición tampoco existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas, 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. En éste último aspecto, la IL durante la competición en relación con las categorías de edad, podrían también estar influenciadas por el nivel competitivo de cada una, dado que si bien todos compiten en la liga más alta para su categoría, el caso de los Senior B lo hacen en la división de honor del balonmano Español, en la que las exigencias entre los diferentes equipos es más competitiva entre ellos que entre el resto de equipos de categorías inferiores.

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 significación estadística en los dos primeros y

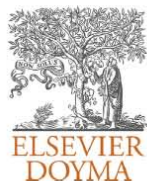
significación estadística evidente para la variable Pubertad (VT). En el resto de parámetros no se observan diferencias ni tendencias estadísticamente significativas. El hallazgo más importante del presente estudio es que la IL total no presenta diferencias significativas entre los diferentes parámetros. Sin embargo, sí presenta significación estadística la IL durante los entrenamientos en relación con diferentes parámetros de maduración biológica y la IL en competición en relación con la categoría por edad cronológica.

Conclusión: no se detectaron diferencias estadísticamente significativas mediante ANOVA, entre la IL total en jugadores de BmF ni por categorías de edad ni estado madurativo. Sin embargo, el análisis multivarianza parece demostrar cierta tendencia a correlacionarse la IL durante la competición según categorías de edad y 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. Esto deberá tenerse en cuenta para la planificación de entrenamientos y estrategias de prevención de la lesión deportiva en el contexto del BmF. Así como en el diseño de estudios epidemiológicos posteriores en el que se analice la influencia de la posición de juego en el riesgo de lesionarse.

La visión específica del Bm la hemos relacionado con el patrón y la frecuencia de la aparición de lesiones, teniendo en cuenta que a diferencia de otros deportes colectivos, el jugador de Bm tiene unos requerimientos físicos específicos según la posición de juego y el patrón de lesiones tanto en los entrenamientos como en los partidos pueden ser diferentes. Por ello hemos diseñado un análisis de éstas variables en el tercer artículo que se presenta en el anexo del presente trabajo.

5 ESTUDIOS PUBLICADOS

Primera Publicación



ORIGINAL

Epidemiología lesional del balonmano de elite: estudio retrospectivo en equipos profesional y formativo de un mismo club

Mauricio Mónaco^{a,b,i,*}, José A. Gutiérrez Rincón^{a,c}, J. Bruno Montoro Ronsano^d, Lluís Til^{a,e}, Franchek Drobnic^{a,e}, Joan Nardi Vilardaga^{d,f}, Jordi Puigdemívol Grifell^{a,g}, Carles Pedret Carballido^h y Gil Rodas^a

^a Servicios Médicos, Futbol Club Barcelona, Barcelona, España

^b Área Básica de Salud, El Vendrell. Xarxa Sanitaria i Social de Santa Tecla, Tarragona, España

^c Consell Català de l'Esport, Barcelona, España

^d Farmacéutico Adjunto, Servicio de Farmacia, Hospital Vall d'Hebron, Barcelona, España

^e GIRSANE CAR Sant Cugat-Consorci Sanitari de Terrassa, Terrassa, Barcelona, España

^f Departamento de Cirugía, Hospital Vall d'Hebron, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España

^g CIMETIR (Centre Integral de Medicina Esportiva, Traumatologia i Rehabilitació), Manresa, Barcelona, España

^h Centre de Diagnòstic per l'Imatge de Tarragona, Tarragona, España

ⁱ Estudiante de Doctorando en el Departamento de Cirugía, Universidad Autónoma de Barcelona (Hospital Vall d'Hebron), Barcelona, España

Recibido el 10 de mayo de 2013; aceptado el 10 de junio de 2013

Disponible en Internet el 17 de septiembre de 2013

PALABRAS CLAVE

Balonmano;
Lesión deportiva;
Epidemiología;
Deportes de equipo

Resumen

Objetivo: Evaluar la incidencia y el patrón lesional en el balonmano de elite.

Método: Estudio retrospectivo y transversal de 496 jugadores, de 29 equipos (divididos por categorías según edad y nivel), durante 5 temporadas (2007-2012), de un club del sur de Europa. El equipo médico evaluó las lesiones y el tiempo de exposición por equipos. Se siguieron los criterios epidemiológicos según consenso UEFA y codificación OSICS-10.

Resultados: Se registraron 557 lesiones con 117.723 h de exposición totales. La incidencia lesional media de los equipos fue: 4,9 lesiones/1.000 h de exposición. Para el equipo Senior A (Profesional) fue de 4,3 (DE 1,8); Senior B, 3,4 (DE 1,6); Juvenil, 5,6 (DE 1,4); Cadete A, 5,5 (DE 2,5); Cadete B, 5,7 (DE 3,2), e Infantil, 4,9 (DE 1,9). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre ellos, aunque los seniors tuvieron la mayor cantidad de horas de exposición ($p < 0,001$).

Las localizaciones más frecuentes fueron tobillo (18,1%), rodilla (15,3%), muslo (12,9%) y región lumbar (10,6%). Las estructuras afectadas con más frecuencia fueron la lesión ligamentosa (27,3%) y la lesión «muscular por mecanismo indirecto» (20,5%). Esta última más en el Senior A, y la lesión ligamentosa en las categorías inferiores, aunque no se registraron diferencias significativas entre categorías.

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: mauricio.monaco@fcbbarcelona.cat, monacomauricio@comt.es (M. Mónaco).

¹ Mauricio Mónaco está realizando el Doctorando en el Departamento de Cirugía del Hospital Vall d'Hebron de Barcelona (Universidad Autónoma de Barcelona) y el presente trabajo forma parte de ello.

1886-6581/\$ - see front matter © 2013 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apunts.2013.06.002>

KEYWORDS

Handball;
Sports injuries;
Epidemiology;
Sports teams

Conclusión: El patrón y la incidencia lesional en el balonmano de elite es uniforme entre los equipos de diferentes categorías, con pequeñas diferencias que deberán tenerse en cuenta para optimizar los programas de prevención en cada categoría del balonmano formativo de elite.
© 2013 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Epidemiology of injuries in elite handball: Retrospective study in professional and academy handball team**Abstract**

Objective: To evaluate the injury incidence and pattern of injuries in elite handball by different ages.

Method: A retrospective, cross sectional study, was conducted over 5 seasons (2007-2012), analyzing a total of 496 players, 29 teams (from different categories separated by age and performance level) of the same club in southern Europe. The same medical team has assessed the injuries and exposure time by teams. Epidemiological criteria according to UEFA and consensus OSICS-10 diagnostic coding were followed.

Results: A total of 57 injuries were recorded during 117,723 hours of total exposure. There was a mean team injury incidence of 4.9 injuries/1000 hours of total exposure. For the Senior A (Professional Senior) it was 4.3 (SD 1.8), Senior B (Amateur 18-28 years) 3.4 (SD 1.6), Youth (U-18 year) 5.6 (SD 1.4), Cadete A (U-16 year) 5.5 (SD 2.5), Cadete B (U-15 year) 5.7 (SD 3.2) and Infantil (U-14 year) 4.9 (SD 1.9). There were no statistically significant differences between categories, although seniors teams had more hours of exposure compared to other teams ($P < .001$)

The most frequently affected sites were ankle (18.1%), knee (15.3%), thigh (12.9%) and lumbar region (10.6%). The most common type of injury to all teams was the sprain (27.3%) and non-traumatic muscle injury (20.5%). Muscle injuries were more common at Senior A (Professional) level, but in lower level teams it was the sprain, although there is no significant differences between them.

Conclusion The pattern and incidence of injury in elite handball is uniform between teams from different categories at the same club; with a few differences between each other that you should take this into account to optimize a preventions programs in each category of elite handball training.

© 2013 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El balonmano es un deporte de equipo con una gran exigencia física y contacto, a la vez que es uno de los que presenta el mayor riesgo lesional^{1,2}.

Diversos autores analizaron la incidencia lesional (IL) en balonmano, pero los resultados son difíciles de comparar por la heterogeneidad en el diseño de los estudios, la definición de lesión, la recogida de horas de exposición, los periodos de observación, el nivel de rendimiento, las categorías y las edades.

La incidencia lesional desde un día de baja en el balonmano es entre 4,1-12,4 lesiones por 1.000 h de exposición totales³⁻⁶, siendo 3 a 10 veces más frecuentes en partidos que en entrenamientos^{4,5,7-9}. Los equipos senior pueden presentar una mayor incidencia que los jóvenes⁶⁻⁸.

El primer objetivo de este estudio fue investigar la incidencia lesional en un grupo homogéneo de jugadores de balonmano pertenecientes a un mismo club del sur de Europa, divididos por equipos según su categoría.

El segundo objetivo fue evaluar si los patrones lesionales fueron los mismos entre equipos. Con esta información sobre

la magnitud del problema se pueden asentar las bases para crear estrategias específicas en la prevención de lesiones por categorías^{10,11}.

Metodología**Diseño**

Retrospectivo, transversal durante 5 temporadas: desde 2007-2010 hasta 2011-2012.

Participantes y grupos estudio

Se analizaron un total de 29 equipos de balonmano de 6 categorías diferentes (496 jugadores) que, a partir de ahora, denominados Senior A (profesional), Senior B (segundo equipo, edades comprendidas entre 18 a 28 años, elite-no profesional), Juveniles o Sub-18 (16-17 años), Cadete A o Sub-16 (14-15 años) y Cadete B o Sub 15 (13-14 años), e Infantiles o Sub-14 (12-13 años). El equipo infantil solo participó en las 4 últimas temporadas.

Todos los jugadores fueron informados y dieron su conformidad al entrar al club para poder registrar los datos de sus pruebas y lesiones con motivos científicos (de acuerdo con la declaración de Helsinki). Este estudio fue aprobado por el comité ético-científico del club.

El club estudiado es una de las «escuelas» más importante de balonmano de Europa y del Estado español. El equipo senior ganó 8 Copas de Europa y continúa en la elite del balonmano europeo. El resto de equipos están entre los primeros puestos del ranking nacional.

Cada equipo dispone de un staff técnico que siguen principios de entrenamiento similares desde infantiles hasta profesionales. Los entrenamientos se realizan en el mismo pabellón durante toda la temporada y compiten con diferentes superficies, balones y minutos de juego según el reglamento, acorde con la edad de cada equipo¹².

Procedimiento de estudio

Este estudio se diseñó siguiendo el consenso de definiciones y procedimientos de recogida de datos del documento de consenso UEFA, el cual se empezó a utilizar en el club en el año 2007¹³⁻¹⁵.

1. **Lesión.** Todo daño físico que ocurre durante la práctica del balonmano, entrenamiento o partido, y que genera la «incapacidad del jugador para participar completamente en un entrenamiento o partido». Excluimos las lesiones producidas fuera de la práctica de balonmano y las enfermedades comunes.
2. **Horas de exposición.** Suma del tiempo dedicado a partidos (oficiales y amistosos) y entrenamientos o cualquier actividad física individual o colectiva bajo el control del plantel técnico con el objetivo de mantener o mejorar la condición física de los jugadores. La información fue suministrada por el staff técnico.
3. **Gravedad de la lesión.** Es determinada por el número de días de ausencia a entrenamientos. El consenso determina lesión leve (de 1 a 7 días), moderada (de 8 a 28 días) o grave (más de 28 días).
4. El riesgo de padecer una lesión debe ser considerado por el factor «exposición al riesgo», por lo que realizamos el cálculo de la *incidencia lesional* según el número de lesiones por 1.000 h de exposición al riesgo, que está basada en el tiempo real e individual a entrenamientos y partidos.

Todas las lesiones, de todos los equipos, fueron atendidas por un mismo equipo médico compuesto por 2 médicos del club especialistas en medicina del deporte y con experiencia en traumatología del balonmano. Los diagnósticos se clasificaron según el criterio de codificación OSICS-10¹⁶. El OSICS-10 es un sistema de codificación médico-deportiva, de referencia a nivel mundial, que permite evaluar la localización y la estructura de las lesiones deportivas más frecuentes¹⁷. Es importante tener presente que el concepto «esguince» en esta codificación proviene del anglosajón *sprain* y hace referencia a toda lesión ligamentosa. En el presente trabajo se llamará «lesión ligamentosa» cuando se refiera a esta. En la «lesión muscular no traumática» esta codificación hace referencia a la lesión muscular por mecanismo indirecto, la

cual se denomina «lesión muscular». Del mismo modo, las osteocondrosis o patologías del crecimiento se denominan «apofisitis» o «apofisitis pediátrica».

Registro de bajas y tiempo de vuelta a la competición

Los médicos que realizaron los diagnósticos pautaron los protocolos de rehabilitación y gestionaron la vuelta a la competición de cada jugador. El criterio de curación fue haber realizado al menos 2 entrenamientos con el equipo antes de competir.

Análisis estadístico

El análisis estadístico descriptivo de las principales variables se realizó, para las variables continuas, mediante el cálculo de la media y desviación estándar —si la distribución era normal— o de la mediana e intervalo; en el caso de variables categóricas, se realizó por tablas de frecuencias.

El análisis de la potencial influencia de la categoría, el equipo y el año sobre la incidencia lesional —número de lesiones por 1.000 h de exposición— se realizó mediante el test T-Student-Fisher o mediante un análisis de la varianza (ANOVA). En el caso del patrón lesional, la influencia de las distintas covariables se evaluó mediante la prueba de chi cuadrado. El análisis estadístico se realizó empleando el paquete estadístico informático SPSS v.13.0 para Windows.

Resultados

Un total de 29 equipos (5 equipos por cada categoría excepto 4 para los infantiles), 496 jugadores, con una media de 18 jugadores por equipo. En la [tabla 1](#) se muestra la edad media y la desviación estándar (DE) en años por categoría, número de lesiones, horas de exposición, incidencia lesional, días de baja y severidad.

Se recogieron un total de 557 lesiones ante 117.723 h de exposición, 114.730 h de entrenamientos y 2.993 h de partidos.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la edad y en las horas de exposición totales entre los 2 equipos senior y el resto de categorías ($p < 0,01$).

La media de lesiones por equipo fue de 19,1 lesiones por temporada, siendo la del equipo Senior A superior al resto de equipos pero no estadísticamente significativa.

La incidencia lesional media de todos los equipos fue de 4,9 por 1.000 h de exposición (DE 0,9). En la [tabla 1](#) se muestran los índices por categorías. El equipo con mayor incidencia lesional fue el Cadete B, aunque no hubo diferencias significativas entre ellos.

Estas lesiones generaron un total de 1.365 días de baja. Los valores medios y DE por categoría se reflejan en la [tabla 1](#).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre equipos respecto a la severidad de las lesiones; tan solo en las leves hubo diferencias en el Senior A respecto al resto de equipos.

Localización de las lesiones

La distribución de las lesiones por su localización puede verse en la [figura 1](#). Las lesiones más frecuentes

Tabla 1 Características de equipos y categorías

	Senior A	Senior B	Juvenil	Cadete A	Cadete B	Infantil
Jugadores (n)	89	79	85	87	87	69
Edad (media y DE)	28,3 ^a	20,1	16,1	14,7	13,7	12,7
Horas de exposición totales	7.256 ^a	4.377	2.933	3.175	3.206	3.245
equipo (media y DE)	0,2	0,9	0,2	0,1	0,1	0,1
Lesiones por equipo (media y DE)	31,6	15,4	16,4	17,1	18,2	16
Días de baja por equipo (media y DE)	302,2	216,6	212,8	178,2	291,6	164,5
Incidencia lesional total por equipo (media y DE)	4,3	3,4	5,6	5,5	5,7	4,9
Severidad de las lesiones por equipo (media y DE)						
Leves (1-7 días)	22,8 ^b	8	9	10,8	9,2	11,5
Moderadas (8-28 días)	6,2	4,4	5,6	5,2	6,2	3,3
Graves (> 28 días)	3,3	2	1,8	1	0,1	2
						1,3
						0,5

^a Diferencias estadísticamente significativas con el resto de categorías ($p < 0,001$). No hay diferencias estadísticamente significativas entre categorías en días de baja ni incidencia lesional.

^b Hay una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,5$).

porcentualmente fueron las de tobillo (18,1%) y rodilla (15,3%), seguidas de las del muslo (12,9%) y de la región lumbar (10,6%). Las lesiones de las extremidades superiores fueron menos frecuentes, con las de muñeca y mano (10,4%) y hombro (7,7%) como más representativas.

No se encontraron diferencias significativas en la incidencia lesional según su localización y equipos (IC 95% y $p < 0,001$), excepto para la lesión «apofisitis» del Infantil (IL: 0,87) con respecto al resto (IL: 0,07).

Tipo de lesiones

Las estructuras más afectadas en orden de frecuencia fueron las ligamentosas (27,3%), musculares (20,5%), hematomas y bursitis traumáticas (9,5%), sinoviales y bursas (9%), tendinosas (7,4%), cartilagos (5,2%) y fracturas agudas (4,7%), como se ve en la figura 2. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellas, excepto la «apofisitis» en el equipo Infantil respecto al resto, igual que se detalló anteriormente.

Las lesiones musculares presentaron un mayor índice lesional por 1.000 horas en el primer equipo (Senior A: 1,35; DE 0,62) y las ligamentosas en los equipos formativos (promedio 1,51; DE 0,32). Si se analiza la lesión ligamentosa según su localización (tabla 2), el 51,3% correspondió al esguince de tobillo, seguido de rodilla (13,2%) y muñeca-manos (12,5%). Cabe subrayar que la media de días de baja del esguince de tobillo fueron 9,2 días, y el que más días de baja produjo fue el de rodilla, con 23,7 días. Respecto a las lesiones musculares (tabla 3), el 70% de estas afectan a extremidades inferiores, siendo los grupos musculares más involucrados los aductores (22,8%), el músculo cuádriceps (18,4%), los músculos isquiosurales (14,9) y el tríceps sural (13,2%).

Sobre los tiempos de baja, el grupo muscular con mayor tiempo de baja fue el abdominal, que presentó la media de días de baja más alta, con 12,8 días.

Lesiones severas

Las lesiones severas (> 28 días de baja) representaron el 10% del total (55 lesiones). Se estudiaron las que presentaron al menos 2 casos entre todos los equipos, siendo las más representativas por orden de frecuencia: el síndrome facetario ($n = 7$), con un promedio de 58 días de baja; la espondilólisis L5 ($n = 3$), con 80,7 días de baja, y con 2 casos cada una, la fractura de escafoides (55 días de baja), la lesión del ligamento triangular del carpo (49 días), la rotura de isquiotibiales (36,5 días) y la avulsión de tuberosidad anterior de la tibia (35 días de baja de promedio).

Discusión

El principal hallazgo de este estudio es que no hay diferencias significativas en la incidencia lesional ni en los patrones lesionales entre equipos de balonmano formativo y los equipos Senior. Las lesiones más frecuentes se produjeron en el tobillo, la rodilla y el muslo, y las estructuras más afectadas fueron la lesión ligamentosa y la lesión muscular por mecanismo indirecto.

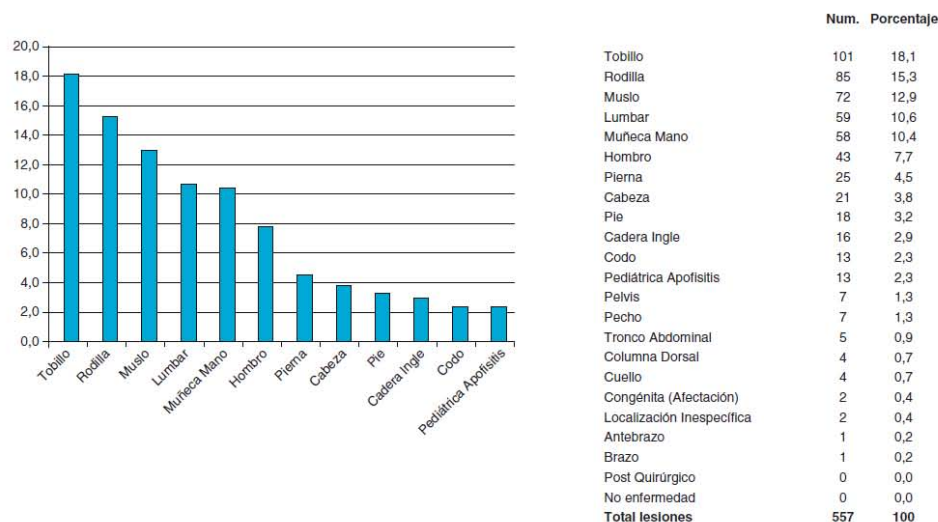


Figura 1 Características en porcentaje de las lesiones por localización según OSICS 1.ª letra. Distribución de lesiones más frecuentes por localización.

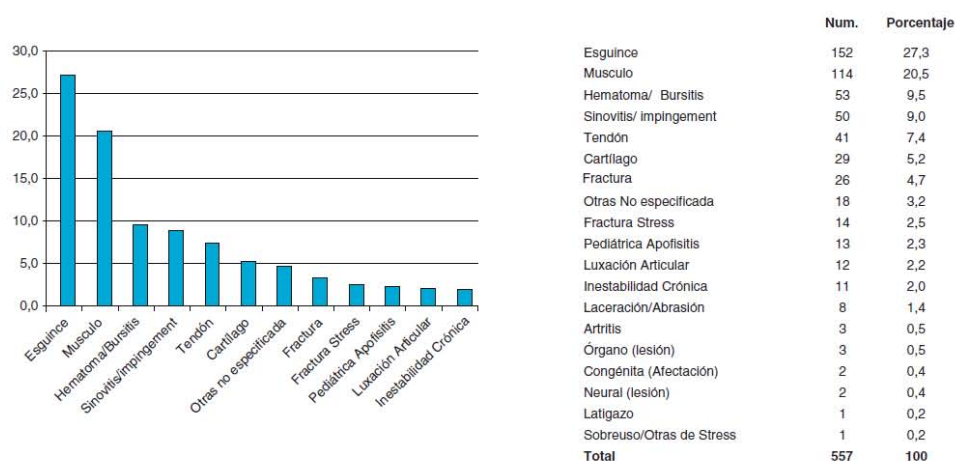


Figura 2 Características en porcentaje de lesiones según estructura (OSICS 2.ª letra). Distribución de lesiones según la estructura afectada.

Tabla 2 Número, frecuencia y días de baja totales de lesiones ligamentosas según localización

	n	Porcentaje (%)	Días totales de baja en lesiones	Media de días de baja	DE
Tobillo	78	51,3	714	9,2	7,4
Codo	10	6,6	104	10,4	10,0
Rodilla	20	13,2	473	23,7	37,5
Hombro	7	4,6	46	6,6	6,3
Muñeca y mano	19	12,5	237	12,5	17,0
Otros	18	11,8	103	5,7	8,0
Total	152		1.677	11,0	16,8

Tabla 3 Número, frecuencia y días totales perdidos por lesiones musculares según localización

	n	Porcentaje (%)	Total de días perdidos por lesiones	Porcentaje de días perdidos	DE
M. aductores	26	22,8	265	10,2	9,9
M. cuádriceps	21	18,4	205	9,8	9,5
M. isquiosurales	17	14,9	176	10,4	12,4
M. triceps sural	15	13,2	143	9,5	12,2
M. lumbar	12	10,5	51	4,3	2,6
M. de las extremidades superiores	10	8,8	71	7,1	5,6
M. abdominal	5	4,4	64	12,8	14,1
Otros	8	7,0	39	4,9	4,0
Total	114		1014	8,9	9,7

Índice lesional

Se han analizado 557 lesiones de 496 jugadores de balonmano; algunos de estos han repetido en diferentes temporadas, puesto que el diseño del presente trabajo es transversal. En estudios posteriores plantearemos el análisis longitudinal de las mismas. Este es el estudio con mayor número de lesiones que hemos encontrado. Tan solo el de Langevoort et al.¹⁸, con 478 lesiones, es comparable. Este último es un prospectivo de 3 temporadas donde solo analizan la incidencia lesional durante torneos internacionales de equipos profesionales.

En la [tabla 4](#) se presentan los 11 estudios previos que han calculado la incidencia lesional en distintas categorías de balonmano. Todos, excepto el de Jørgensen³, han utilizado la definición de «días de baja». Ocho estudios fueron prospectivos, 3 retrospectivos y un caso control. El seguimiento más largo que se tiene es de 3 temporadas consecutivas¹⁸; la mayoría fueron de una temporada^{4,5,9-19}, y un estudio caso control duró 6 meses²⁰.

La forma de registrar los datos varía desde cuestionarios auto-administrados³⁻²⁰, SMS⁷ o informes elaborados por los entrenadores⁶, hasta registros evaluados periódicamente por el médico del club⁴⁻²¹ o los episodios consultados en hospital¹⁹.

Se constató un valor medio de incidencia lesional de 4,9, que estaría dentro de los valores publicados hasta el momento (4,1 a 12,4 lesiones/1.000 h de exposición total). Esta incidencia es inferior al índice lesional de deportes como el fútbol^{22,23} y el hockey hierba²⁴ y superior al baloncesto²⁵.

El equipo Cadete B presentó el mayor índice lesional: 5,7 (DE 3,2), probablemente porque es una edad de cambios puberales o bien por los cambios en la reglamentación (dado que en cadetes comienzan a utilizar un balón de tamaño y peso mayor, y juegan más minutos por partido). Pero lo cierto es que no presenta una diferencia significativa con el resto de equipos. En este trabajo no se discrimina la incidencia lesional entre partidos y entrenamientos, a diferencia de la mayoría de publicaciones consultadas, si bien se encuentra una gran dispersión de resultados entre estos. Parece claro que la incidencia lesional en partidos es de 3 a 10 veces mayor que en entrenamiento en todas las series^{4,5,7,9}.

Diferencia entre categorías

No se constatan diferencias significativas del índice lesional entre equipos de diferentes categorías, igual a lo hallado en otros estudios⁶⁻⁸. Igualmente, por la gran disparidad metodológica de estos, es difícil asentar que existan diferencias. Solo el estudio de Diry et al.²⁰ encuentra un mayor índice lesional en seniors respecto a jóvenes.

Sexo

Los estudios con hombres y mujeres más representativos son los de Olsen et al.⁶ y de Moller et al.⁷, donde encuentran que las mujeres presentan un mayor riesgo lesional. El diseño del presente trabajo contempló únicamente equipos masculinos, pues no existe sección femenina en esta institución.

Patrones lesionales

Localización

Las lesiones más frecuentes descritas en balonmano están en los miembros inferiores, principalmente el tobillo y la rodilla, no habiendo diferencias significativas entre senior y adolescentes^{6,7,10-19}. Las diferencias en el orden de frecuencia probablemente se deban a múltiples factores, tanto intrínsecos como extrínsecos del jugador o al diseño de los trabajos. Algunos autores citan con cierto grado de importancia las lesiones de dedos y manos^{3,4,6-8,21-26}, pero otros no, al igual que este trabajo. Puede que estas diferencias se expliquen por intentar comparar poblaciones heterogéneas tanto en edad como en nivel competitivo. Un hallazgo especial fue encontrar que las «apofisitis», lesiones propias de deportistas en crecimiento, tienen una diferencia estadísticamente significativa en su incidencia lesional en el Infantil respecto al resto de categorías. Este hecho es comprensible, debido a la inmadurez del aparato locomotor en la edad pediátrica. Lo que aún no está claro son las consecuencias de estas patologías al final de la carrera deportiva del individuo.

Tipo

Se comentó que los 2 tipos de lesiones más frecuentes fueron las ligamentosas (27,3%) y las musculares (20,5%).

Tabla 4 Estudios que definen la incidencia lesional y los patrones lesionales en jugadores de balonmano

Autores	Año de publicación	Tipo de estudio	Edades (años)	Tipo	Jugadores (n)	Sexo	Lesiones (n)	Incidencia lesional ^a /1.000 h		Localización más frecuente		Tipo de lesión más frecuente	
								Total	Partido/Entreno	Primera	Segunda	Primera	Segunda
Jørgensen	1984	Retrospectivo	17-37	Elite	288	No definido	282	8,3	NC	Dedos	Pierna	Esguince	Muscular
Yde	1990	Prospectivo	7-> 18	Elite/No elite	221	Hombres y mujeres	105	NC	11,4/4,6	Tobillo	Dedos	Esguince	Contusión
Yde y Nielsen	1990	Prospectivo	< 18	ND	94	Hombres y mujeres	36	4,1	10/1,9	Tobillo	Dedos	Esguince	Contusión ^a
Backx et al.	1991	Retrospectivo	8-17	Escolares	324	Hombres y mujeres	399	NC	14/4,3	Tobillo	Rodilla	Contusión	Esguince
Lindbat et al.	1992	Prospectivo	6-48	ND	570	Hombres y mujeres	570	NC	NC	Tobillo	Rodilla	Esguince	Contusión
Dirx et al.	1992	Caso control	12 - 30	ND	681	Hombres y mujeres	206	NC	NC	Tobillo	Dedos	Esguince	Muscular
Seil et al.	1998	Prospectivo	25,8	Elite/No elite	186	Hombres	91	2,5	14,3/0,6	Rodilla	Dedos	Esguince	Muscular
Langevoort et al.	2007	Prospectivo	ND (Senior)	Elite	NBD	Hombres y mujeres	478	27 ^b	NC	Cabeza	Rodilla	Contusión	Esguince
Reckling et al.	2003	Retrospectivo	08-18	ND	100	Hombres y mujeres	130	NC	NC	Tobillo	Rodilla	Esguince	Sobreuso
Olsen et al.	2006	Prospectivo	15-18	Amateur	1080	Hombres y mujeres	118	12,4	9,9/0,9	Rodilla	Tobillo	Esguince	Contusión
Moller et al.	2012	Prospectivo	16-33	Elite	517	Hombres y mujeres	448	H: 4,2 M: 7,8	H: 11,5 M: 31,7	Tobillo	Rodilla	ND	ND

H: hombres; M, mujeres; NC: no calculado; ND: no definido; NE: no elite.
^a Solo partidos internacionales.
^b Ha sido un estudio durante torneos internacionales; por ello es más alta.

1. Dentro de las lesiones ligamentosas los esguinces de tobillo representan el 51,3% de las mismas. Un total de 78 esguinces de tobillo han generado 714 días de baja, con una media de 9,2 días. Esta lesión sigue representando un problema por su frecuencia y por los días de baja que genera, aunque puede prevenirse con programas de prevención^{10,11}.
2. Por otro lado, las lesiones musculares son las más importantes en equipos senior (al igual que en otros deportes)²⁷. Esta mayor afectación de lesión muscular por mecanismo indirecto en los seniors podría tener relación con el estrés físico o psicológico generado por la intensidad de la práctica deportiva, como han sugerido algunos autores^{28,29}.

Dos hallazgos más que parecen de gran importancia:

- a) Los grupos musculares mayormente afectados han sido los aductores y los cuádriceps, a diferencia de otros deportes como el fútbol, en el que son los músculos isquiotibiales²⁷. Esto merece una reflexión y optimizar los programas de prevención a estos grupos musculares.
- b) El grupo muscular con una mayor media de días de baja son las lesiones de los músculos abdominales. Este tipo de lesión es frecuente también en deportes asimétricos como el tenis, y debe tenerse en cuenta por su tiempo de baja elevado, condicionado generalmente a la importancia de este músculo en el gesto deportivo en estas disciplinas^{30,31}.

Severidad de las lesiones

El análisis de las lesiones según su gravedad es el punto más importante por las consecuencias que implica. Las lesiones que generan más días de baja han sido las espondilólisis, potencialmente graves y con mayor riesgo de recaídas. Este hecho debe llamar la atención y añadir esfuerzos al seguimiento de programas de prevención.

Por otro lado, no se constataron lesiones de ligamento cruzado anterior dado que es una población masculina de elite, con un modelo de entrenamiento específico que incluye un programa preventivo.

Consideraciones metodológicas

Este estudio tiene un diseño retrospectivo. Sin embargo, desde el año 2006 en nuestra institución se aplica un modelo de registro, codificación y criterios de alta de lesiones según consenso UEFA que no tienen otras instituciones. Y la explotación de datos se efectúa desde la temporada siguiente a su instauración. El componente retrospectivo puede presentar limitaciones, como:

1. Las horas de exposición las recogieron los entrenadores por equipos.
2. En la base de datos informatizada del club no se registraron las lesiones según sucedieron durante entrenamientos o partidos. Se disponía de algunos datos en algunos equipos pero no en la totalidad de la muestra, y se prefirió obviar este análisis.

3. No se pretende comparar estos resultados con otros estudios, dado que el análisis de un solo equipo por categoría hace difícil su comparación con otros trabajos.
4. Tampoco se pretende extrapolar estos resultados al balonmano en general, sino describir una realidad en un club con una metodología de trabajo y una muestra muy definidas. Es por ello que en la comparación con otros grupos poblacionales pueden hallarse diferencias.

Conclusiones

1. La incidencia lesional del balonmano de elite es uniforme entre equipos de diferentes categorías y entre temporadas en un mismo club.
2. Los patrones lesionales son similares entre ellos, así como en la mayoría de artículos analizados.
3. Las lesiones musculares por mecanismo indirecto son más frecuentes en el Senior A (primer equipo) y la lesión ligamentosa en los equipos de categorías inferiores. Este hecho es importante para optimizar los programas de prevención en cada equipo según la categoría en que compitan.

Futuras investigaciones deberán centrarse en diferentes aspectos:

- a. El rol de la *maduración* en la lesionabilidad del balonmano, puesto que la distribución de equipos según edad no parece ser relevante en el patrón o incidencia lesional de este deporte. Pero desconocemos cómo pueden afectar las diferencias madurativas interindividuales en la incidencia lesional.
- b. El *seguimiento longitudinal del jugador y de las lesiones* que suceden en este deporte, para analizar las consecuencias de las mismas en su vida deportiva y en la calidad de vida al retirarse.

Financiación

No ha habido financiación de ningún tipo para la realización del presente estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

A Toni Gerona (coordinador de balonmano formativo del Futbol Club Barcelona) y a Ramon Navarro González (fisioterapeuta de balonmano formativo del Futbol Club Barcelona).

Bibliografía

1. Junge A, Langevort G, Pipe A, Med P, Peytavin A, Woong F, et al. Injuries in team sport tournaments during the 2004 Olympic Games. *Am J Sports Med.* 2006;34:565-76.
2. 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.

3. Jørgensen U. Epidemiology of injuries in typical Scandinavian team sports. *Br J Sports Med.* 1984;18:59-63.
4. Yde J, Nielsen AB. Sports injuries in adolescents ball games: Soccer, handball and basketball. *Br J Sport Med.* 1990;24:51-4.
5. Seil R, Rupp S, Tempelhof S, Kohn D. Sports injuries in team handball. A one-year prospective study of sixteen men's senior teams of a superior nonprofessional level. *Am J Sports Med.* 1998;26:681-7.
6. Olsen OE, Myklebust L, Engebretsen R, Bahr R. Injury pattern in youth team handball: A comparison of two prospective registration methods. *Scand J Med Sci Sports.* 2006;16:426-32.
7. Møller 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.
8. Nielsen AB, Yde J. An epidemiologic and traumatologic study of injuries in handball. *Int J Sports Med.* 1988;9:341-4.
9. Backx FJ, Beijer HJ, Bol E, Erich WB. Injuries in high-risk persons and high-risk sports. A longitudinal study of 1818 school children. *Am J Sports Med.* 1991;19:124-30.
10. VanMechelen W, Lobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med.* 1992;14:82-99.
11. VanTiggelen 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.
12. Real Federación Española de Balonmano (RFEBM). Reglamento de partidos y competiciones. 2012;1:117.
13. 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.
14. 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.
15. Hägglund M, Waldén M, Til L, Pruna R. The importance of epidemiological research in sports medicine [editorial]. *Apunts Med Esport.* 2010;45:57-9.
16. Rae K, Orchard J. The Orchard Sports Classification System (OSICS) Version 10. *Clin J Sport Med.* 2007;17:1-4.
17. Til L, Orchard J, Rae K. El sistema de clasificación y codificación OSICS-10 traducido del inglés [editorial]. *Apunts Med Esport.* 2008;159:109-12.
18. Langevoort G, Myklebust G, Dvorak J, Junge A. Handball injuries during major international tournaments. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17:400-7.
19. Lindblad BE, Høy K, Terkelsen CJ, Helleland HE, Terkelsen CJ. Handball injuries. An epidemiologic and socioeconomic study. *Am J Sports Med.* 1992;20:441-4.
20. Dirx M, Bouter LM, de Geus GH. Aetiology of handball injuries: A case-control study. *Br J Sports Med.* 1992;26:121-4.
21. Reckling C, Zantop T, Petersen W. Epidemiology of injuries in juvenile handball players. *Sportverletz Sportschaden.* 2003;17:112-7.
22. Ekstrand J. Epidemiology of football injuries. *Science & Sports.* 2008;23:73-7.
23. Noya J, Sillero M. Incidencia lesional en el fútbol profesional español a lo largo de una temporada; días de baja por lesión. *Apunts Med Esport.* 2010;47:115-23.
24. Rodas G, Pedret C, Yanguas J, Pruna R, Medina D, Hägglund M., et al. Male field hockey prospective injury study. Comparison with soccer. *Arch Med Dep.* 2009;129:357-64.
25. Borowski LA, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. The Epidemiology of US High School Basketball Injuries, 2005-2007. *Am J Sports Med.* 2008;36:2328-34.
26. Luig P, Henke T. Acute injuries in handball. EHF (European Handball Federation) Scientific Conference 2011 Science and Analytical Expertise in Handball (Scientific and practical approaches) Austria. EHF. 2011:78-83.
27. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011;39:1226-32.
28. Cavalcante de Sá M, Begatti Victorino A, Vaisberg MW. Incidence of nontraumatic musculoskeletal injuries in handball athletes. *Rev Bras Med Esporte.* 2012;18:408-11.
29. Olmedilla ZA, Laguna M, Blas Redondo A. Lesiones y características psicológicas en jugadores de balonmano. *Rev Andal Med Deporte.* 2011;4:6-12.
30. Balias R, Pedret C, Pacheco L, Gutierrez JA, Vives J, Escoda J. Rectus abdominis muscle injuries in elite handball players: Management and rehabilitation. *Open Access Journal of Sports Medicine.* 2011;2:69-73.
31. Balias R, Pedret C, Galilea P, Idoate F, Ruiz Cotorro A. Ultrasound assessment of asymmetric hypertrophy of the rectus abdominis muscle and prevalence of associated injury in professional tennis players. *Skeletal Radiol.* 2012;41:1575-81.

Segunda Publicación



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^{a,b,c,*}, José A. Gutiérrez Rincón^{a,d},
J. Bruno Montoro Ronsano^e, Franchek Drobnic^{a,f}, Lluís Til Pérez^{a,f},
Lourdes Ibáñez Toda^g, Carles Pedret Carballido^{i,j}, Joan Nardi Vilardaga^h y Gil Rodas^a

^a Servicios Médicos, Futbol Club Barcelona, Barcelona, España

^b Unidad Pediatría Primaria, Xarxa Sanitària i Social de Santa Tecla, Tarragona, España

^c Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Barcelona (Hospital Vall d'Hebron), Barcelona, España

^d Consell Català de l'Esport, Barcelona, España

^e Servicio de Farmacia, Hospital Vall d'Hebron, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España

^f GRSANE CAR Sant Cugat-Consorci Sanitari de Terrassa, Barcelona, España

^g Sección Endocrinología, Hospital Sant Joan de Déu, Universidad de Barcelona, Barcelona, España

^h Departamento de Cirugía, Servicio de Traumatología y Ortopedia, Hospital Vall d'Hebron, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España

ⁱ Unidad de Medicina Deportiva, Clínica Diagonal, Barcelona, España

^j 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 (M. Mónaco).

¹ 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.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.apunts.2014.07.001>

1886-6581/© 2014 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

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 entrenamiento, 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 significance tendency as regards some 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 Europa¹. Aunque saludable², es, después del fútbol, el deporte de equipo con mayor riesgo de padecer lesiones³⁻⁵. 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 maduración³⁻⁶.

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 el control genético, e impulsan el crecimiento y la aparición de caracteres sexuales secundarios^{7,8}. Estos últimos se evalúan mediante los criterios de estadificación de Tanner y la medición del tamaño testicular en los varones^{9,10}. 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 cm³ y Tanner 3 a 4)¹¹. 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 año¹⁰.

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)	• Jugadores de balonmano de la institución en estudio • Equipos Senior B hasta infantil • Sexo: masculino • Haber pasado la revisión médico deportiva protocolizada del club • Dar el consentimiento informado escrito según declaración de Helsinki
Criterios de exclusión general (primera etapa)	• Participar menos del 75% de la carga de exposición total de la temporada por motivos técnicos deportivos (bajas técnicas o traspasos) • Lesiones de causa no deportiva o que no sucedieron en relación al deporte en estudio
Criterios de inclusión del estudio madurativo (segunda etapa)	• Equipos Infantil hasta Juvenil (edades entre 12 y 17 años)
Criterios de exclusión del estudio madurativo (segunda etapa)	• Para el análisis del volumen testicular y delta testicular se excluyeron a aquellos que padecían afección testicular que condicionara su tamaño • Estudio Delta Tanner (se excluyen Tanner 5 al principio de temporada por ser el valor madurativo máximo) • Estudio VT y Delta VT: se excluyen a aquellos con patología testicular que condicione el tamaño.
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: 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^{12,13}.

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 UEFA¹⁴⁻¹⁶.

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.

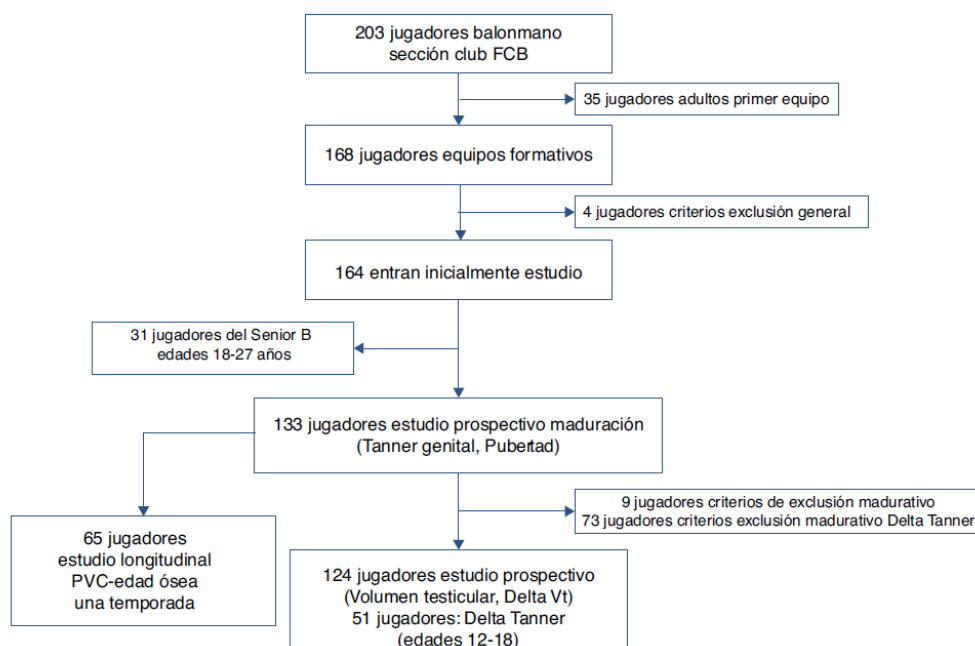


Figura 1 Perfil del diseño del estudio.

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 estándares¹⁷, y el estado madurativo, según criterios clásicos¹⁸⁻²⁰.

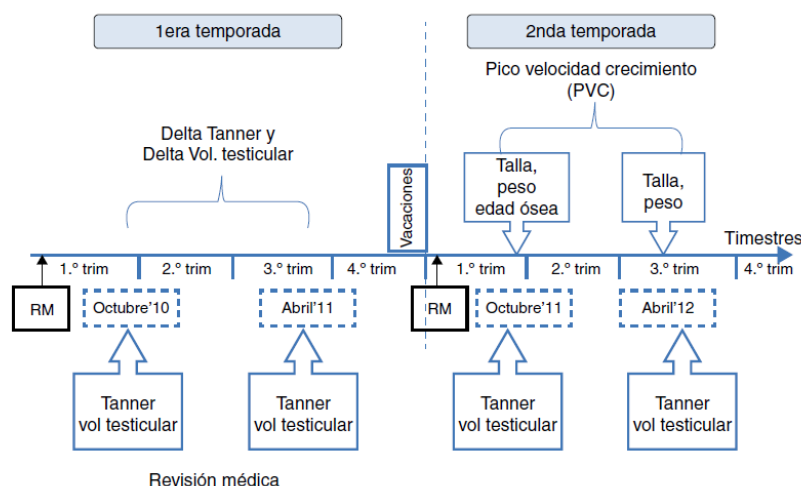


Figura 2 Cronología del estudio.

Parámetros directos

- **Volumen testicular (VT).** Es el tamaño expresado en centímetros cúbicos evaluado por comparación con el orquidómetro 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 precoz²¹.

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 orquidómetro 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, como 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.

Tabla 2 Datos descriptivos generales

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 estatificación. 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 postpúber 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	Desconocida	Total	Entreno	Competición	Total	Entreno	Competición	Total	Entreno	Competición
12	8	5	2	10	1.382	140	1.523	3,6	21,4	6,6	3,6	21,4
13	33	24	9	39	5.710	573	6.283	4,2	10,5	6,2	4,2	10,5
14	35	13	5	31	6.407	672	7.080	2,0	19,3	4,4	2,0	19,3
15	29	17	5	32	5.521	474	5.996	3,1	21,1	5,3	3,1	21,1
16	17	11	4	17	3.187	258	3.445	3,5	7,7	4,9	3,5	7,7
17	13	13	1	21	2.380	208	2.589	5,5	33,6	8,1	5,5	33,6
18-27	29	15	3	40	6.748	555	7.303	2,2	39,6	5,5	2,2	39,6
Total	164	98	29	190	31.338	2.883	34.221	3,1	21,8	5,6	3,1	21,8
Categoría												
Infantil	33	25	11	43	5.640	570	6.210	4,4	12,3	6,9	4,4	12,3
Cadete B	34	13	4	26	6.076	660	6.736	2,1	13,6	3,9	2,1	13,6
Cadete A	34	19	5	39	6.528	588	7.116	2,9	25,5	5,5	2,9	25,5
Juvenil	32	21	5	34	5.823	476	6.300	3,6	16,8	5,4	3,6	16,8
Senior B	31	20	4	48	7.270	587	7.857	2,8	40,8	6,1	2,8	40,8
Total	164	98	29	190	31.338	2.883	34.221	3,1	21,8	5,6	3,1	21,8

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 ³)	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
	2	13,8	0,9	6,7	0	6
Delta volumen testicular (cm)	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
	> 8	14,7	1,1	2,4	21,6	4,7
PVC (cm)	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 cronológica²². Sin embargo, en balonmano los

estudios difieren respecto a la edad^{5,23}, y algunos condicionados más a los años de práctica que a la edad como factor único²⁴. Diferencias en la edad biológica podrían producir una desigualdad competitiva e influir en las lesiones²¹. Algunos autores estudian la relación entre maduración sexual con la aparición de lesiones en fútbol^{25,26}, pero no todos estudian la exposición al riesgo, lo cual limita seriamente sus conclusiones²⁷.

El estudio de la epidemiología lesional es multifactorial, sobre todo durante el período 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 estudios¹⁴. Se delimitó la muestra al sexo masculino para evitar la variabilidad de resultados en relación con el género^{28,29}. Como se ha mencionado con anterioridad, el peso, la talla y el IMC se incrementan con la edad, condicionado por la maduración, y todos tienen una desviación estándar (DE) por encima de la media española actualizada^{17,30}. 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^{28,31}. 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 lesiones en competición dependen más de las fuerzas 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 anteriores⁵. 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 BmF⁵.

Estado madurativo

El 100% de la muestra inició su pubertad el inicio del estudio (VT > 4 cm³), 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 en el tiempo mediante el Delta Tanner, Delta VT y PVC, no se encuentra SE entre los que mostraron cambios o no^{32,33}. Esto puede estar condicionado por la madurez avanzada de la muestra, que se encuentra por encima de la media para edad y sexo respecto a estudios previos³⁴. Se desconoce si esto obedece a un criterio aleatorio de selección natural o si la práctica de este deporte condiciona una maduración avanzada¹⁰.

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^{25,26,33}. 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^{25,26,33}.

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 sean maduradores 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^{25,26}. 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 estados madurativos. Sin embargo, el análisis multivariante parece demostrar cierta tendencia a correlacionarse 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, Drobnic 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 rates risk factors, and prevention. *Clin Sports Med*. 2008;27:19-50.
7. Tembory 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.ª 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 activity. 2nd ed USA: Human Kinetics; 2004.
11. Rosen D. Crecimiento y desarrollo fisiológicos durante la adolescencia. *Pediatr Rev* [en español]. 2005;26:43-9.
12. Drobic 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. Häggglund 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. Häggglund M, Waldén M, Til L, Pruna R. The importance of epidemiological research in sports medicine. *Apunts Med Esport*. 2010;45:57-9.
17. Carrascosa Lezcano A, Fernández García JM, Fernández Ramos C, Ferrández Longás A, López Sigueros 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. Marshall 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, Petrsen 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 their relation 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 injuries 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 Bouthelieer 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 Science 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>

6 DISCUSIÓN DE LA TESIS

De la discusión individualizada de los estudios realizados en el apartado anterior y de los artículos que componen la presente tesis, podemos observar lo siguiente.

El estudio de la epidemiología de las lesiones en el ámbito deportivo, es uno de los objetivos más importantes de la medicina del deporte en su faceta preventiva, porque las necesidades del alto rendimiento vienen determinadas por la disponibilidad de los diferentes participantes en el deporte en concreto, y ésta en función del número y gravedad de las patologías sufridas. Este procedimiento es especialmente difícil, dada la complejidad de factores que intervienen de forma simultánea, como son los factores intrínsecos de cada deportista, los factores extrínsecos propios del deporte y de las condiciones en que se realiza (complejidad de las reglas del juego, nivel de competición, superficie, condiciones ambientales, etc.).

El principal inconveniente en la literatura consultada es que la mayoría de estudios presentan un diseño transversal, con registro de lesiones por encuestas, que condicionan una metodología con escasa especificación en algunos casos (no se especifica el sistema de registro y codificación) o se mezclan niveles competitivos o personas de diferente sexo, hechos que en ocasiones pueden condicionar sesgos y dificultar la comparación de los datos.

Por otro lado, las características del Bm, deporte que permite múltiples cambios durante la competición, condicionan la constatación real del tiempo de exposición de cada jugador, método que no se especifica en la mayoría de los trabajos consultados. El análisis de las lesiones en el deporte de elite, es aún más complejo, dado que el número de participantes es siempre limitado, con lo cual afecta a la significación estadística de los resultados.

La muestra analizada en el presente estudio, contempla el total de jugadores que participan del programa de tecnificación del FCB, sección de balonmano. Esta sección es considerada uno de los centros de formación deportiva más prestigiosos de Europa en éste deporte. Este hecho refuerza la calidad y la significancia de los resultados junto a la

uniformidad de la muestra, y permite extrapolar dichos resultados con una proyección válida para otros grupos de entrenamiento en Bm con características semejantes.

El perfil de la muestra en relación al proceso madurativo, valores de peso y talla es semejante a los referenciados en la literatura.^{39,41,47,136} Estos valores están por encima de la media de edad si se comparan con la población general.^{157,158,159} Esto probablemente sea una consecuencia de la selección natural de éste deporte y no la causa. Sin embargo no hay datos en relación a la epidemiología de las lesiones y el proceso madurativo en ésta disciplina.

La recolección de datos de los tipos de lesiones (retrospectiva y prospectiva) basada en criterios internacionales de localización, estructura afectada y gravedad, es fundamental a la hora de establecer parámetros de IL comparables.

El volumen de trabajo expresado como horas de exposición del jugador en el Bm no parece ser un condicionante tan determinante de las lesiones como lo es el nivel deportivo en el cual se compite, determinado en éste trabajo como categoría de edad. Eso es debido a que aunque el índice (incidencia lesiones por mil horas de exposición) es el más utilizado en la literatura y consensuado a nivel internacional, no refleja las diferentes intensidades y la exigencia física que puede representar cualquier deporte de oposición en función del nivel competitivo o edad del participante.

Para los estudios realizados se concluyen que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la incidencia de lesión por mil horas de exposición total, entre los deportistas en categorías de edad adulta en relación a aquellos en edades formativas o según el estadio madurativo. Sin embargo se constataron diferencias cuando se analizaron los sub tipos de IL durante la competición o entrenamientos en relación a las variables antes enumeradas.

Si relacionamos el tipo o patrón de lesiones con las categorías de edad, en nuestra muestra observamos diferencias significativas, apreciándose una relación mayor entre lesión muscular por mecanismo indirecto en el período adulto (senior) en relación a un predominio de lesión ligamentosa (esguince) en edades formativas. Destacándose el tobillo y la rodilla como las localizaciones más frecuentes al igual que lo descrito en la literatura.^{6,8,56,59, 65,73,74,75}

La evaluación de la IL durante la competición muestra resultados muy significativos con un riesgo mayor en los Senior, condicionado por el nivel de exigencia deportiva en éste grupo. Si bien la IL en competición es mayor que durante los entrenamientos, al igual que la mayoría de estudios,^{6,56,57,58,60} llama la atención que los valores registrados durante la competición, en nuestro estudio es significativamente mayor que en el resto de publicaciones. Estas diferencias podrían estar condicionadas por variantes metodológicas. No obstante, las lesiones analizadas como graves o severas (aquellas con más de 28 días de baja), son muy inferiores en nuestra serie respecto a la mayoría de autores (10%⁶⁵ vs 20%⁵⁸ y 35%⁵⁶), lo que evidencia que la IL total, en competición y entrenamientos, y la severidad de las lesiones no necesariamente está relacionada y dichos valores pueden verse influenciados por la accesibilidad a la atención médica, el tipo de atención individualizada y la supervisión sanitaria durante los entrenamientos, así como los criterios del retorno a la competición.

La IL en entrenamientos presentó una asociación significativa únicamente según la variable madurativa. Concretamente en relación al volumen testicular (Pubertad) y una tendencia a la significación según el estadio de Tanner.⁶⁰

A diferencia de lo descrito en otros deportes, en que algunos autores relacionan a los estadios más maduros a un mayor riesgo de lesiones totales,^{151,152} otros autores discriminan únicamente entre maduradores precoces o tardíos. Estos no constatan asociación entre ésta forma de discriminación de la maduración con la IL total, pero sí con el tipo de lesión.¹⁴⁷ Así estos autores, en fútbol, describen en los maduradores tardíos una mayor incidencia de osteocondrosis y en los maduradores precoces de tendinopatías o lesiones de cadera.^{147,152} Describiendo una clara asociación entre maduración y patrón o tipo de lesiones, relación que también se describe en el segundo artículo de éste trabajo. En el cual los deportistas inmaduros presentaron una mayor incidencia de apofisitis y los adultos de lesiones musculares. No obstante, la forma de evaluar la maduración fue diferente entre ambas citas, dado que la asociación descrita en el estudio en fútbol fue por medición de la edad ósea y en nuestra serie por estadio de Tanner y valoración del tamaño testicular (Pubertad). A diferencia del estudio de fútbol, en el cual las horas de exposición fueron estimadas y no se constataron si las lesiones sucedieron durante

competición o entrenamientos, en Bm estas limitaciones del diseño se mejoraron. Así se pudo corroborar que los jugadores de BmF durante la pubertad intermedia (Pubertad 3) presentaron el valor más alto de IL durante los entrenamientos en el análisis multivariante.⁶⁰ Sin embargo los estudios realizados en otros deportes, que relacionan maduración y lesión, presentan errores metodológicos que limitan las conclusiones.^{118,147,153,155}

Los diferentes requerimientos físicos, según la posición de juego y los diversos modelos tácticos y estratégicos durante la competición, podrían condicionar los resultados del estudio de lesiones en Bm y su relación con el momento madurativo si no se tomaran en consideración éstas variables. Respecto al modelo de juego, la muestra analizada presenta unas características que no se encuentran en otras instituciones. Puesto que el FCB mantiene en su filosofía formativa, un modelo de táctica y estrategia competitiva uniforme tanto en los equipos adultos profesionales como formativos. Esto permite que un jugador adolescente pueda participar del modelo de juego o entrenamiento del primer equipo sin limitaciones conceptuales. Por ello el modelo de entrenamiento no debería ser considerado una variable condicionante en el presente trabajo.

Sin embargo, el tipo de lesiones podrían estar condicionadas por la posición del jugador, dado que los requerimientos físicos y tácticos de esta última variable son específicos. Por lo cual, la posición se analiza en un estudio complementario, que se adjunta en el anexo como un tercer artículo vinculado a ésta investigación.

En éste trabajo tampoco se constatan diferencias significativas entre la IL y las posiciones de juego. Si bien la mayoría de estudios consultados, determinan que los jugadores centrales y los extremos tienen un mayor número de lesiones,^{58,59,65,67,69,70} la mayoría de éstos estudios hacen referencia al sexo femenino o a lesiones específicas como del LCA. Otros estudios, también en mujeres, hacen referencia a lesiones específicas pero en porteras.^{76,77} Describen la lesión del codo del portero⁷⁶ y las lumbalgias⁷⁷ como la localización y el tipo de lesión más prevalente según su posición. Sin embargo, los rangos de edades son diferentes y sólo en uno de los dos trabajos se realiza en deportistas de elite.⁷⁷ Pero como en la mayoría de citas, la definición “elite” no obedece a un criterio

uniforme, lo cual sumado a la variabilidad del género¹⁶⁰, dichos estudios no son comparables con la presente investigación.

En nuestro estudio, la correlación entre la posición de juego y lesiones se analiza únicamente en el sexo masculino, comparando la posición como variable principal en relación a la categoría de edad (adultos vs jóvenes) y en relación al momento madurativo. Lo cual delimita a la variable antes mencionada como el eje del análisis y no como una conclusión secundaria como sucede con la mayoría de los trabajos citados en éste aspecto. Si bien no hubo diferencias estadísticamente significativas respecto a la posición de juego y la IL; se constató una relación entre el tipo o patrón de lesiones (localización y estructura) y la posición. El patrón de lesiones mantuvo una correlación con la posición de juego tanto en adultos como en jóvenes. Así la rodilla y el cartílago articular son las más afectadas entre los jugadores de segunda línea (extremos y pivotes) tanto en adultos como jóvenes. Y no se constataron DES entre la posición y las lesiones de extremidades superiores o lumbalgias, probablemente por el trabajo preventivo que se realiza. Pero en relación a la maduración, sólo se asoció la lesión pediátrica apofisitis en los jugadores inmaduros sin haber relación de ésta lesión con la posición de juego al igual que en fútbol.¹⁴⁷

Por último, el período analizado durante dos temporadas consecutivas, así como el seguimiento longitudinal por un mismo plantel médico con experiencia en la asistencia de los jugadores durante todo el período del estudio, aportan un valor añadido a las conclusiones expuestas. Valores que se suman al análisis realizado únicamente en jugadores de Bm de elite de sexo masculino.

7 CONCLUSIONES

Los estudios realizados y los resultados obtenidos, estudiando las lesiones del balonmano formativo y adultos de elite, nos permiten exponer las siguientes conclusiones:

- (1) No existen diferencias significativas en la Incidencia de Lesiones (total) por mil horas de exposición, ni por categorías de edad, ni momento madurativo, ni posición de juego. Sí existe una tendencia a lesionarse más durante la competición en los adultos (respecto a los jugadores en formación) condicionado probablemente por la intensidad de la competición y las fuerzas de oposición en la categoría Seniors. A su vez se constata una tendencia a lesionarse más durante los entrenamientos (independientemente que el mecanismo de lesión sea traumático o por sobreuso) en las categorías en formación.
- (2) Si existen diferencias según la localización y estructura afectada en relación a la categoría de edad, momento madurativo y posición de juego.
Las lesiones musculares no traumáticas (por mecanismo indirecto) son más frecuentes en los adultos o categorías seniors y las lesiones articulares de partes blandas (ligamentosas) en las categorías en formación.
Las lesiones apofisarias son las únicas que presentaron una correlación significativa con el estadio madurativo, siendo prevalente en los deportistas que no completaron la maduración.
- (3) En la posición de juego respecto a categoría de edad y maduración, no existen diferencias estadísticamente significativas con la Incidencia de Lesiones (total) por mil horas de exposición, pero sí se observan diferencias respecto a la frecuencia según su localización o estructuras afectadas.
En los adultos las localizaciones más frecuentes con DES respecto a los jóvenes fueron en el tobillo, muslo y cabeza.
Si bien la rodilla es una localización frecuente en todas las etapas, solo existe una mayor incidencia (DES) según la posición de juego, en los jugadores de segunda línea.

En relación a la estructura afectada según la posición de juego, los jugadores de segunda línea presentaron una mayor incidencia de las lesiones de cartílago articular.

8 BIBLIOGRAFÍA

- ¹ D’hemecourt P. Overuse injuries in the young athlete. *Acta Paediatr* 2009; 19:235-42.
- ² Valovich-McLeod TC, Decoster LC, Loud KJ, Micheli LJ, Parker T, Sandrey MA, White C. National Athletic Trainers Association position statement: Prevention of pediatric overuse injuries. *J Athlet Train* 2011; 46:206-20.
- ³ Carter CW, Micheli LJ. Training the Child Athlete for Prevention, Health Promotion, and Performance: How Much Is Enough, How Much Is Too Much?. *Clin Sports Med* 2011; (4): 679–90.
- ⁴ Myer GD, Lloyd RS, Brent JL, Faigenbaum AD. How young is “too young” to start training? *ACSMs health Fit J* 2013; 17:14-23.
- ⁵ Mostafavifar A, Best TM, Myer GD. Early sport specialization, does it lead to long term problems? *Br J Sports Med* 2013; 47:1060-1.
- ⁶ Yde J, Nielsen AB. Sports injuries in adolescents ball games: soccer, handball and basketball. *Br J Sports Med* 1990; 24(1):51-4.
- ⁷ Consejo Superior de Deportes. Ministerio de Educación Cultura y Deporte, Gobierno de España. Licencias 2013. Fecha 30/11/2014. (<http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/asoc-fed/licenciasyclubes-2013.pdf>)
- ⁸ Backx FJ, Beijer HJ, Bol E, Erich WB. Injuries in high-risk persons and high-risk sports. A longitudinal study of 1818 school children. *Am J Sports Med* 1991; 19(2):124-30.
- ⁹ De Loës M. Epidemiology of Sports Injuries in the Swiss Organization “Youth and Sports” 1987-1989. Injuries, Exposure and Risks of Main Diagnosis. *Int. J. Sports Med* 1995;16:134-8.
- ¹⁰ Habelt S, Hasler CC, Steinbrück K, Majewski M. Sport injuries in adolescents. *Orthopedic Reviews* 2011; 3:e18 doi:10.4081/or.2011.e18.
- ¹¹ Randsborg PH, Gulbrandsen P, Saltytè Benth J, Sivertsen EA, Hammer OL, Fuglesang HF, Arøen A. Fractures in children: epidemiology and activity-specific fracture rates. *J Bone Joint Surg Am* 2013; 95(7):e42. doi: 10.2106/JBJS.L.00369.

- ¹² Sherry E, Wilson S et al. Manual Oxford de Medicina Deportiva. Barcelona. Editorial Paidotribo 2002.
- ¹³ Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper H. Incidence, severity, etiology and prevention of sports injuries - a review of concepts. Sports Medicine 1992; 14:82–99.
- ¹⁴ Meeuwisse WH, Tyreman H, Hagel B, Emery C. A Dynamic Model of Etiology in Sport Injury: The Recursive Nature of Risk and Causation. Clin J Sports Med 2007; 17:215–19.
- ¹⁵ Meeuwisse W. Assessing causation in sport injury: A multifactorial model. Clin J Sports Med 1994; 4:166–70.
- ¹⁶ Meeuwisse W. Athletic injury etiology: distinguishing between interaction and confounding. Clin J Sports Med 1994; 4:171–5.
- ¹⁷ Gissane C, White J, Kerr K, et al. An operational model to investigate contact sports injuries. Med Sci Sports Exerc 2001; 33:1999–2003.
- ¹⁸ Bahr R, Rosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. Br J Sports Med 2005; 39:324–9.
- ¹⁹ Jørgensen U. Epidemiology of injuries in typical Scandinavian team sports. Br J Sports Med 1984; 18(2):59-63.
- ²⁰ Caine D, Maffulli N, Caine C. Epidemiology of Injury in Child and Adolescent Sports: Injury rates, Risk Factors, and Prevention. Clin Sports Med 2008; 27(1):19-50.
- ²¹ Hägg M, Walden 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.
- ²² Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. Br J Sports Med 2006; 40(3):193-201.
- ²³ Fuller C, Molloy M, Bagate C, Bahr R, Brooks J, Donson H, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures for studies of injuries in rugby union. Clin J Sports Med 2007; 17(3): 177–81.

- ²⁴ Junge A, Engebretsen L, Aubry M, Dvorak J. Injury surveillance in multi-sport events: the International Olympic Committee approach. *Br J Sports Med* 2008; 42(6):413-21.
- ²⁵ Rodas G, Pedret C, Yanguas J, Pruna R, Medina D, Hägglund M, et-al. Male field hockey prospective injury study. Comparison with soccer. *Arch Med Dep* 2009; 129(26):357-64.
- ²⁶ Pluim B, Fuller C, Batt M, Chase L, Hainline B, Miller S, et al. Consensus statement on epidemiological studies of medical conditions in tennis. *Br J Sports Med* 2009; 43(12):893-97.
- ²⁷ Hägglund M, Walden M, Ekstrand J. Risk Factors for Lower Extremity Muscle Injury in Professional Soccer: The UEFA Injury Study. *Am J Sports Med* 2013; 41(2):327-35.
- ²⁸ Hägglund M, Walden M, Til L, Pruna R. The importance of epidemiological research in sports medicine.(editorial) *Apunts Med de l'Esport* 2010; 45(166):57-9.
- ²⁹ Ekstrand J, Hägglund M, Walden M. Injury incidence and injury pattern in professional football—the UEFA injury study. *Br J Sports Med* 2011; 45(7):553-8.
- ³⁰ Brooks JH, Fuller CW, Kemp SP, et al. Epidemiology of injuries in English professional rugby union: part 1 match injuries. *Br J Sports Med* 2005; 39:757-66.
- ³¹ Altarriba Bartés A, Drobic F, Til Pérez L, Malliaropoulos N, Montoro JB, Irurtia A. Epidemiology of injuries in elite taekwondo athletes: two Olympic periods cross-sectional retrospective study. *BMJ open* 2014; 4:e004605. Doi10.1136/bmjopen-2013-004605.
- ³² Orchard J, Rae K, Brooks J, Hägglund M, Til L, Wales D, et al. Revision, uptake and coding issues related to the open access Orchard Sports Injury Classification System (OSICS) versions 8, 9 and 10.1. *Open Access Journal of Sports Medicine* 2010; 1 207-14.
- ³³ Finch CF, Orchard JW, Twomey DM, et al. Coding OSICS sports injury diagnoses in epidemiological studies: does the background of the coder matter?. *Br J Sports Med* 2014; 48:552-6.
- ³⁴ Rae K, Orchard J. The Orchard Sports Classification System (OSICS) Version 10. *Clin J Sports Med* 2007; 17:1-4.

- ³⁵ Til L, Orchard J, Rae K. El sistema de clasificación y codificación OSICS-10 traducido del inglés. (Editorial) Apunts Med de l'Esport 2008; 159:109-12.
- ³⁶ Melendez Falkowski Manuel. Historia del Balonmano. Archivo Documental y Videográfico de la Real Federación Española de Balonmano. Edita FEBM, España 1992. I.S.B.N: 84-87351-DOX; 1-1099.
- ³⁷ IHF. Statutes and Regulations. Fecha 20-02-2014 en <http://www.ihfinfo/TheGame/StatutesandRegulations/Tabid/88/Default.aspx>.
- ³⁸ Reglas de Juego, Real Federación Española de Balonmano. Edita RFEB julio 2010 http://www.rfebm.net/upload/descargas/RFEBM%20Reglamento_SALA.pdf.
- ³⁹ Mohamed H, Vaeyens R, Matthys S, Multael M, Lefevre J, Lenoir M, et al. Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection and identification model in youth handball. J Sports Sci 2009; 27(3):257-66.
- ⁴⁰ Zapartidis I, Kororos P, Christodoulidis T, Skoufas D, Bayios I. Profile of Young Handball Players by Playing Position and Determinants of Ball Throwing Velocity. Journal of Human Kinetics 2011; 27:7-30 DOI: 10.2478/v10078-011-0002-4.
- ⁴¹ Ghobadi H, Rajabi H, Farza B, Bayati M, Jeffreys I. Anthropometry of World-Class Elite Handball Players According to the Playing Position: Reports From Men's Handball World Championship 2013. Journal of Human Kinetics 2013; 39:213-20.
- ⁴² Pezarat-Correia PL, Valamatos MJ, Alves F, Santos PM. Influence of Position Roles on Upper Limb Force Parameters in Young Male Handball Players. Medicine & Science in Sports & Exercise;2007 (39)5:S216.
- ⁴³ Zapartidis I, Toganidis T, Vareltzis I, Christodoulidis T, Kororos P, Skoufas D. Profile of Young Female Handball Players By Playing Position. Serb J Sports Sci 2009;3(1-4):53-60.
- ⁴⁴ Oliveira T, Abade E, Gonçalves B, Gomes I, Sampaio J. Physical and physiological profiles of youth elite handball players during training sessions and friendly matches according to playing positions. International Journal of Performance Analysis in Sport 2014;14:162-73.

- ⁴⁵ RFEBM Normativas y Reglamentos (No.RE.BA 2014/2015). Capítulo 1 Aspectos Generales. 2014; 9.
- ⁴⁶ Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Izquierdo M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sports Medicine* 2005;26(3):225-32.
- ⁴⁷ Rousanoglou EN, Noutsos KS, Bayios IA. Playing level and playing position differences of anthropometric and physical fitness characteristics in elite junior handball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2014; 54:611-21.
- ⁴⁸ Chelly MS, Hermassi S, Shepard RJ. Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2010; 24(6):1480–7.
- ⁴⁹ Krüger K, Pilat Ch, Ückert K, Frech T, Mooren FC. Physical performance profile of Handball players is related to playing position and playing class. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2014; 28(1)117-25.
- ⁵⁰ Póvoas S, Ascensão A, Magalhães J, Seabra A, Krustup P, Soarres J, et al. Physiological demands of elite team handball with special reference to playing position. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2014; 28(2):430-42.
- ⁵¹ Matthys SP, Vaeyens R, Franssen J, Deprez D, Pion J, Vandendriessche J, et al. A longitudinal study of multidimensional performance characteristics related to physical capacities in youth handball, *Journal of Sports Sciences* 2013; 31(3):325-34.
- ⁵² Nikolaidis PT, Ingebrigtsen J. Physical and Physiological Characteristics of Elite Male Handball Players from Teams with a Different Ranking. *Journal of Human Kinetics* 2013; 38:115-24.
- ⁵³ Fernández J, Vila M^a H, Rodríguez FA. Modelo de estudio de una estructura condicional a través de un análisis multivariante enfocado a la detección de talentos en jugadores de balonmano. *European Journal of Human Movement* 2004; 12:169-85.

- ⁵⁴ Berbert Rosa B, Marangoni Asperti A, Partezani Helito C, Kawamura Demange M, Lazzaretti Fernandes T, Hernandez AJ. Epidemiology of sports injuries on collegiate athletes at a single center. *Acta Ortop Bras* 2014; 22(6):321-4.
- ⁵⁵ Bailasha NK, Kibera LK, Rintaugu EG, Mwisukha A. Assessment of pattern of sports injuries in selected Ballgames during a season of the Kenyan national leagues. *Journal of Health Science* 2014; 4(2):34-40.
- ⁵⁶ Nielsen AB, Yde J. An epidemiologic and traumatologic study of injuries in handball. *Int J Sports Med* 1988; 9:341-44.
- ⁵⁷ Seil R, Rupp S, Tempelhof S, Khon D. Sports injuries in team handball: a one year prospective study in sixteen men's senior teams of superior nonprofessional level. *Am J Sport Med* 1998; 26:681-7.
- ⁵⁸ Olsen OE, Myklebust L, Engebretsen R, Bahr R. Injury pattern in youth team handball: a comparison of two prospective registration methods. *Scand J Med Sci Sports* 2006; 16:426-32.
- ⁵⁹ 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 Sport Med* 2012; 46:531-7.
- ⁶⁰ Mónaco M, Gutiérrez JA, Montoro B, Drobic F, Til L, Ibañez L et al. 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? *Apunts Med de l'Esport* 2015;50(185):5-14.
- ⁶¹ Langevoort G, Myklebust G, Dvorak J, Junge A. Handball injuries during major international tournaments. *Scand J Med Sci Sports* 2007; 17(4):400-7.
- ⁶² Karanfilci M, Kabak B. Analysis of sports injuries in training and competition for handball players. *Turkish J Sport Exercise* 2013; 15(3):27-34.
- ⁶³ Hoebering J, Van Galen W, Philipsen H. Pattern of injury in handball and comparison of injured versus non injured handball players. *Int J Sport Med* 1986; 7:333-7.

- ⁶⁴ Tsigilis N, Hatzimanouil D. Injuries in handball: Examination of the risk factors. *European Journal of Sport Science* 2005; 5(3):137-42.
- ⁶⁵ Mónaco M, Gutiérrez JA, Montoro B, Til L, Drobnic F, Nardi Vilardaga J et al. Epidemiología lesional del balonmano de elite: estudio retrospectivo en equipos profesional y formativo de un mismo club. *Apunts Med de l'Esport* 2014; 49(181):11-9.
- ⁶⁶ Myklebust G, Maehlum S, Engebretsen L, Strand T, Solheim E. Registration of cruciate ligament injuries in Norwegian top level team handball: a prospective study covering two seasons. *Scand J Med Sci Sports* 1997; 7:289-92.
- ⁶⁷ Myklebust G, Holm I, Mæhlum S, Engebretsen L, Bahr R. Clinical, Functional, and Radiologic Outcome in Team Handball Players 6 to 11 Years after Anterior Cruciate Ligament Injury. A Follow-up Study. *Am J Sports Med* 2003; 31 (6):981-9.
- ⁶⁸ Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scand J Med Sci Sports* 2003; 16(6):426-32.
- ⁶⁹ Weedderkopp N, Kaltoft M, Lundgaard B, Rosendahl M, Froberg K. Injuries in young female players in European team Handball. *Scand J Med Sci Sports* 1997; 7:342-7.
- ⁷⁰ Myklebust G, Maehlum S, Holm I, Bahr R. A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian top level team Handball. *Scand J Med Sci Sports* 1998; 8:149-53.
- ⁷¹ Mónaco M, Gutiérrez JA, Montoro B, Til L, Rodas G, Bahr R. Injury Incidence and Injury Pattern by category, position, and maturation of male handball players. Two season prospective study. Pendiente de publicación 2015 (ver en anexo de la presente tesis)
- ⁷² Asembo JM, Wekesa. Injury Pattern during team handball competition in east Africa. *East African Medical Journal* 1998; 75:113-6.
- ⁷³ Dirx M, Bouter LM, de Geus GH. Aetiology of handball injuries: a case--control study. *Br J Sports Med* 1992; 26(3):121-4.

- ⁷⁴ Lindblad B, Hoy K, Terkelsen C, Helleland H, Terkelsen C. Handball injuries. An epidemiologic and socioeconomic study. *Am J Sports Med* 1992; 20:441-4.
- ⁷⁵ Reckling C, Zantop T, Petersen W. Epidemiology of injuries in juvenile handball players. *Sportverletz Sportschaden* 2003; 17(3):112-7.
- ⁷⁶ Tyrdal S, Bahr R. High prevalence of elbow problems among goalkeepers in European team handball - 'handball goalie's elbow'. *Scand J Med Sci Sports* 1996; 6: 297-302.
- ⁷⁷ Tunås P, Nilstad A, Myklebust G. Low back pain in female elite football and handball players compared with an active control group. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014. DOI 10.1007/s00167-014-3069-3
- ⁷⁸ Bahr R, Holme I. Risk factors of sports injuries - a methodological approach. *Br J Sports Med* 2003; 37:384-92.
- ⁷⁹ Wedderkopp N, Kaltoft M, Lundgaard B, Rosendahl M, Froberg K. Prevention of injuries in young female players in European team Handball: a prospective intervention study. *Scand J Med Sci Sports* 1999; 9:41-7.
- ⁸⁰ Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2005;330-449, doi:10.1136/bmj.38330.632801.8F.
- ⁸¹ Wedderkop N, Kaltoft M, Holm R, Froberg K. Comparison of two intervention programmes in young female players in European handball – with and without ankle disc. *Scand J Med Sci Sports* 2003; 13: 371–5.
- ⁸² Myklebust G, Skjolberg A, Bhar R. ACL injuries incidence in female handball 10 years after the Norwegian ACL prevention study: important lesson learned. *Br J Sports Med* 2013; 47:476-9.
- ⁸³ Castellano Barca G, Hidalgo Vicario MI, Redondo Romero AM, editores. *Medicina de la Adolescencia. Atención Integral*. Madrid. Editorial Ergon 2004.
- ⁸⁴ Coelho-e-Silva MK, Valente-dos-Santos J, Figuereido Aj, Sherar LB, Malina RM. Pubertal Status: Assessment, Interpretation, Analysis. *J Sport Med Doping Stud* 2013; e134. DOI:10.4172/2161-0673.1000e134

- ⁸⁵ Temboury Molina MC. Desarrollo puberal normal. Pubertad precoz. *Rev Pediatr Aten Primaria* 2009; 11(16):s127-s142.
- ⁸⁶ Stevens A, Hanson D, Whatmore A, Destenaves B, Chatelain P, Clayton P. Human growth is associated with distinct patterns of gene expression in evolutionarily conserved networks. *BMC Genomics* 2013, 14:547.
<http://www.biomedcentral.com/1471-2164/14/547>.
- ⁸⁷ Kliegman R, Stanton B, St Geme III J, Sohor, Behrman R, editores. *Nelson Tratado de Pediatría*. 19º Edición. Madrid. Editorial Elsevier 2012.
- ⁸⁸ Sanz Marcos N, Marcos Salas V, Ibañez Toda L. Pubertad adelantada. *Ann Pediatr Contin* 2011; 9(6):331-8.
- ⁸⁹ Cravo RM, Frazao R, Perello M, Osborne-Lawrence S, Williams KW, Zigman JM et al. Leptin Signaling in Kiss1 Neurons Arises after Pubertal Development. *PLoS ONE* 2013;8(3):e58698. doi:10.1371/journal.pone.0058698.
- ⁹⁰ Cole TJ, Ahmed ML, Preece MA, Hindmarsh P, Dunge DB. The relationship between Insulin-like Growth Factor 1, sex steroids and timing of the pubertal growth spurt. *Clinical Endocrinology* 2015;0:1-8. doi: 10.1111/cen.12682.
- ⁹¹ Villanueva C, Argente J. Pathology or Normal Variant: What Constitutes a Delay in Puberty? *Horm Res Paediatr* 2014; DOI: 10.1159/000362600.
- ⁹² Zawatski W, Lee MM. Male pubertal development: are endocrine-disrupting compounds shifting the norms? *J Endocrinol* 2013; 218(2):R1-12. doi: 10.1530/JOE-12-0449.
- ⁹³ Iglesias Díaz JL. Desarrollo del adolescente: aspectos físicos, psicológicos y sociales. *Pediatría Integral* 2011; 16(2):88-93.
- ⁹⁴ Locatelli V, Bianchi VE. Effect of GH/IGF-1 on Bone Metabolism and Osteoporosis. *Int J Endocrinol* 2014; ID235060:1-25 doi: 10.1155/2014/235060.
- ⁹⁵ Albin AK, Norjavaara E. Pubertal growth and serum testosterone and estradiol levels in boys. *Horm Res Paediatr* 2013; 80(2):100-10.

- ⁹⁶ Susman EJ, Houts RM, Steinberg L, Belsky J, Cauffman E, Dehart G, et al. Longitudinal development of secondary sexual characteristics in girls and boys between ages 9,5 and 15,5 years. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2010; 164(2):166-73.
- ⁹⁷ García Cuartero B, González Vergaz A, Frías García E, Arana Cañete C, Díaz Martínez E, Tolmo MD. Valoración de la tendencia secular de la pubertad en niños y niñas. *An Pediatr (Barc)* 2010; 73(6):320-6.
- ⁹⁸ Rosen D. Crecimiento y desarrollo fisiológicos durante la adolescencia. *Pediatrics in Review en Español* 2005; 26(2):43-9.
- ⁹⁹ Muñoz Calvo MT, Pozo Román J. Pubertad normal y sus variantes. *Pediatr Integral* 2011; 15(6):507-18.
- ¹⁰⁰ Busscher I, Kingma I, Wapstra FH, Bulstra SK, Verkerke GJ, Veldhuizen AG. The value of shoe size for prediction of the timing of the pubertal growth spurt. *Scoliosis* 2011; 6(1):1-7.
- ¹⁰¹ Di Fiori J, Benjamin HJ, Brenner J, Gregory A, Jayanthi N, Landry GL, et al. Overuse Injuries and Burnout in Youth Sports: A Position Statement from the American Medical Society for Sports Medicine. *Clin J Sports Med* 2014; 24:3–20.
- ¹⁰² Malina RM, Baxter-Jones AD, Armstrong N, Beunen GP, Caine D, Daly RM, et al. Role of intensive training in the growth and maturation of artistic gymnasts. *Sports Med* 2013; 43(9):783-802.
- ¹⁰³ Lloyd RS, Oliver JL; Faigenbaum AD; Myer GD; De Ste Croix MB . Chronological Age vs. Biological Maturation: Implications for Exercise Programming in Youth. *J Strength Cond Res* 2014; 28(5):1454-64.
- ¹⁰⁴ Pozo Román J. Valoración auxológica del crecimiento I. *Pediatr Integral* 2011; 12(6): 590-598.
- ¹⁰⁵ 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(4):351-5.

- ¹⁰⁶ Meylan CM, Cronin JB, Oliver JL, Hopkins WG, Contreras B. The effect of maturation on adaptations to strength training and detraining in 11-15-year-olds. *Scand J Med Sci Sports* 2014; 24(3):e156-64. doi: 10.1111/sms.12128.
- ¹⁰⁷ Torres-Unda J, Zarrazquin I, Gil J, Ruiz F, Irazusta A, Kortajarena M, et al. Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *J Sports Sci* 2013; 31(2):196-203.
- ¹⁰⁸ Gastin PB, Bennett G, Cook J. Biological maturity influences running performance in junior Australian football. *J Sci Med Sport* 2013; 16(2):140-5.
- ¹⁰⁹ Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(4):689-94.
- ¹¹⁰ Beunen GP, Malina RM, Lefevre J, Claessens A, Renson R, Simons J. Prediction of adult stature and noninvasive assessment of biological maturation. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: 225–30.
- ¹¹¹ Pombo M, Castro-Feijóo L, Cabanas Rodríguez P. El niño de talla baja. *AEPed Protoc Diagn Ter Pediatr* 2011;1:236-54.
- ¹¹² Sherar LB, Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Thomis M, Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. *The Journal of Pediatrics* 2005; 147(4):508–14.
- ¹¹³ Busscher I, Kingma I, de Bruin R, Wapstra FH, Verkerke GJ, Veldhuizen AG. Predicting the peak growth velocity in the individual child: validation of a new growth model. *Eur Spine J* 2012; 21:71-6.
- ¹¹⁴ Kreipe RE, Gewanter HL. Physical maturity screening for participation in sports. *Pediatrics* 1985; 75(6):1076-80.
- ¹¹⁵ Backous D, Farrow JA, Friedl KE. Assessment of pubertal maturity in Boys , using height and grip strength. *J Adolesc Health Care* 1990; 11(6):497-500.
- ¹¹⁶ Backous D, Friedl KE, Smith NJ, Para TJ, Carpine WD. Soccer injuries and their relation to physical maturity. *Am J Disease Child* 1988; 142:839-42.

- ¹¹⁷ Malina R, Bouchard C, Bar Or O, editors. Growth, maturation and physical activity. 2nd Edition. London. Editorial Human Kinetics 2004.
- ¹¹⁸ Malina RM. Maturity status and injury risk in youth soccer players. *Clin J Sports Med* 2010; 20(2):132. doi: 10.1097/01.jsm.0000369404.77182.60.
- ¹¹⁹ Ostojic SM. Prediction of adult height by Tanner-Whitehouse method in young Caucasian male athletes. *QJM* 2013; 106(4):341–5.
- ¹²⁰ 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.
- ¹²¹ Slora EJ, Bocian AB, Herman-Giddens ME, Harris DL, Pedlow SE, Dowshen SA, et al. Assessing inter-rater reliability (IRR) of Tanner staging and orchidometer use with boys: a study from PROS. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2009; (4):291-9.
- ¹²² Rabbani A, Noorian S, Fallah JS, Setoudeh A, Sayarifard F, Abbasi F. Reliability of pubertal self-assessment method: an Iranian study. *Iran J Pediatr* 2013; 23(3):327-32.
- ¹²³ Rollof L, Elfving M. Evaluation of self-assessment of pubertal maturation in boys and girls using drawings and orchidometer. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2012; 25(1-2):125-9.
- ¹²⁴ Slough JM, Hennrikus W, Chang Y. Reliability of Tanner Staging Performed by Orthopedic Sports Medicine Surgeons. *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45(7):1229-34.
- ¹²⁵ Tinggaard J, Mieritz MG, Sørensen K, Mouritsen A, Hagen CP, Aksglaede L, et al. The physiology and timing of male puberty. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2012; (3):197-203.
- ¹²⁶ Carlsen E, Andersen AG, Buchreitz L, Jørgensen N, Magnus O, Matulevicius V, et al. Inter-observer variation in the results of the clinical andrological examination including estimation of testicular size. *Int J Androl* 2000; 23(4):248-53.
- ¹²⁷ Raman A, Lustig RH, Fitch M, Fleming SE. Accuracy of self-assessed Tanner staging against hormonal assessment of sexual maturation in overweight African-American children. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2009; 22(7):609-22.

- ¹²⁸ Wattie N, Schorer J, Baker J. The Relative Age Effect in Sport: A Developmental Systems Model. *Sports Med* 2014; DOI 10.1007/s40279-014-0248-9.
- ¹²⁹ Hancock DJ, Adler AL, Côté J. A proposed theoretical model to explain relative age affects in sport. *Europ J Sport Science* 2013;13(6):630-7.
- ¹³⁰ Deprez D, Coutts AJ, Fransen J, Deconinck F, Lenoir M, Vaeyens R, Philippaerts R. Relative age, biological maturation and anaerobic characteristics in elite youth soccer players. *Int J Sports Med* 2013; 34(10):897-903.
- ¹³¹ Fragoso I, Massuca LM, Ferreira J. Effect of Birth Month on Physical Fitness of Soccer Players (Under-15) According to Biological Maturity. *Int J Sports Med* 2014; DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1384548>.
- ¹³² Schorer J, Wattie N, Baker JR. A New Dimension to Relative Age Effects: Constant Year Effects in German Youth Handball. *PLoS ONE* 2013; 8(4): e60336. DOI:10.1371/journal.pone.0060336.
- ¹³³ Macedo D.B, Brito V.N, Latronico A.C. New Causes of Central Precocious Puberty: The Role of the Genetic Factors. *Neuroendocrinology* 2014 (en prensa libre acceso <http://www.karger.com/Article/FullText/366282>). DOI:10.1159/000366282).
- ¹³⁴ Meylan C, Cronin J, Oliver J, Hughes M. Review Talent Identification in Soccer: The Role of Maturity Status on Physical, Physiological and Technical Characteristics. *International Journal of Sports Science and Coaching* 2010; 5(4):571-92.
- ¹³⁵ Te Wierike SC, Elferink-Gemser MT, Tromp EJ, Vaeyens R, Visscher C. Role of maturity timing in selection procedures and in the specialization of playing positions in youth basketball. *J Sports Sci* 2014 DOI: 10.1080/02640414.2014.942684.
- ¹³⁶ Matthys SP, Fransen J, Vaeyens R, Lenoir M, Philippaerts R. Differences in biological maturation, anthropometry and physical performance between playing positions in youth team handball. *J Sports Sci* 2013; 31(12):1344-52.
- ¹³⁷ Rauch F. The dynamics of bone structure development during pubertal growth. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2012; 12(1):1-6.

- ¹³⁸ Caine D, Purcell L, Maffulli N. The Child and adolescent athlete: a review of three potentially serious injuries. *BMC Sports Science, Medicine, Rehabilitacion* 2014;6(22) Open Acces <http://biomedcentral.com/2052/6/22>.
- ¹³⁹ Gottschalk AW, Andrish JT. Epidemiology of Sports Injury in Pediatric Athletes. *Sports Med Arthrosc Rev* 2011; 19(1):2-9.
- ¹⁴⁰ Koutures CG, Gregory AJ and the council on sports medicine and fitness. Injuries in youth soccer. *Pediatrics* 2010; 125(2):410-14.
- ¹⁴¹ Swenson DM, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. Pattern of recurrent injuries among US High School Athletes, 2005-2008. *Am J Sports Med* 2009;37(8):1586-93.
- ¹⁴² Kraus T, Švehlík M, Singer G, Schalamon J, Zwick E, Linhart W. The epidemiology of knee injuries in children and adolescents. *Arch Orthop Trauma Surg* 2012;132(6):773-9.
- ¹⁴³ Pappas E, Zazulak B, Yard E, Hewett TE. The Epidemiology of Pediatrics Basketball Injuries Presenting to US Emergency Departments: 2000-2006. *Sports Health* 2011;3(4):331-5.
- ¹⁴⁴ Spinks AB, Mc Clurre RJ. Review Quantifying the risk of sports injury: a systematic review of activity-specific rates for children under 16 years of age. *Br J Sports Med* 2007; 41:548-57.
- ¹⁴⁵ Radelet MA, Lephart SM, Rubinstein EN, Myers JB. Survey of the injury rate for children in Community Sports. *Pediatrics* 2002;110:e28. DOI:10.1542/peds.110.3.e28. <http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/110/3/e28>.
- ¹⁴⁶ Price RJ, Hawkins RD, Hulse MA, Hodson A. The Football Association medical research programme: an audit of injuries in academy youth football. *Br J Sports Med* 2004;38:446-71.
- ¹⁴⁷ Le Gall F, Carling C, Reilly T, Vandewalle H, Church J, Rochcongar P. Incidence of injuries in elite French youth soccer players: a 10-season study. *Am J Sports Med* 2006; 34(6):928-38.

¹⁴⁸ Brenner JS and THE COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS. Overuse injuries, overtraining, and burn out in Child and Adolescent Athletes. *Pediatrics* 2007;119(6):1242-5.

¹⁴⁹ Stracciolini A, Casciano R, Levey Friedman H, Meehan III WP, Micheli LJ. Pediatric Sports Injuries: An Age Comparison of Children versus Adolescents. *Am J Sports Med* 2013;41(8):1922-9.

¹⁵⁰ Luke A, Lazaro RM, Bergeron MF, Keyser L, Benjamin H, Brenner J, D'hemecourt P, Grady M, Philpott J, Smith A. Sports-related injuries in youth athletes: Is a overscheduling a risk factor? *Clin J Sport Med* 2011;21(4):307-14.

¹⁵¹ Michaud PA, Renaud A, Narring F. Sports activities related to injuries? A survey among 9-19 year olds in Switzerland. *Injury Prevention* 2001;7:41-5.

¹⁵² 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 Sports Med* 1995; 5:167-70.

¹⁵³ Arciero RA. Adolescent Football Injuries and Sexual Maturity. *Clin J Sports Med* 1996; 6(1):69.

¹⁵⁴ Faulkner RA, Davidson KS, Bailey DA, Mirwald RL, Baxter Jones A. Sized-Corrected BMD decreases during Peak Linear Growth: Implications for fracture incidence during Adolescence. *J Bone Miner Res* 2006; 21:1864-70.

¹⁵⁵ Johnson A, Doherty PJ, Freemont A. Investigation of growth, development, and factors associated with injury in elite schoolboy footballers: prospective study. *BMJ*. 2009; 338:b490 doi:10.1136/bmj.b490.

¹⁵⁶ 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. Editado Servicios Médicos Fútbol Club Barcelona 2011.

¹⁵⁷ 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.

¹⁵⁸ Carrascosa Lezcano A, Fernández García JM, Fernández Ramos C, Ferrández Longás A, López Sigueros JP, Sánchez González E, et al. Estudio transversal español de crecimiento. 2008. Parte II: valores de talla, peso e índice de masa corporal desde el nacimiento a la talla adulta. *An Pediatr (Barc)* 2008; 68(6):552-69.

¹⁵⁹ López de Lara D, Santiago Paniagua P, Tapia Ruiza M, Rodríguez Mesa MD, Gracia Bouthelie 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(6):305–19.

¹⁶⁰ Stracciolini A, Casciano R, Levey Friedman H, Stein C, Meehan III WP, Micheli L. Pediatric Sports Injuries: A comparison of Males versus Females. *Am J Sports Med* 2014;42(4):965-71.

9. Anexo

Resumen del 3er artículo vinculado a la tesis:

La posición de juego condiciona el patrón e incidencia lesional en el Balonmano de elite? (*Artículo Pendiente de Publicación*)

Objetivo: determinar si existen diferencias en la incidencia lesional o en el patrón de lesiones según la posición de juego y categoría entre categorías en formación (jóvenes) vs Senior (adultos).

Método: estudio prospectivo de cohorte, descriptivo y longitudinal. Se estudian 105 individuos masculinos que corresponden a 164 jugadores por temporada de balonmano de elite (133 jóvenes pertenecientes a las categorías de balonmano formativo y 31 adultos pertenecientes al equipo sénior B), de un mismo club español de la elite nacional, durante dos temporadas consecutivas. Participaron todas las categorías (Sub-14 hasta sénior) con edades comprendidas entre los 12-27 años. El staff técnico registró las horas de exposición individualizada y dos médicos especializados en medicina y traumatología del balonmano realizaron la atención y registro de las lesiones. Se definió lesión según criterio epidemiológico UEFA y codificación OSICS-10. Se analizó la incidencia de lesiones por mil horas de exposición (IL) y el patrón de lesiones como número de lesiones por jugador y temporada (Ijt), según categoría, posición de juego y maduración. Se dividió la muestra en dos grupos según categoría: Senior o adultos (>18 años) vs BmF o jóvenes (<18 años). A su vez en los jóvenes se realizó un segundo análisis según el estado madurativo definido por el tamaño del volumen testicular. Para ello se dividió éste grupo entre maduros (volumen testicular >15 cm³) e inmaduros (volumen testicular < 15 cm³).

El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de la varianza para encontrar diferencias en la IL entre categoría y posición de juego. Durante el proceso de análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 13.0 para Windows. Para la evaluación de variables categóricas –Ijt–, la significación estadística se evaluó mediante la prueba Chi

cuadrado de Pearson y, en caso necesario, se realizó la prueba exacta de Fisher. La IL se calculó con el número de lesiones dividido por la suma de horas de exposición anual de cada jugador y multiplicado por mil horas de exposición (IL). El patrón de lesiones se estudió con el número de lesiones por jugador y temporada (Ijt).

Todos los jugadores fueron informados y dieron su conformidad al entrar en el club para poder registrar los datos de sus pruebas y lesiones con motivos científicos (de acuerdo con la Declaración de Helsinki). Este estudio fue aprobado por el comité científico-médico del club y del Comité de ética del Consell Català de l' Esport.

Resultados:

1. La IL total entre los adultos fue de 6.5 lesiones por mil horas de exposición y para competición y entrenamientos de 22.2 y 3.0 lesiones por mil horas respectivamente. Entre los jugadores de balonmano formativo la IL fue 6.0, 14.9 y 3.7 – respectivamente. La distribución de lesiones (IL*1000 hs) no presentó diferencias estadísticamente significativas (DES) entre los jugadores que pertenecen a distintas categorías competitivas ni entre los que juegan en diferentes posiciones de juego ni entre los diversos estados madurativos.
2. Por posición de juego, la IL total, competición y en entrenamientos fue para jóvenes: porteros (goalkeeper) 4; 6.1; 2.9; en 1ra línea (laterales y central) 6.7;13.1;4.4 y 2º línea (extremos y pivote) 6.1;20;3.3. En adultos porteros (goalkeeper) 6; 17.9; 2.3, en 1ra línea 6.9; 17.8; 3.2 y 2º línea 6.3; 28.2; 2.3. (P:>0.05).
3. El patrón de lesiones analizados como Ijt presenta DES según categoría y posición de juego.
 - a. Según categoría, la Ijt en adultos (P:<0.05) fue en tobillo (0.45), muslo (0.32) y cabeza (0.13). La lesión muscular por mecanismo indirecto también fue significativamente mayor en adultos (0.42).

- b. Según la posición de juego la Ijt más afectadas fue la rodilla (0.31) y el cartílago articular en segunda línea (0.11). (P:<0.05)
- 4. En población <18 años, los segunda líneas presentaron la mayor afectación de rodilla (0.26) y cartílago (0.11) y los jugadores inmaduros presentaron una mayor Ijt de apofisitis (0.14) respecto al resto, todos con DES. (P:<0.05)

Discusión: el principal hallazgo de este estudio es que las lesiones deportivas implican cambios significativos en el patrón de las lesiones (localización y estructura) según posición de juego, categoría de edad (jóvenes vs adultos) y maduración biológica. Esto no había sido descrito hasta este momento en Bm. Si bien no encontramos DES en la IL total por mil horas de exposición, durante la competición o entrenamientos respecto a las diferentes posiciones de juego, ni por categorías, ni estado madurativo, si hay diferencias en el patrón de las lesiones y pensamos que en una muestra más amplia, éstas podrían ser significativas también en la IL.

Varios autores han analizado la incidencia de lesiones en Bm, pero los resultados son difíciles de comparar debido a la heterogeneidad en los diseños de los estudios. El presente trabajo presenta una sistemática metodológica en la codificación y definición de lesiones utilizadas durante los estudios previos por el mismo grupo e institución que dan homogeneidad en el análisis de los datos.

La IL fue mayor durante la competición que en entrenamientos tanto cuando comparamos jóvenes vs adultos, inmaduros vs maduros y en relación a las diferentes posiciones de juego, al igual que la mayoría de publicaciones previas. Siendo el valor máximo de IL en competición en los adultos, condicionado por la intensidad de la competición en la cual participan. Estos datos coinciden con lo descrito por otros autores durante competiciones internacionales.

Respecto a la posición de juego Wedderkopp et al 1999 demostró previamente que jugadores laterales (1º línea) tenían la mayor incidencia global de lesiones - comparadas con otras posiciones en adolescentes femeninas. En la presente muestra que corresponde

a varones de nivel elite, no presentan diferencias significativas en la IL total según la posición de juego, pero si presentan diferencias en relación al patrón de lesiones.

La asociación entre posición de juego y localización presenta diferencias estadísticamente significativa, en rodilla para los segunda línea. Wedderkopp también describió una asociación en adolescentes mujeres entre posición de juego e IL total, condicionada en éste caso a los 1º líneas pero no en relación a la localización.

En éste estudio, la localización en tobillo, rodilla, muslo y cabeza son las más frecuentes y todas excepto en la rodilla las diferencias son significativas cuando se comparan los adultos respecto a los jóvenes ($P<0.05$). Esto es debido a la intensidad de la competición que representa el nivel profesional. Las lesiones de tobillo en su mayoría son esguinces articulares, las del muslo son lesiones musculares por mecanismo indirecto y las que afectan a la cabeza son debidas a traumatismos. Las lesiones en la cabeza merecen una mención especial, y se encuentra entre las más frecuentes en éste grupo; al igual que otros autores la reportan durante la competición.

Respecto a la maduración biológica la presente muestra tiene una maduración avanzada a su edad, así como un peso y altura por encima de la media si comparamos con población general. Estos valores se acercan a los descritos en jugadores de Bm de elite de otras series.

La relación entre estadios madurativos y lesiones no encontró asociación para algunos autores como Malina (2010), pero sí para otros autores como Backous (1988) en fútbol o en BmF en un estudio previo de nuestro grupo de trabajo. La lesión pediátrica apofisaria fue la única lesión que presento diferencias estadísticamente significativa entre los inmaduros respecto a maduros menores de 18 años ($P<0.05$). Sin embargo no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las posiciones de juego con ésta patología.

Las lesiones de rodilla son más frecuentes en la 2º línea (Ijt 0.31 $P=0.007$) respecto al resto de posiciones, también en menores de 18 años (Ijt 0.26) independientemente del estado madurativo (no DES).

La rodilla es la localización más frecuente en todos los grupos de edad pero sin diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, en relación a la posición de juego es más frecuente entre los 2º líneas con DES ($P<0.05$).

La estructura más frecuentemente afectada en Bm es el esguince ligamentario y la lesión muscular no traumática, independientemente del tipo de muestra analizada. En éste estudio los valores totales más altos también fueron para el esguince ligamentario (Ijt0.29) y musculo (Ijt 0.23) pero no hubieron DES entre categorías ni posición de juego, excepto en la lesión muscular que fue mayor en adultos (Ijt 0.42) que en jóvenes (Ijt0.18) con DES ($P=0.018$). Según la posición, las lesiones del cartílago articular prevalecen en la 2º línea de ataque (Ijt0.11 $P=0.045$). Los 2º línea si bien son los que presentan medidas antropométricas más pequeñas sufren más caídas durante el juego, caso de los extremos, o más movimientos de torsión articular en los pivotes, movimientos que repercuten en el cartílago articular y aumentan el número de lesiones. En el resto de estructuras y localizaciones más frecuentemente involucradas no hubo significación estadística entre posición de juego, categorías ni estadio madurativo.

Con todo ello podemos resumir que el análisis del patrón de lesión según posición de juego encuentra DES en jugadores de 2º línea para la afectación de rodilla y del cartílago articular. Según la categoría analizada tanto en Adultos como en Jóvenes la rodilla también fue la más afectada en 2da líneas. Sin embargo la lesión muscular por mecanismo indirecto fue la estructura más afectada en Adultos respecto a Jóvenes (BmF) con diferencias estadísticamente significativas entre ellas pero sin significación estadística según la posición de juego. También la afectación de tobillo, muslo y cabeza predominó en los Adultos seguramente debido a la intensidad de la competición.

Conclusión: entre los jugadores de esta muestra la posición de juego es un factor de riesgo de lesión, de manera notable en jugadores de 2º línea, tanto por localización (rodilla) como estructura (cartílago) afectada. Los estadios madurativos inmaduros condicionan la aparición de lesiones apofisarias como es de esperar. Las diferencias entre

IL durante la competición y entrenamiento o ambas, no son significativas entre adultos y jóvenes o posición de juego, pero sí respecto al patrón de localización y estructura afectada entre ellos. Ello será importante en el momento de preparar estrategias y programas preventivos teniendo en cuenta la posición de juego y edad independientemente de la exposición al riesgo.

Tercer Artículo (Pendiente de publicación)

Injury Incidence and Injury Pattern by category, position, and maturation of male handball players.

Mauricio Mónaco ^{1,*}, José A. Gutiérrez Rincón ^{2,3}, Bruno J. Montoro Ronsano ⁴, Lluís Til Pérez ^{2,5}, Gil Rodas Font ².

¹ Pediatric Department, Sports Medicine Unit. XARXA Sanitaria i Social de SANTA TECLA, Tarragona; Spain.

² Fútbol Club Barcelona, Medical Department. Barcelona; Spain.

³ Catalanian Council of Sports, Catalanian Government; Spain.

⁴ School of Pharmacy & Technology. Barcelona University. Barcelona; Spain.

⁵ Olympic Center, Medical Services. GIRSANE CAR Sant Cugat – Consorci Sanitari de Terrassa, Barcelona; Spain.

* PhD Student. Surgery Department Vall D'Hebron Hospital. School of Medicine. Barcelona Autònoma University. This paper is a part of a his doctoral thesis.

Contact:

Mauricio Mónaco, MD

Pediatric Departament- Sports Medicine Unit.

XARXA Sanitaria i Social de SANTA TECLA. 43003 Tarragona, Spain

e-mail: monacomauricio@comt.es

Phone: +34 977 259 900

Abstract (200 words)

The aim of this cohort study was to estimate the contribution of position, category and maturity status in incidence and pattern injury in handball players, for two seasons.

The participants were 164 players per season; aged 12-27 years: Category (youth-133- and adults -31-), and playing position (goalkeeper -27-; back and centre back -67; wing and pivot-70-). The maturity status in youth players (immature -32-; matures -101-) was measured by testicular volume on clinical examination.

The 190 injuries during 34221 hours of exposure, give an injury incidence in youth of 6.0 per 1000 total hours [CI95%, 4.8-7.2] (14.9 match [9.7-20.1] and 3.7 training hours [2.7-4.6]; n= 142 injuries), and in adults 6.5 per 1000 total hours [4.4-8.6] (22.2 match [8.8-35.6] and 3.0 training hours [1.3-4.6]; n=48 injuries). There were statistical difference (SD) in knee (P=0.01) and cartilage injury (P=0.05) due to playing position; by age-category in ankle (P=0.03), head (P=0.01), thigh (P=0.05), muscular structure (P= 0.02), and apophysitis (P=0.04) in immature players.

There were no SD for category, position and maturity status respect to injury incidence, but adult players have more ankle and muscle injuries, the back and centre back have more knee and cartilage problems, and “*apophysitis*” in immature players.

Key words: *handball, injury incidence, injury pattern, position, maturity status*

Introduction (3481 words)

Modern handball is a high-intensity sport with large physical demands and frequent contact between players; factors that may increase the risk of injury. (*Junge et al 2006; Junge et al 2009*) However, there are some methodological issues in the handball injury literature that make it difficult to compare results, like heterogeneity in study design, injury definitions and registration methods used, exposure recording, the observation period, level of competition and age. Nevertheless, the incidence of “time-loss” injuries in male handball is estimated between 4.1 to 12.4 injuries per 1000 h, and between 3 to 10 times higher during games than when training (*Yde et al 1990; Seil et al 1998, Olsen et al 2006; Moller et al 2012; Mónaco et al 2014; Mónaco et al 2015*).

Regarding injury pattern, the most frequent location is ankle, knee and thigh and the most common type of injury is sprain and non-contact muscle injury in all categories. (*Olsen et al 2006, Moller et al 2012, Karanfilci et al 2013; Mónaco et al 2014*)

Several researchers have examined whether age (or age category) is correlated with injury incidence in team handball, and results are inconsistent. In the latest studies, it seems that there is no difference between senior and youth players. (*Olsen et al 2006; Moller et al 2012; Karanfilci et al 2013; Mónaco et al 2014*).

Other factors related to injury incidence are gender, anthropometric variables, playing position and experience, but results are still controversial (*Nielsen et al 1988; Wedderkopp et al 1999; Seil et al 1998; Wedderkopp et al 2003, Tsigilis et al 2005; Langevoort et al 2007; Moller et al 2012; Karanfilci et al 2013*).

The role of maturity in sports injuries is contradictory. Some authors show more risk of injuries in mature players in soccer (*Backous et al 1988; Linder et al 1995*) and recreational sports (*Michaud et al 2001*) and others in immature players in handball (*Mónaco et al 2015*)

The advanced maturation and high anthropometry influence physical performance and playing position. (*Matthys et al 2013, Buchheit et al 2014*) But the role of position as a risk factor of injuries is not clear.

The aim of this study was therefore to estimate the contribution of position (goalkeeper, first or second attack lines), age category (youth or adult) and maturity status on the incidence and pattern of injury in male elite handball players.

Methods

The present study was based on injury data collected as a part of previous study. The local research ethics committee (Consell Català de l'Esport, Barcelona, Generalitat de Catalunya N° 00995/5954/2013) approved the study.

This is a prospective cohort study in male handball players during two consecutive seasons (2011-12 and 2012-13) by the same medical staff. All participants were informed about the study purposes and procedures before providing their written informed consent. The total sample consisted of 105 players from a Spanish club that competes at the highest level in national league. Two of the 105 players (that competed during both periods) were excluded just for the second season as they didn't complete the season (unrelated to injury or illness); one was expelled for a disciplinary problem, the other transferred to another team.

Fifty-nine of them took part in both seasons, 24 players only in the first season and 22 just during the second season, corresponding to a total sample of 164 player-seasons observed during a period study. These players-seasons are distributed according to age in: 31 adults (>18 yrs) and 133 youth academy players from different age categories (U14: n=41; U15: n=35; U16: n=29 and U18: n=28). First team adult players were excluded, as they have a more intensive competition program, with two matches per week. The adult players were recruited from the second team, which competes only once a week in the

same way as the junior teams, yet their training model is practically at the same level as the first team.

We examined all players at the beginning of each season using the periodic health examination protocol, consisting of history and physical examination, anthropometry, spirometry, basal 12-lead ECG, submaximal cardiovascular exercise testing (with ECG and blood pressure monitoring), and cardiac echocardiography.

Anthropometric measures and maturity status

Anthropometric measures were taken by the same experienced anthropometrist. Height was measured by stadiometer (± 0.1 mm; Harpenden, Crosswell, United Kingdom) and weight by a balance scale (± 0.1 Kg; Tanita WB 3000plus, Tokyo, Japan). The body mass index (BMI) was calculated as body mass (in kg) divided by the height (in m) squared (kg/m^2).

Biological maturity was determined only in youth players by sexual maturational status (testicular volume and Tanner stage) based on an annual examination by a pediatrics and sports medicine specialist. The testicular volume was measured using an orchidometer (Holtain, Prader, Crymych, United Kingdom) and Tanner stage (measure by genitalia and pubertal hair) as defined by Tanner et al (1966).

We classified players as immature ($4\text{--}14\text{ cm}^3$) or mature ($\geq 15\text{ cm}^3$) based on testicular volume. (Tanner et al 1966; Slora et al 2009)

Tanner staging was only used as complementary data to describe each group. The genitalia stages are as follows: stage 1, same as early childhood; stage 2, enlargement of the scrotum and testes and change in texture of the scrotal skin; stage 3, growth of the penis (length and width) and growth of the testes and scrotum; stage 4, further enlargement and development of gland; and stage 5, adult size and shape of genitalia. The pubic hair stages for boys are as follows: stage 1, no pubic hair; stage 2, sparse growth of hair at the base of the penis; stage 3, darker and coarser hair; stage 4, adult type hair but

no spread to the medial surface of the thighs yet; and stage 5, adult's genitalia in size and shape. (*Tanner et al 1966*)

Injury data collection and injury incidence

We followed the consensus on definitions and data collection procedures in studies of football injuries outlined by UEFA. (*Hägglund et al 2005*) We defined an injury as any injury occurring during a training session or match, and causing an absence for at least the next training session or match (time-loss injury). For injury type, we coded injuries according to the Orchard Sports Injury Classification System (OSICS-10 codification). This classification is structured hierarchically with four characters assigned to each injury. The first (leftmost) character relates to the anatomical location; the second character to the specific injured tissue or the pathology or broaden the diagnosis. The third and fourth characters complete the specific diagnosis. (*Rae et al 2007; Til et al 2008*).

The coaches of each team recorded individual player exposure during training and matches.

The medical team was composed by two sport physicians with experience in handball, who were responsible for the health care of all players in their teams on a day-to-day basis. Complementary imaging studies or specific rehabilitation treatment required was provided at the Club Medical Department. The physicians were responsible for diagnosis, rehabilitation and return to play for each injury, and for recording and coding each injury in the club electronic medical record (Gem_version 1.2, FCB, Spain).

Calculations and statistical analysis

We calculated injury incidence as the number of injuries per 1000 player h ($\Sigma \text{injuries} / \Sigma \text{exposure h} \times 1000$). Injury patterns were compared between subgroups based on the

number of injuries per player and season (IPS). Players were grouped according to their playing position, as follows: goalkeepers (n=27), first line players (backs and center backs, n=67) and second line players (wing and pivot players, n=70).

Injury incidence was compared between age category (adults (≥ 18 years) vs youth (12-18 yrs)), position and maturity status (mature versus immature) and evaluated using ANOVA and MANOVA tests. Age was included in the analyses to adjust for its potential role as confounding factor. ANOVA was used to evaluate the relationship between injury incidence (total, training or match) and age category, position and maturity. MANOVA was used to evaluate the relationship between injury incidence training and matches, both together, and age category, position and maturity, and their interaction. Similarly, ANOVA was used to evaluate the relationship between selected injuries (expressed as injuries per season, IPS) and age category, position and maturity. For single comparisons Student-Fisher t-test were used. We used SPSS (v. 13.0) to run the statistical analyses and interpreted P-values of <0.05 as statistically significant.

Results

Player characteristics

Player age, weight, height and BMI in the total sample are grouped by position and age-category and summarized in **table 1**.

Injuries, exposure and injury incidence

The number of injuries, exposure and injury incidence is presented grouped by position and age-category in **table 2**.

In total, there were 190 injuries (142 in youth and 48 in adults), and 34221 h of exposure (31338 h of training and 2883 h of match play). The injury incidence across all teams was 6.1 per 1000h (CI 5.0-7.1). Of the 190 injuries recorded, 98 (52%) occurred during matches, 63 (33%) during training and in 29 (15%) cases the injury was caused by sports participation, but the player could not specify if it occurred during training or match or both. The injury incidence during matches was higher than during training (16.2 per 1000 h (CI 11.3-21.1) vs 3.5 per 1000 h (CI 2.7-4.4) (paired t-test, $P<0.001$). On average, a player sustained 1.2 (CI 1.0-1.3) injuries per season (15 injuries per team), 0.6 (CI 0.5-0.7) during training and 0.4 (CI 0.3-0.5) injuries per season in match (paired t-test, $P=0.036$).

We detected no difference in total ($P=0.29$) injury incidence, or in match ($P=0.13$) or training ($P=0.33$) injury incidence, across player positions or age categories (youth vs adults) in total injuries ($P=0.69$), match ($P=0.25$) or training ($P=0.50$) (ANOVA).

Injury incidence by maturity state and position among youth players

The relationship between maturity status and injury risk among youth players is detailed in **Table 3**.

We recorded 142 injuries in the youth cohort, resulting in a total incidence of 6.0 (CI 4.8-7.2) injuries per 1000 h ($P=0.69$ vs adult players, t-test). No differences were found in injury incidence per 1000 h in relation to maturity status ($P=0.76$) or player position ($P=0.36$).

Location and type of injuries

The distribution of location and type of injury are shown in **table 4 and 5**.

The ankle, followed by the knee and thigh were the most common injury locations. Ligament/joint sprains and muscle strains were the most common injury types.

The single most common injury subtype was ankle sprains, representing 18% (n= 34) of all injuries, followed by adductor injury (n=11, 6%) and posterior thigh strains (hamstrings, n=8,4%).

With respect to playing position, the second line players had a greater risk of knee (0.31 IPS, CI 0.15-0.48) and cartilage injuries (0.11 IPS, CI 0.04-0.19, $P<0.05$, ANOVA).

Ankle, thigh and muscle injuries were more frequent in adults (**table 4 and 5**).

Pattern injuries in Academy Handball Players

Regarding maturity status in youth players, significant differences were found for apophysitis exposed in **table 4 and 5**. The rate of this injury in immature players, was higher than for mature. In the same way as in the total sample, the academy players had more knee and cartilage injuries by player position. Therefore, the second line players showed a higher rate of knee (IPS 0.26, CI 0.10-0.43) and cartilage injuries (IPS 0.11, CI 0.02-0.19, $P<0.05$, ANOVA) among youth.

Discussion

In the present study we estimate the contribution of category, playing position and maturity status to the incidence and pattern of injury in handball players. The influence of age was evaluated in a previous study by *Mónaco et al 2014*; this is not the aim of the present manuscript, although we controlled the analyses related to maturity status for age. Results show that injury incidence is similar between different categories, playing positions and maturity status, but there are several significant differences in pattern (type and localization) for these variables. Specifically, we found that: 1) adult players have

more ankle and muscle injuries than youth players, 2) back and centre backs have more knee and cartilage problems, and 3) *apophysitis* injuries in immature players.

Many studies evaluate the injury incidence in handball players, but the results are difficult to compare because of methodological differences; retrospective (Jørgensen 1984; Hoeberigs *et al* 1986; Backx *et al* 1991; Reckling *et al* 2003; de Loës M 1995; Monaco *et al* 2014a), cohort study (Dirx *et al* 1992), prospective (Nielsen *et al* 1988; Yde *et al* 1990; Backx *et al* 1991; Lindblad *et al* 1992; Seil *et al* 1998; Wedderkopp *et al* 2003; Olsen *et al* 2006; Moller *et al* 2012; Monaco *et al* 2014b), different injury definition: “medical attention” (Jørgensen 1984; Hoeberigs *et al* 1986; de Loës M 1995) or “time loss” (Backx *et al* 1991; Reckling *et al* 2003; Monaco *et al* 2014a; Nielsen *et al* 1988; Yde *et al* 1990; Backx *et al* 1991; Lindblad *et al* 1992; Seil *et al* 1998; Wedderkopp *et al* 2003; Olsen *et al* 2006; Moller *et al* 2012; Monaco *et al* 2014b), different age groups or age categories (Nielsen *et al* 1988; Yde *et al* 1990; Reckling *et al* 2003; Olsen *et al* 2006; Monaco *et al* 2015), level of competition (amateur, elite or even not clearly defined) (Jørgensen 1984; Backx *et al* 1991; Reckling *et al* 2003; Olsen *et al* 2006; Langevoort *et al* 2007; Moller *et al* 2012; Monaco *et al* 2014; Monaco *et al* 2015).

Players from the same club, who compete at top level for their category, with similar training criteria between them, were studied by the same medical staff during the research.

Regarding injury incidence our results are in concordance with many previous studies; we did not find significant differences between categories. (Nielsen *et al* 1988; Backx *et al* 1991; Seil *et al* 1998; Wedderkopp *et al* 1999; Moller *et al* 2012) However, there was a slightly higher match injury incidence in adults, probably due to the intensity of competition. (Langevoort *et al* 2007)

The different playing positions require different motor skills and specific performance in handball (Mohamed *et al* 2009; Laffaye *et al* 2012; Ghobadi *et al* 2013; Matthys *et al* 2013). But the relation between playing position and sports injuries has not been studied. Although Jørgensen (1984) mentions more incidences in goalkeepers and defenders, the

definition of injury used does not distinguish between those that cause "time-loss" and other "medical attention" injuries.

Wedderkopp et al (1999 and 2003), describes a link between playing position (in first line players), and a higher total injury incidence in female adolescents, but not in relation to localization. Other authors describe a high prevalence of elbow problems and lower back pain in goalkeepers. (Tyrdal et al 1996; Tunås et al 2014).

In the present study, among male elite players, there are no differences in the total injury incidence according to playing position; however, there were differences in the pattern of injuries.

The lower limb injuries, as documented by several authors (Nielsen et al 1988; Seil et al 1998; Reckling et al 2003; Moller et al 2012; Mónaco et al 2014; Berbert Rosa et al 2014; Bailasha et al 2014), are the most common in handball. In the current study, the most frequent localization was the ankle, knee, thigh and head and all of these, except the knee, were significantly more common in adults in relation to youth players, presumably due to the demands of playing at a professional level. The majority of ankle injuries were joint sprains. Most muscle injuries were non-contact injuries (Mónaco et al 2014), while those affecting the head were due to contact. Other authors have reported head injuries as being the most frequent in handball, to the face, nose, eyes and teeth (Asembo et al 1998; Langevoort et al 2007). Both authors exclusively studied injuries during competition, which in itself results in a higher game intensity and higher risk of contact between players.

Most of the studies in sports injuries and maturity state were in soccer, with controversial results conditioned by methodological issues. (Backous et al 1988; Linder et al 1995, Johnson et al 2009, Arciero 1996, Malina 2010)

Some authors describe more risk injuries during late maturity (Backous et al 1988; Linder et al 1995, Michaud et al 2001) and others in pubertal period during training (Mónaco et al 2015).

However most of them showed the relation of overuse injuries in immature players. (*Brenner et al 2007; Luke et al 2011; Straccolini et al 2013*)

In this way, apophysitis was statistically significant in immature players, but without differences due to playing position. Knee injuries were more frequent in second line players in comparison to other playing positions, regardless of the maturity state in the group under 18 yrs. This shows that the knee is the most frequent injury localization in all age groups. Knee injuries may give way to long term complications in handball players, such as osteoarthritis, linked to previous ACL injuries. (*Myklebust G et al 2003; Wolf et al 2005*). Other authors record shoulder, hand and finger injuries as the most frequent. (*Jørgensen 1984; Nielsen et al 1988; Dirx et al 1992; Seil et al 1998; Olsen et al 2006; Langevoort et al 2007*) Even though the above-mentioned injuries are among the eight most frequent injuries in our study, we detected no differences due to playing position, category, or maturity state, most probably due to the preventive work routinely done in all categories.

The most frequent injury type in handball players is ligament sprains and muscle strains. (*Mónaco et al 2015*) In our study group, as in similar studies, we found more muscle injuries in seniors and more ligament injuries in youth players. (*Mónaco et al 2014*) In the present study the highest total values were for ligament sprains and muscles injuries with respect to other injuries but with no statistical differences between adults vs youth vs playing position, except the fact that muscle injuries were more common in adults than in youth players. The knee and articular cartilage injuries were more frequent in second line players. Although these players are those who have lower anthropometrics measures (*Matthys et al 2013*), they experience more falls during the game, in the case of wings, or more articular torsion in the case of pivots, movements which affect the articular cartilage and the number of injuries.

Strengths

Even though some studies related to handball injuries include a higher number of injuries and individual participants, most of them were registered by questionnaire, and limited information about each injury was recorded. The present study, in contrast, tracks players in a longitudinal and personalized manner, collecting data on their injuries during two consecutive seasons. The registry system and injury coding were done using the UEFA model and OSICS classification used by the club for over 8 years. In addition, the registration and follow-up of injuries was carried out by medical experts in handball until fully recovered. The biological evaluation was done by one of the participating doctors, a pediatrician. The study was limited to male players to avoid variability due to gender. The selected institution was chosen for the study as it includes top-class players of all categories. In the second year of the study, the participants in all age categories were national champions. The sample selected limited the number of participants, for that reason we used the regular technical classification by position (three groups) and not the 4-5 traditional specific positions.

Limitations

A limitation related to the sport in question, handball, is that mature players (in morphology) are favoured more than others in different categories as a natural selection in the sport. For this reason, the results exposed below cannot be transferred to general population.

As the training model in the club takes into account both a primary and secondary injury prevention program and a personalization of each individual's training, this could also influence the statistical significance of results in relation to exposure hours. As the injury incidence per 1000h takes into account the volume but not the intensity of exposure, the category has a special relevance as a risk factor in our study for this reason.

To classify maturity we used testicular size and Tanner criteria but not bone age as done in previous studies. This choice of classification allowed us to obtain both easy and economical information to use for clinical practice, which in turn makes it easier to reproduce the results obtained for future studies.

Conclusions

There are no significant statistical differences either between categories (youth vs adult) or maturity state (immature/mature) regarding injury incidence per 1000h in both matches and training.

Adults suffer more ankle, muscle and head injuries than youth players probably due to the intensity level in the league; and biologically immature players have more apophysitis than the rest of the players.

The playing position is an injury risk factor for knee and cartilage in second line players. For the future, we need both wider and multicentric studies with more immature and total players, and to focus on the training model, and how the coach makes them train and play.

Acknowledgments

Our thanks to Professor Roald Bahr, MD, PhD for his comments and suggestions.

No external financial support was received for this study.

References

Arciero RA. Adolescent Football Injuries and Sexual Maturity.(edit) Clin J Sport Med 1996;1(6):69.

Asembo JM, Wekesa M. Injury pattern during team handball competition in East Africa. East African Medical Journal 1998;75:113-6.

Backous D, Friedl KE, Smith NJ, Parr TJ, Carpine WD. Soccer injuries and their relation to physical maturity. Am J Dis Child 1988;142:839-42.

Backx FJ, Beijer HJ, Bol E, Erich WB. Injuries in high-risk persons and high-risk sports. A longitudinal study of 1818 school children. Am J Sports Med 1991; 19(2):124-30.

Bailasha NK, Kibera LK, Rintaugu EG, Mwisukha A. Assesment of pattern of sports injuries in selected Ballgames during a season of the Kenyan national leagues. Journal of Health Science 2014;4(2):34-40.

Brenner JS and THE COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS. Overuse injuries, overtraining, and burn out in Child and Adolescent Athletes. Pediatrics 2007;119(6):1242-5.

Berbert Rosa B, Marangoni Asperti A, Partezani Helito C, Kawamura Demange M, Lazzaretti fernanDES T, Hernandez AJ. Epidemiology of sports injuries oncollegiatte athletes at a single center. Acta Ortop Bras 2014;22(6):321-4.

Buchheit M; Mendez-Villanueva A. Effects of age, maturity and body dimensions on match running performance in highly trained under-15 soccer players, Journal of Sports Sciences 2014;32(13):1271-8.

De Loës M. Epidemiology of Sports Injuries in the Swiss Organization “Youth and Sports” 1997-1989. Injuries, Exposure and Risks of Main Diagnoses. *Int. J. Sports med* 1995; 16:134-8.

Dirx M, Bouter LM, de Geus GH. Aetiology of handball injuries: a case-control study. *Br J Sports Med* 1992;26(3):121-4.

Ghobadi H, Rajabi H, Farza B, Bayati M , Jeffreys I. Anthropometry of World-Class Elite Handball Players According to the Playing Position: Reports From Men's Handball World Championship 2013. *Journal of Human Kinetics* 2013;39:213-20.

Hägglund M, Walden 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.

Hoeberigs JH, van Galen ChW, Philipsen H. Pattern of Injury in Handball and Comparison of Injured Versus Noninjured Handball Players. *Int. J. Sports Med* 1986;7: 333-7.

Johnson A, Doherty PJ, Freemont A. Investigation of growth, development, and factors associated with injury in elite schoolboy footballers: prospective study. *BMJ*.2009;338:b490 doi:10.1136/bmj.b490.

Jørgensen U. Epidemiology of injuries in typical Scandinavian team sports. *Br J Sports Med* 1984;18(2):59-63.

Junge A, Langevoort G, Pipe A, Peytavin A, Wong F, Mountjoy M, Beltrami G, Terrell R, Holzgraefe M, Charles, Dvorak J. Injuries in Team Sport Tournaments During the 2004 Olympic Games. *Am J Sports Med* 2006;34(4):565-76.

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.

Karanfilci M, Kabak B, Analysis of sport injuries in training and competition for handball players. *Turkish Journal of Sport and Exercise* 2013;15(3):27-34.

Laffaye G, Debanne T, Choukou MA. Is the ball velocity dependent on expertise? A multi-dimensional study in handball International. *Journal of Performance Analysis in Sport* 2012;12: 629-42.

Langevoort G, Myklebust G, Dvorak J, Junge A. Handball injuries during major international tournaments. *Scand J Med Sci Sports* 2007; 17(4):400-7

Lindblad B, Hoy K, Terkelsen C, Helleland H, Terkelsen C. Handball injuries. An epidemiologic and socioeconomic study. *Am J Sports Med* 1992; 20:441-4

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.

Luke A, Lazaro RM, Bergeron MF, Keyser L, Benjamin H, Brenner J, D'hemecourt P, Grady M, Philpott J, Smith A. Sports-related injuries in youth athletes: Is a overscheduling a risk factor? *Clin J Sport Med* 2011;21(4):307-14

Malina RM.(edit) Maturity status and injury risk in youth soccer players. *Clin J Sport Med* 2010;20(2):132-3.

Matthys SP, Fransen J, Vaeyens R, Lenoir M, Philippaerts R. Differences in biological maturation, anthropometry and physical performance between playing positions in youth team handball. *J Sports Sci* 2013;31(12):1344-52.

Michaud PA, Renaud A, Narring F. Sports activities related to injuries? A survey among 9-19 year olds in Switzerland. *Injury Prevention* 2001;7:41-5.

Mohamed H, Vaeyens R, Matthys S, Multael M, Lefevre J, Lenoir M, Philppaerts R. Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection and identification model in youth handball. *J Sports Sci* 2009;27(3):257-66.

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.

Mónaco M, Gutiérrez JA, Montoro B, Til L, Drobnic F, Nardi Vilardaga 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(181):11-9.

Mónaco M , Gutiérrez JA, Montoro B, Drobnic F, Til L, Ibañez L et al. 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? *Apunts Med Esport* 2015;50(185):5-14.

Myklebust G, Holm I, Mæhlum S, Engebretsen L, Bahr R. Clinical, Functional, and Radiologic Outcome in Team Handball Players 6 to 11 Years after Anterior Cruciate Ligament Injury. A Follow-up Study. *The American Journal of Sports Medicine* 2003;31 (6):981-9.

Nielsen AB, Yde J. An epidemiologic and traumatologic study of injuries in handball. *Int J Sports Med* 1988;9:341-4.

Olsen OE, Myklebust L, Engebretsen R, Bahr R. Injury pattern in youth team handball: a comparison of two prospective registration methods. *Scand J Med Sci Sports* 2006;16:426-32.

Rae K, Orchard J. The Orchard Sports Classification System (OSICS) Version 10. Clin J Sport Med 2007;17:1-4.

Reckling C, Zantop T, Petersen W. Epidemiology of injuries in juvenile handball players. Sportverletz Sportschaden 2003; 17(3):112-7.

Seil R, Rupp S, Tempelhof S, Kohn D. Sports injuries in team handball. A one-year prospective study of sixteen men's senior teams of a superior nonprofessional level. Am J Sports Med 1998; 26(5):681-7.

Slora EJ, Bocian AB, Herman-Giddens ME, Harris DL, Pedlow SE, Dowshen SA, Wasserman RC. Assessing inter-rater reliability (IRR) of Tanner staging and orchidometer use with boys: a study from PROS. J Pediatr Endocrinol Metab 2009;22(4):291-9.

Stracciolini A, Casciano R, Levey Friedman H, Meehan III WP, Micheli LJ. Pediatric Sports Injuries: An Age Comparison of Children versus Adolescents. Am J Sports Med 2013;41(8):1922-9.

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.

Til L, Orchard J, Rae K. El sistema de clasificación y codificación OSICS-10 traducido del inglés. (Editorial) Apunts Med de l'Esport 2008;159:109-12.

Tsigilis N, Hatzimanouil D. Injuries in handball: Examination of the risk factors. Eur J Sport Sci 2005;5(3):137-42.

Tunås P, Nilstad A, Myklebust G. Low back pain in female elite football and handball players compared with an active control group. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014. DOI 10.1007/s00167-014-3069-3.

Tyrdal S, Bahr R. High prevalence of elbow problems among goalkeepers in European team handball - 'handball goalie's elbow'. *Scand J Med Sci Sports* 1996; 6: 297-302.

Wedderkopp N, Kaltoft M, Lundgaard B, Rosendahl M, Froberg K. Prevention of injuries in Young female players in European team handball. *Scand J Med Sci Sports* 1999;9:41-47.

Wedderkopp N, Kaltoft M, Holm R, Froberg K. Comparison of two intervention programmes in young female players in European handball-with and without ankle disc. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13: 371-5.

Wolf BR, Amendola A. Impact of Osteoarthritis on Sports Careers. *Clin Sports Med* 2005;24:187– 98.

Yde J, Nielsen AB. Sports injuries in adolescents ball games: soccer, handball and basketball. *Br J Sport Med* 1990; 24(1):51-4.

Tablas del tercer artículo

Tabla 1

	Goalkeeper			1st Line			2nd Line			Total		
	Youth	Adults	Total	Youth	Adults	Total	Youth	Adults	Total	Youth	Adults	Total
N° of player seasons	23	4	27	53	14	67	57	13	70	133	31	164
Age, yrs	14.3	21.0	15.3	14.3	21.0	15.7	14.5	19.6	15.4	14.4	20.4	15.5
	(1.5)	(3.2)	(3.0)	(1.4)	(3.3)	(3.3)	(1.3)	(1.9)	(2.5)	(1.4)	(2.7)	(2.9)
Weight, kg	73.4	87.4	75.5	69.6	84.5	72.7	68.7	85.2	71.8	69.9	85.2	72.8
	(14.5)	(9.7)	(14.6)	(12.3)	(9.2)	(13.2)	(13.8)	(8.9)	(14.5)	(13.4)	(8.9)	(14.0)
Height, cm	177.5	191.4	179.6	178.0	188.6	180.2	177.2	184.1	178.5	177.6	187.1	179.4
	(6.7)	(9.5)	(8.6)	(8.3)	(9.9)	(9.6)	(7.3)	(6.1)	(7.0)	(7.6)	(8.6)	(8.6)
BMI	23.2	23.8	23.3	21.9	23.7	22.2	21.7	25.0	22.3	22.0	24.3	22.4
	(3.8)	(0.7)	(3.5)	(2.7)	(1.8)	(2.6)	(3.0)	(1.5)	(3.1)	(3.1)	(1.6)	(3.0)

Table 1. General description of study participants. Data are presented as mean (SD).

Tabla 2

	Goalkeeper			1st Line			2nd Line			Total		
	Youth	Adults	Total	Youth	Adults	Total	Youth	Adults	Total	Youth	Adults	Total
Nº of injuries	17	6	23	63	21	84	62	21	83	142	48	190
Exposure (h)												
Total	4431	981	5412	1489	3173	15146	11443	3703	13663	26363	7857	34221
Training	4070	901	4972	9572	2938	13855	10425	3430	12510	24068	7270	31338
Match	360	79	440	917	235	1290	1017	272	1152	2295	587	2883
Incidence (injuries per 1000 h)												
Total	4.0	6.0	4.3	6.7	6.9	6.7	6.1	6.3	6.1	6.0	6.5	6.1
	(2.0-6.0)	(0.0-17.8)	(2.3-6.3)	(4.9-8.8)	(4.1-9.7)	(5.0-8.5)	(4.2-8.0)	(2.2-10.3)	(4.5-7.8)	(4.8-7.2)	(4.4-8.7)	(4.8-7.2)
Training	2.9	2.3	2.8	4.4	3.2	4.3	3.3	2.3	3.1	3.7	3.0	3.5
	(1.2-4.6)	(0.0-6.8)	(1.3-4.3)	(2.5-6.3)	(1.2-6.3)	(2.7-5.8)	(2.1-4.5)	(0.0-5.5)	(2.0-4.2)	(2.7-4.6)	(1.3-4.6)	(2.7-4.6)
Match	6.1	17.9	7.9	13.1	17.8	14.1	20.0	28.2	21.6	14.9	22.2	16.2
	(0.0-4.9)	(0.0-75.0)	(0.0-6.9)	(4.6-21.6)	(0.0-38.6)	(6.3-21.8)	(11.3-28.8)	(4.5-51.9)	(13.4-30.0)	(9.6-20.1)	(8.8-35.6)	(11.3-21.2)

Table 2. Number of injuries, hours of exposure and injury incidence by player position and age-categories. Data are presented as mean (95% CI)

Tabla 3

	Goalkeeper			1st Line			2nd Line			Academy Total		
	Immature	Mature	Total	Immature	Mature	Total	Immature	Mature	Total	Immature	Mature	Total
Nº of player-seasons	6	17	23	14	39	53	12	45	57	32	101	133
Age, years	13.3 (1)	14.6 (1.5)	14.3 (1.5)	13.6 (1.3)	14.5 (1.3)	14.3 (1.4)	13.8 (1.2)	14.7 (1.3)	14.5 (1.3)	13.6 (1.3)	14.6 (1.3)	14.4 (1.4)
Genital Tanner stage	3	4.8	4.3	3.3	4.7	4.3	3.8	4.8	4.6	3.4	4.8	4.5
	(1.3)	(0.4)	(1.1)	(0.8)	(0.5)	(0.9)	(0.8)	(0.4)	(0.6)	(0.9)	(0.4)	(0.8)
Nº of injuries	5	12	17	24	39	63	10	52	62	39	103	142
Incidence (injuries per1000 h)												
Total	4.8	3.5	4.0	7.3	6.2	6.7	4.7	6.7	6.1	5.9	6.0	6.0
	(0.0-9.5)	(1.5-5.5)	(2.0-6.0)	(3.6-11.0)	(3.7-8.7)	(4.6-8.2)	(2.1-7.2)	(4.2-9.2)	(4.2-8.0)	(3.9-8.0)	(4.5-7.5)	(4.8-7.2)
Training	4.4	1.9	2.9	4.0	4.8	4.4	2.9	3.6	3.3	3.6	3.7	3.7
	(0.4-8.4)	(0.4-3.5)	(1.2-4.6)	(1.1-6.9)	(2.2-7.4)	(2.5-6.3)	(0.3-5.5)	(2.1-4.9)	(2.1-4.5)	(2.0-5.4)	(2.5-4.8)	(2.7-4.6)
Match	7.4	5.3	6.1	16.4	10.1	13.1	15.3	21.7	20.0	14.7	14.9	14.9
	(0.0-24.5)	(0.0-16.7)	(0.0-14.9)	(5.3-27.5)	(0.0-23.4)	(4.6-21.6)	(2.6-27.9)	(10.5-34.0)	(11.3-28.8)	(7.4-21.5)	(7.7-22.6)	(9.6-20.1)

Table 3 Injury incidence by maturity stage and player position in Academy players. Data are presented as mean SD or 95% CI, as appropriate.

Tabla 4

		Total			ANOVA (P)		Academy (Youth) Total			ANOVA (P)	
		Youth	Adults	Total	Position	Category	Immature	Mature	Total	Position	Maturity
Ankle		0.21	0.45	0.26	NS	0.03	0.24	0.20	0.21	NS	NS
		(0.12-0.30)	(0.24-0.66)	(0.17-0.34)			(0.08-0.38)	(0.09-0.30)	(0.12-0.30)		
Head		0.02	0.13	0.04	NS	0.01	0.00(-)	0.04	0.02	NS	NS
		(0.00-0.05)	(0.00-0.25)	(0.01-0.07)				(0.00-0.08)	(0.00-0.05)		
Apophysitis		0.07	0.00(-)	0.05	NS	NS	0.14	0.02	0.07	NS	0.04
		(0.01-0.12)		(0.01-0.10)			(0.00-0.27)	(0.00-0.06)	(0.01-0.12)		
Knee		0.14	0.29	0.17	0.01	NS	0.10	0.17	0.14	0.01	NS
		(0.07-0.22)	(0.04-0.54)	(0.09-0.25)			(0.01-0.18)	(0.06-0.29)	(0.07-0.22)		
Lumbar		0.13	0.06	0.12	NS	NS	0.12	0.13	0.13	NS	NS
		(0.06-0.19)	(0.00-0.20)	(0.06-0.17)			(0.01-0.22)	(0.05-0.22)	(0.06-0.19)		
Shoulder		0.07	0.03	0.06	NS	NS	0.02	0.10	0.07	NS	NS
		(0.02-0.11)	(0.00-0.10)	(0.02-0.10)			(0.00-0.06)	(0.03-0.17)	(0.02-0.11)		
Thigh		0.14	0.32	0.17	NS	0.05	0.18	0.11	0.14	NS	NS
		(0.06-0.21)	(0.07-0.58)	(0.10-0.25)			(0.02-0.33)	(0.04-0.18)	(0.06-0.21)		
Wrist- Hand		0.15	0.06	0.13	NS	NS	0.16	0.15	0.15	NS	NS
		(0.09-0.21)	(0.00-0.16)	(0.08-0.19)			(0.05-0.26)	(0.07-0.23)	(0.09-0.21)		

Table 4. Injury rate (no. of injuries per player season), with respect to location (OSICS 10) by age category and maturity status (Academy players). NS (No statistical differences). Data are presented as mean (95% CI)

Tabla 5

	Total			ANOVA (P)		Academy (Youth) Total			ANOVA (P)	
	Youth	Adults	Total	Position	Category	Immature	Mature	Total	Position	Maturity
Ligament Sprain	0.26	0.39	0.29	NS	NS	0.25	0.26	0.26	NS	NS
	(0.16-0.37)	(0.16-0.61)	(0.19-0.38)			(0.06-0.44)	(0.15-0.40)	(0.16-0.37)		
Cartilage Injury	0.06	0.06	0.06	0.05	NS	0.04	0.07	0.06	0.04	NS
	(0.02-0.10)	(0.00-0.16)	(0.02-0.10)			(0.00-0.09)	(0.02-0.13)	(0.02-0.10)		
Synovitis - Bursitis	0.11	0.10	0.10	NS	NS	0.08	0.12	0.11	NS	NS
	(0.04-0.17)	(0.00-0.21)	(0.05-0.16)			(0.00-0.15)	(0.04-0.21)	(0.04-0.17)		
Haematoma	0.11	0.19	0.13	NS	NS	0.14	0.10	0.11	NS	NS
	(0.06-0.17)	(0.02-0.37)	(0.07-0.18)			(0.04-0.23)	(0.03-0.17)	(0.06-0.17)		
Muscular	0.18	0.42	0.23	NS	0.02	0.24	0.15	0.18	NS	NS
	(0.10-0.26)	(0.16-0.68)	(0.15-0.30)			(0.10-0.40)	(0.06-0.21)	(0.10-0.26)		
Tendon	0.08	0.13	0.09	NS	NS	0.02	0.11	0.08	NS	NS
	(0.03-0.12)	(0.00-0.34)	(0.03-0.14)			(0.00-0.06)	(0.04-0.18)	(0.03-0.12)		

Table 5. Injury rate expressed per player season respect to structure (OSICS 10) by age-categories and maturity (Academy players). NS (No statistical differences). Data are presented as mean (95% CI).