



Universitat de Lleida

Entrenamiento con sobrecargas, servicios de acondicionamiento físico e incidencia de lesiones en el hockey patines

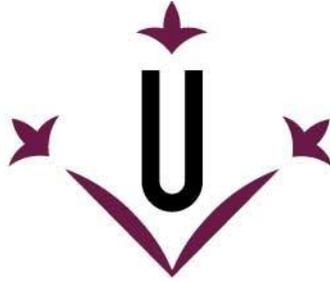
Monica de Vega Casassas

<http://hdl.handle.net/10803/689337>

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



Universitat de Lleida

TESI DOCTORAL

Entrenamiento con sobrecargas, servicios de
acondicionamiento físico e incidencia de lesiones en
el hockey patines.

Monica de Vega Casassas

Memòria presentada per optar al grau de Doctor
per la Universitat de Lleida

Programa de Doctorat en Educació,
Societat i Qualitat de Vida

Directores:

Joaquín Reverter Masia
Alejandro Legaz Arrese
Vicenç Hernández Gonzalez

Agraïments

A la vida se't presenten oportunitats que les has d'aferrar en el camí. És aquí quan va començar tot, un octubre del 2001 entrant amb una camisa florejada, un perfum d'infusió d'iris i moussel, corrent després d'una classe de massatges feta als alumnes a l'INEFC. Tot just , entre tons grisos de l'aula, m'assec discretament esperant la ponència magistral del professor. Al darrera meu, un xiuxiueig intel·lectual, coneixements d'aprenentatge i metodologies, i un lèxic si més no, que m'encisava per el què governava. Amb el meu caràcter de tímida simpàtica i creativa, vaig trencar l'estigma seriós de rigurositats acadèmiques, amb la meva sintonia de l'AMOR, HUMOR però sobretot COMPROMÍS, AMIGA DELS AMICS, va fer que comencés aquesta nova etapa.

Els agraïments en primer lloc vull fer-li al meu estimat amic, Pino, Dr. i Catedràtic, Sr. Joaquim Reverter i Masia, per la seva paciència compartida i els nostres trajectes de vida que han pujat a l'estació de FAMÍLIA i així segueix, gràcies per deixar-me fer de germana gran i d'ensenyar-me que les coses s'han de fer i acabar i que lo acadèmic és així, la resta ja hi poso tips de colors, perfums i formes.

Al codirector de Tesi, Dr. Vicenç Hernández, per donar-me l'oportunitat de ser PLÀSTICA a la vida i poder-la compartir amb ell, les coses juntes i adaptades funcionen i així és , soc i seré, per el què és necessari ens tenim i m'ha acompanyat en el procés d'aquesta elaboració.

Al tercer codirector que dels deu anys compartits a la Universitat de Saragossa, entre aules i cafeteria, al Sr. Dr. Alejandro Legaz Arrese , amb les seves tertúlies inacabables , de coneixement científic exponencial i coneixement de la virtut acadèmica i d'investigació, ha cobert la part de necessitat d'acompanyament en el coneixement de la Tesi.

Agrair al Gabi, per començar l'aventura doctoranda i seguir en les vinculacions SERENDIPITY de la vida, on sempre m'ha corregit en les perfeccions acadèmiques, presentacions PWP de la nostra època i compartir experiències professionals i personals, participant en els millors campionats del món Natació, Handbol,.. ensenyar-me el coneixement del rendiment esportiu d'elit i aprendre a trencar els estigmes de zona NO CONFORT, per a millorar-les conjuntament.

I a part de totes les persones que han fet possible que aquest treball s'efectués, no menys important, sinó que son ELS MILLORS, AGRAÏR a la meva FAMÍLIA, començant per el PARE JAUME, gràcies per donar-me l'aprenentatge de l'esport i la disciplina i que a la vida es tria el millor i ETS EL CAMPIÓ DEL MÓN D'AQUESTA FAMÍLIA. A la MARE LINA, per la teva perseverança, el teu incondicional acompanyament en TOT ELS

SENTITS, i sobretot per l'apropament al GLAMOUR INNAT que irradia i l'aprenentatge de la docència, la vocació i la passió per el compartir coneixements, actituds i valors, ets un AMOR. A L'ESTHER la millor germana del món, sense tu això no hagués estat possible, ets la perfecte simbiosis del ZAPE i el ZUPI i amb tu a la fi del món, gràcies per ser-hi germaneta. Al DAVID, per el teu amor incondicional que sempre hi ets i m'acompanyes al llarg camí de la vida. Al Carles el germà que sempre respon les 24H NON STOP. I al MAX, per ser en tot moment EL MOTOR de la meua vida, en diferents etapes m'has fet reaccionar del no res a l'excel·lència i treure'm l'energia per la VIDA T'estimo fill meu. A les meves NENES la CLÀUDIA i la JÚLIA, per donar-me l'AMOR de les filles a la tieta Moni. I a la IAIA TERESA, per ensenyar-me la vida des d'una altre perspectiva, LA VERTICAL ens unirà sempre.

Gràcies a totes i a tots per fer possible que opti a Doctora i es compleixi un somni en realitat. La vida és més senzilla del que ens pensem i amb AMOR i HUMOR segur que la disfrutem més.

RESUM

Aquesta tesi doctoral té com a objectiu analitzar la preparació física i la incidència de lesions en el hoquei sobre patins a les dues lligues de màxima categoria d'Espanya. Per això, es va aplicar un qüestionari mitjançant entrevista personal a cadascun dels preparadors físics dels equips espanyols estudiats, obtenint un nivell de resposta superior al 90%. Els resultats indiquen que la majoria dels preparadors físics de la segona categoria analitzats presentaven una formació insuficient, ja que només un 40% eren llicenciats o graduats en CAFE. A més, només un 10% del total de preparadors físics consultaven revistes científiques (JCR).

En ambdues lligues, un percentatge relativament elevat de preparadors físics van manifestar que el temps dedicat al condicionament físic era insuficient, sent del 33.3% a la lliga de màxima categoria i del 56.3% a la lliga de segona màxima categoria. Així mateix, les deficiències principals estaven associades a l'equipament per a l'entrenament de força, a les infraestructures d'entrenament i a l'equipament d'avaluació.

Els programes de condicionament desenvolupats als equips d'hoquei sobre patins no segueixen algunes de les directrius importants establertes per la comunitat científica, especialment als equips de menor categoria. A més, la valoració i el control de l'entrenament resultaven deficientes a la majoria dels equips, en no tenir dades vàlides per conèixer l'estat de forma dels jugadors era impossible que poguessin reorientar l'entrenament de manera satisfactòria.

Pel que fa a les lesions, la mitjana de lesions per equip va ser de 1.8 lesions per temporada als equips de categoria autonòmica i de 2.0 als equips de màxima categoria. Les lesions més freqüents van ser de tipus muscular, suposant el 25% del total de lesions registrades. El mecanisme de lesió més freqüent va ser el traumàtic i va ser la causa d'aproximadament dos terços del total de les lesions reportades. El 73,9% de les lesions es va produir durant la competició.

En base a aquests resultats, se suggereix millorar les condicions laborals dels preparadors físics, així com els entorns d'entrenament i els programes de condicionament, per tal de millorar el rendiment dels jugadors i evitar en la mesura del possible lesions. A més, s'emfatitza la importància que els professionals involucrats en la preparació esportiva tinguin un alt nivell de competència científica i pràctica, així com infraestructures que garanteixin l'aplicació correcta dels programes de condicionament físic.

RESUMEN

La presente tesis doctoral tiene como objetivo analizar la preparación física y la incidencia de lesiones en hockey sobre patines en las dos ligas de máxima categoría de España. Para ello, se aplicó un cuestionario mediante entrevista personal a cada uno de los preparadores físicos de los equipos españoles estudiados, obteniendo una tasa de respuesta superior al 90%. Los resultados indican que la mayoría de los preparadores de la segunda categoría analizados presentaban una formación insuficiente, ya que solo un 40% eran licenciados o graduados en CAFD. Además, solo un 10% del total de preparadores físicos consultaba revistas científicas (JCR).

En ambas ligas, un porcentaje relativamente elevado de preparadores físicos manifestaron que el tiempo dedicado al acondicionamiento físico era insuficiente, siendo del 33.3% en la liga de máxima categoría y del 56.3% en la liga de segunda máxima categoría. Asimismo, las principales deficiencias estaban asociadas al equipamiento para el entrenamiento de fuerza, a las infraestructuras de entrenamiento y al equipamiento de evaluación.

Los programas de acondicionamiento desarrollados en los equipos de hockey sobre patines no siguen algunas de las directrices importantes establecidas por la comunidad científica, especialmente en los equipos de menor categoría. Además, la valoración y el control del entrenamiento resultaban deficientes en la mayoría de los equipos, al carecer de datos válidos para conocer el estado de forma de los jugadores era imposible que pudiesen reorientar el entrenamiento de manera satisfactoria.

En cuanto a las lesiones, la media de lesiones por equipo fue de 1.8 lesiones por temporada en los equipos de categoría autonómica y de 2.0 en los equipos de máxima categoría. Las lesiones más frecuentes fueron de tipo muscular, suponiendo el 25% del total de lesiones registradas. El mecanismo lesional más frecuente fue el traumático, siendo la causa de aproximadamente dos tercios del total de las lesiones reportadas. El 73.9% de las lesiones se produjo durante la competición.

En base a estos resultados, se sugiere mejorar las condiciones laborales de los preparadores físicos, así como los entornos de entrenamiento y los programas de acondicionamiento, con el fin de mejorar el rendimiento de los jugadores y evitar en lo posible lesiones. Además, se enfatiza la importancia de que los profesionales involucrados en la preparación deportiva tengan un alto nivel de competencia científica y práctica, así como infraestructuras que garanticen la aplicación correcta de los programas de acondicionamiento físico.

ABSTRACT

The objective of this doctoral thesis is to analyze the resistance training and the incidence of injuries in roller hockey in the two highest category leagues in Spain. For this, a questionnaire was applied through a personal interview to each of the physical conditioning preparation of the Spanish teams studied, obtaining a response rate of more than 90%. The results indicate that most of the trainers in the second category analyzed had insufficient training, since only 40% were graduates or CAFD graduates. In addition, only 10% of all physical trainers consulted scientific journals (JCR).

In both leagues, a relatively high percentage of physical trainers stated that the time dedicated to physical conditioning was insufficient, being 33.3% in the top-flight league and 56.3% in the second-highest league. Likewise, the main deficiencies were associated with the equipment for strength training, the training infrastructures and the assessment equipment.

Conditioning programs developed for roller hockey teams do not follow some of the important guidelines established by the scientific community, especially for junior teams. In addition, the evaluation and control of the training were deficient in most of the teams, since they lacked valid data to know the fitness of the players, it was impossible for them to reorient the training satisfactorily.

In terms of injuries, the average number of injuries per team was 1.8 injuries per season in the regional category teams and 2.0 in the highest category teams. The most frequent injuries were muscular, accounting for 25% of the total injuries recorded. The most frequent injury mechanism was traumatic, being the cause of approximately two thirds of the total injuries reported. 73.9% of the injuries occurred during the competition.

Based on these results, it is suggested to improve the working conditions of physical trainers, as well as training environments and conditioning programs, in order to improve player performance and avoid injuries as much as possible. In addition, the importance of professionals involved in sports preparation having a high level of scientific and practical competence is emphasized, as well as infrastructures that guarantee the correct application of physical conditioning programs.

TABLA DE CONTENIDOS

PARTE I – INTRODUCCION	14
Introducción	15
Objetivos	36
PARTE II - MATERIAL Y MÉTODOS	37
Comité de ética	38
Participantes	38
Instrumentos de medida	39
Recopilación de datos	48
Análisis estadístico	50
PARTE III – RESULTADOS	52
Estudio 1 - La importancia de un equipo multidisciplinario y de los servicios de acondicionamiento en los equipos de elite de hockey sobre patines.	53
Estudio 2 - Prácticas del entrenamiento con sobrecargas en los equipos españoles de elite de hockey sobre patines.	57
Estudio 3 - El uso de tecnología asociada al control del entrenamiento de fuerza en clubes de elite de hockey sobre patines.	63
Estudio 4 - Incidencia de lesiones en el hockey sobre patines durante dos temporadas: estudio comparativo.	66
PARTE IV – DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES	69
Discusión General	70
Limitaciones y fortalezas	86
Conclusiones finales	88
Referencias	90

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y FINANCIACIÓN

- The consolidated research group is Human Movement Generalitat de Catalunya, 021 SGR 01619

LISTA DE FIGURAS

- | | |
|----------|---|
| Figure 1 | Frecuencia relativa de los desplazamientos del jugador de hockey según la intensidad y la duración. |
| Figure 2 | Diseño del estudio |
| Figure 3 | Clasificación de las lesiones según el tiempo fuera de la competición. |

LISTA DE TABLAS

Table 1	Factores de rendimiento condicionales del hockey sobre patines.
Table 2	Tasa de respuesta de los preparadores de acondicionamiento físico.
Table 3	Tasa de respuesta de los jugadores en el control de lesiones
Table 4	Cuestionario sobre el perfil del preparador físico y su entorno de entrenamiento.
Table 5	Cuestionario sobre el entrenamiento con sobrecargas.
Table 6	Cuestionario sobre la valoración de la fuerza explosiva.
Table 7	Cuestionario sobre lesiones en hockey sobre patines.
Table 8	Resumen de los métodos utilizados en la presente Tesis Doctoral
Table 9	Porcentaje de equipos con profesionales en sus plantillas.
Table 10	Deficiencias en el contexto de trabajo.
Table 11	Extensores de las extremidades superiores: ejercicios de pecho, hombros y tríceps.
Table 12	Ejercicios de la musculatura flexora de las extremidades superiores: dorsal y bíceps.
Table 13	Ejercicios de antebrazo y mano
Table 14	Extremidades inferiores: ejercicios de cadera, muslo y gemelos.
Table 15	Ejercicios más utilizados para cada categoría.
Table 16	Intensidades relativas de carga en función de la categoría.
Table 17	Porcentaje de los equipos que utilizan el encoder y la plataforma de contacto.
Table 18a	Combinación entre la velocidad de ejecución y el fallo muscular para cada intervalo de intensidad de carga

Table 18b	Combinación entre la velocidad de ejecución y el fallo muscular para cada intervalo de intensidad de carga
Table 19	Pruebas de altura de salto vertical utilizadas por los entrenadores de acondicionamiento físico.
Table 20	Estadísticos descriptivos (medias y desviación típica).
Table 21	Características en porcentaje de las lesiones por localización.
Table 22	Distribución de las lesiones en función de las variables analizadas.
Table 23	Número de lesiones producidas.

TABLA DE ABREVAICIONES

PCC's (Physical Conditioning Coaches)

RM (Repetición Máxima)

SCI (Sciences Citation Index)

CMJ (Counter Movement Jump)

SJ (Squat Jump)

CMJA (Counter Movement Jump Arm)

BDJ (Bounce Drop Jump)

LCMJ (Loaded Counter Movement Jump)

IMC (Índice de masa corporal)

Fibras tipo IIb (Fibras blancas)

Fibras tipo IIa (Fibras mixtas)

TDF (tasa de desarrollo de la fuerza)

SSC (stretch-shorten cycle)

PARTE I – Introducción

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La importancia del acondicionamiento físico en el hockey sobre patines

El hockey sobre patines es un deporte de equipo internacional que se juega por primera vez en Inglaterra a finales del siglo XIX. Es uno de los deportes más populares en Cataluña (España) y uno de los deportes más exitosos de toda España. España es uno de los países con mayor número de licencias de hockey sobre patines y sus selecciones recogen la mayoría de los trofeos internacionales. El momento más mediático de este deporte fue en 1992 cuando el hockey sobre patines se incluyó en los Juegos Olímpicos de Verano de Barcelona como deporte de demostración (De Pablo et al., 2022). Los jugadores se mueven en el campo con patines de cuatro ruedas especializados, combinando un esfuerzo de alta intensidad mientras manipulan un palo de madera y una pelota de goma (Hoppe et al., 2015). El juego se desarrolla en una pista de 20 m × 40 m con cinco jugadores (un portero) y una pared alrededor del perímetro de la pista (Hoppe et al., 2015).

Independientemente de que el hockey sobre patines sea popular en todo el mundo y se juegue en los cinco continentes, hay una escasa investigación científica publicada (Sousa et al., 2018), con solo una pequeña cantidad publicada en inglés en comparación con otros deportes de equipo que se estudian intensamente y se publican como el fútbol (Sarmiento et al., 2018) o el baloncesto (Clemente et al., 2015).

El hockey sobre patines lo podemos definir como un deporte de equipo caracterizado por esfuerzos intermitentes que se caracterizan por la alternancia de acciones motrices de corta duración ejecutadas a una intensidad elevada con fases de baja intensidad que permiten una recuperación activa y/o pasiva (Dal Monte, 1983; Merino, Baiget & Peña, 2014; Ferraz et al., 2020). A diferencia de los esfuerzos continuos, los esfuerzos intermitentes están asociados a una mayor frecuencia de situaciones de competición de mayor exigencia, que requieren, además, de una mayor intensidad desarrollada durante un tiempo significativamente inferior. Globalmente, esto implica una aplicación intermitente de la fuerza, que ha sido definida por algunos autores con el concepto de resistencia a la fuerza (Legaz-Arrese A, Molina JJ, Gómez MT 2012). Además, los esfuerzos intermitentes se caracterizan por una amplia variedad de acciones motrices, que en la mayoría de las modalidades deportivas se presentan de forma aleatoria y en combinación con una elevada dificultad de los procesos informacionales.

Las demandas metabólicas y cardiovasculares del hockey sobre patines varían en función de la dinámica del juego y las situaciones que se van generando (Blanco, Enseñat & Balaguer, 1993, Yague, 2007; Ferraz, 2020). La variabilidad de situaciones hace necesario que los jugadores desarrollen para optimizar su rendimiento en el partido muchas habilidades específicas del deporte, como la coordinación, la resistencia, la potencia y la velocidad (Yague et al., 2013). Además, la coordinación intramuscular, intermuscular y neuromuscular son determinantes para el patinaje y para el dominio y control de la pelota con el stick (Calò et al., 2009). En general, a pesar de los requisitos específicos del uso del patinaje para moverse en el campo, las exigencias del hockey sobre patines parecen ser similares a las de otros deportes de equipo de elite bajo techo (Burr et al., 2008). En consecuencia, la mejora de los rasgos condicionantes específicos del rendimiento como la fuerza, la potencia, la agilidad, y la velocidad es de particular importancia para el rendimiento deportivo (Hoppe et al., 2015).

Así, diferentes estudios analizaron aspectos relativos al entrenamiento deportivo con jugadores de elite con el objetivo principal de comprender la relación entre la fuerza y las variables clave del rendimiento (Hoppe et al., 2015). También encontramos el estudio de Gonçalves et al., (2020) que estudiaron durante toda la temporada las variaciones de la carga de trabajo y el estado de bienestar entre los jugadores profesionales de hockey sobre patines. Al respecto, debe considerarse que la periodización de la temporada es un proceso complejo considerando principalmente las implicaciones de las diferentes cargas de entrenamiento (Gonçalves et al., 2020).

Tradicionalmente los esfuerzos para mejorar el rendimiento de los deportes de equipo a menudo se centraron en la técnica y la táctica a expensas del acondicionamiento físico (Stolen et al., 2005, Reverter-Masia et al., 2008; Oliveira et al., 2014). Sin embargo, el acondicionamiento físico puede ser efectivo para la mejora de la velocidad en las habilidades específicas de estos deportes (Gorostiaga et al., 1999; Newton et al. 1999; Ingebrigtsen & Ian, 2012). Como consecuencia de la creciente importancia del acondicionamiento físico para obtener un óptimo rendimiento deportivo en los deportes de equipo (Reverter-Masia et al., 2009), no sorprende que muchos artículos han descrito los componentes de algunos programas de acondicionamiento en estos deportes (Gambe, 2006; Cardoso-Marques & González-Badillo, 2006; Cardoso-Marques, González-Badillo & Kluka, 2006; Legaz-Arrese et al., 2007; Johnston et al., 2015; Rivière et al., 2017) o que hayan evaluado científicamente varios de sus aspectos más determinantes (Gorostiaga et al. , 1999; Bangsbo et al., 2006; Reverter-Masia et al., 2008; Schoenfeld et al., 2016).

En los esfuerzos continuos, el análisis fisiológico y mecánico determinando variables como el consumo máximo de oxígeno y la velocidad del umbral anaeróbico no permite una elevada comprensión de los factores que determinan el rendimiento. Este análisis es mucho más complejo en los esfuerzos intermitentes debido, entre otros factores, a la gran variabilidad de acciones motrices, a su duración e intensidad. En consecuencia, además de un análisis fisiológico de la competición, es necesario realizar un análisis de parámetros asociados a la motricidad al objeto de poder comprender las demandas condicionales de este tipo de deportes. El desarrollo de la tecnología ha permitido analizar la competición de todos los deportes caracterizados por esfuerzos intermitentes, incluyendo el hockey sobre patines, determinando así un mayor número de variables, con mayor precisión y rapidez.

En este contexto, los análisis de la competición muestran que los patrones de actividad en el hockey sobre patines son intermitentes por naturaleza, fluctuando periodos breves de máxima o submáxima intensidad con periodos prolongados de intensidad moderada o baja. La figura 1 presenta los porcentajes de cada intensidad de los desplazamientos (baja, media o alta) según los diferentes intervalos de tiempo (1 – 5 seg, 6 – 10 seg, 11 – 15 seg, 16 – 20 seg) (Merino, Baiget & Peña, 2014). Se observa como en periodos de tiempo más elevados (> 15 seg) se reduce significativamente el porcentaje de desplazamientos, y que la mayoría tienen una duración de entre 1 y 10 seg, indistintamente de la intensidad de desplazamiento.

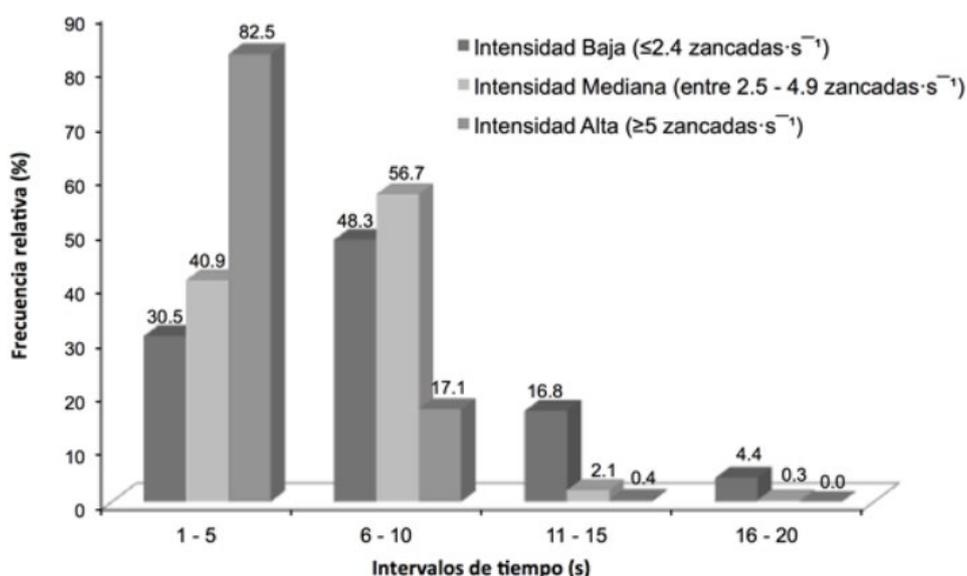


Figura 1. Frecuencia relativa de los desplazamientos del jugador de hockey sobre patines según la intensidad y la duración.

Fuente: Merino, Baiget & Peña, 2014

Este tipo de análisis, como el mostrado en la figura 1, demuestran que el hockey sobre patines se caracteriza porque existen fases de interrupción de la acción de competición. Estas interrupciones permiten una recuperación pasiva del deportista y tienen una duración variable. En determinadas ocasiones hay interrupciones de la acción de competición que se producen siempre en el mismo momento y que tienen una duración fija determinada por el reglamento. También es dependiente de las decisiones del entrenador y del árbitro y de la dinámica de cada uno de los momentos del partido de competición. Estas interrupciones determinan que el tiempo real de trabajo sea significativamente inferior al tiempo total de competición. En definitiva, un partido de hockey sobre patines requiere de un esfuerzo físico real de una duración muy inferior a la establecida por el reglamento. Además, este esfuerzo no se realiza de forma continuada, alternándose con periodos de tiempo de pausa pasiva que permiten un cierto grado de recuperación del deportista. En este contexto, los análisis de la competición del hockey sobre patines también demuestran que la frecuencia, duración y el momento de las interrupciones de la acción de competición es variable durante el desarrollo de la competición. El primer aspecto de interés es que, aunque se evidencia una gran variabilidad en el tiempo de trabajo y en el tiempo de pausa, ambos parámetros son habitualmente de corta duración.

Además de las interrupciones de la acción de competición, el hockey sobre patines se caracteriza por la continua variación en el tipo de movimiento o actividad realizada por el deportista. Esto es similar a lo que se observa en otros deportes de equipo en los que, por ejemplo, de promedio un deportista cambia de tipo de movimiento cada 5.5 seg en hockey sobre hierba (Spencer et al., 2004), cada 4 seg en fútbol (Krustrup et al., 2005) y cada 2 seg en baloncesto (McInnes et al., 1995). El cambio en el tipo de movimiento o de actividad está asociado a un cambio de dirección y de intensidad del esfuerzo. Además, varía la frecuencia y duración de los distintos tipos de movimiento. Habitualmente, caminar y trotar son los movimientos más frecuentes y de mayor duración, mientras que los realizados a una elevada intensidad son menos frecuentes y duraderos (Spencer et al., 2004). Este tipo de análisis de la competición, que determina la intensidad que desarrolla cada deportista, únicamente nos confirma que durante el tiempo de acción de competición existe una gran variabilidad en la intensidad del esfuerzo, que los cambios de intensidad se suceden cada pocos segundos, y que el deportista probablemente debido a la regulación del esfuerzo realiza pocas acciones a intensidad muy elevada.

Además, mediante este análisis motriz se demuestra que en los esfuerzos intermitentes como el hockey sobre patines el promedio que duran las acciones a

máxima intensidad es muy breve, habitualmente inferior a 5 seg, y que el periodo de recuperación, aunque en determinadas situaciones es pasivo, habitualmente debe de ser activo con estímulos a distintas intensidades (parado, caminando, trotando e intensidad submáxima) (Legaz-Arrese A, Molina JJ, Gómez MT 2012). Así, en acciones motrices como golpes y blocajes únicamente es posible manifestar fuerza durante miliseg. La duración del esfuerzo en los desplazamientos realizados a la máxima intensidad en los deportes de equipo también es muy breve, por ejemplo, de promedio inferior a 2.5 seg: 2.3 seg en fútbol (Krustrup et al., 2005), 1.9 seg en fútbol sala (Castagna et al., 2009), 1.8 seg en hockey sobre hierba (Spencer et al., 2004) y 1.7 seg en baloncesto (McInnes 1995).

De interés, a pesar de que, en la mayoría de los esfuerzos intermitentes, como el hockey sobre patines, las acciones de elevada exigencia representan un bajo porcentaje del tiempo total de competición, estas acciones son consideradas relevantes para el rendimiento. Las acciones motrices a máxima intensidad se caracterizan por continuas aceleraciones, desaceleraciones, cambios de dirección, blocajes, golpes, etc. Estas acciones permiten crear situaciones de ventaja en la competición e incluso la consecución de objetivos parciales del rendimiento.

También es relevante considerar que en los esfuerzos intermitentes como el hockey sobre patines el tiempo de recuperación que tiene el deportista entre las acciones de mayor exigencia es insuficiente para mantener la velocidad, frecuencia y precisión de estas acciones relevantes para el rendimiento durante toda la competición. Así, se ha demostrado, en deportes de equipo como el hockey sobre patines, una disminución en los valores de fuerza explosiva del tren inferior al finalizar la competición, como por ejemplo en fútbol (Thorlund et al., 2009, Kellis et al., 2006) y baloncesto (Thorlund et al., 2008). Esto determina que los deportistas en los últimos minutos estén más tiempo parados o caminando y realizando menos veces acciones a la máxima intensidad (Spencer et al., 2004, Bradley et al., 2009). Además, estos deportes se caracterizan por fases de la competición que requieren de un mayor nivel de exigencia donde se suceden repetidamente acciones a elevada o máxima intensidad con periodos de recuperación muy breves.

Resaltamos, en relación a las fases de la mayor exigencia de los deportes de equipo, el estudio de Spencer et al., (2005) en el que trataron de comprender en el laboratorio el metabolismo de este tipo de esfuerzos intermitentes. Concretamente, observaron simulando en bicicleta una fase de elevada exigencia (6 esprines de 4 seg con recuperación activa de 21 seg entre esprines) que 21 seg no son suficientes para

mantener los niveles de potencia, que la potencia disminuye progresivamente durante la realización del protocolo del esfuerzo, que al terminar el protocolo del esfuerzo los niveles de fosfocreatina se encontraban significativamente disminuidos y que la concentración de lactato muscular incrementaba significativamente. Además, los autores observaron que 21 seg de recuperación activa entre esfuerzos de la máxima intensidad son insuficientes para una resíntesis completa de fosfocreatina y para la eliminación de la concentración de lactato muscular.

Con el conocimiento del análisis motriz y metabólico de los esfuerzos intermitentes como el hockey sobre patines podemos establecer los factores condicionales que determinan el rendimiento (tabla 1). Así, podemos resaltar que, aunque la mayor parte del tiempo transcurre con movimientos de baja intensidad, las fases de mayor exigencia son determinantes para el rendimiento. En las acciones motrices de intensidad elevada se requiere de las vías metabólicas que proporcionan una mayor velocidad de resíntesis de ATP, vías anaeróbicas aláctica y láctica. Así, se requiere manifestar la máxima fuerza posible en algunas acciones como las aceleraciones, desaceleraciones, cambios de dirección y golpes. En todas estas situaciones el metabolismo anaeróbico aláctico es predominante, pero, además, como se especifica en varios estudios, se requiere también desde el inicio de la acción motriz de energía derivada del metabolismo anaeróbico láctico. Durante los periodos de pausa activa, asociados a la realización de movimientos de menor intensidad, y durante los periodos de pausa pasiva se evidencia una resíntesis de fosfocreatina y eliminación de lactato muscular. La resíntesis completa de los depósitos de fosfocreatina requiere de un periodo de descanso de 3 a 5 min (Tomlin & Wenger 2001) y la eliminación del lactato muscular de un periodo de tiempo incluso superior. Este intervalo de tiempo únicamente se evidencia en hockey sobre patines en determinados periodos de recuperación pasiva, fundamentalmente asociados a descansos entre las distintas partes en que se divide la competición y a las substituciones de jugadores. Además, en el hockey sobre patines se requiere la ejecución sucesiva de acciones de intensidad elevada con un intervalo de tiempo muy variable e inferior a 3-5 min. Estos datos implican que el deportista debe realizar la siguiente acción de elevada exigencia con una determinada concentración de lactato en el músculo y con menor reserva de fosfocreatina.

En definitiva, la depleción de los depósitos de fosfocreatina debido a las características de las acciones motrices ejecutadas a intensidad elevada y la resíntesis incompleta de la fosfocreatina debido a las características de los periodos de pausa activa y pasiva, determinan que el jugador de hockey sobre patines tiene que afrontar la siguiente acción motriz de elevada exigencia con menor reserva de fosfocreatina. Esto

implica finalmente que los niveles de fosfocreatina sean insuficientes para suplir el requerimiento energético de las sucesivas acciones de intensidad elevada. En este caso, proporcionalmente a la disminución de las reservas de fosfocreatina se incrementa la participación del metabolismo anaeróbico láctico evidenciándose mayor concentración de lactato. Esto determina una disminución en la aplicación de fuerza durante las sucesivas acciones motrices ejecutadas a intensidad elevada y una menor frecuencia de acciones a intensidad elevada, debido a que no se dispone de reservas de la vía metabólica con mayor resíntesis de ATP por unidad de tiempo y debido al incremento progresivo en la concentración del lactato muscular. Probablemente, este nivel de fatiga afecte también a la eficacia motriz e informacional. De forma análoga, una mayor producción de lactato debido a las características de las acciones motrices ejecutadas a intensidad elevada, y/o una menor eliminación de lactato debido a las características de los periodos de pausa activa y pasiva, determinan que el jugador de hockey sobre patines tiene que afrontar la siguiente acción motriz de elevada exigencia con mayor concentración de lactato muscular. Esto implica que progresivamente el deportista tenga que tolerar durante las sucesivas acciones motrices de intensidad elevada niveles superiores de lactato, que finalmente induce a una disminución en la aplicación de fuerza, menor frecuencia de acciones a intensidad elevada y probablemente menor nivel de precisión.

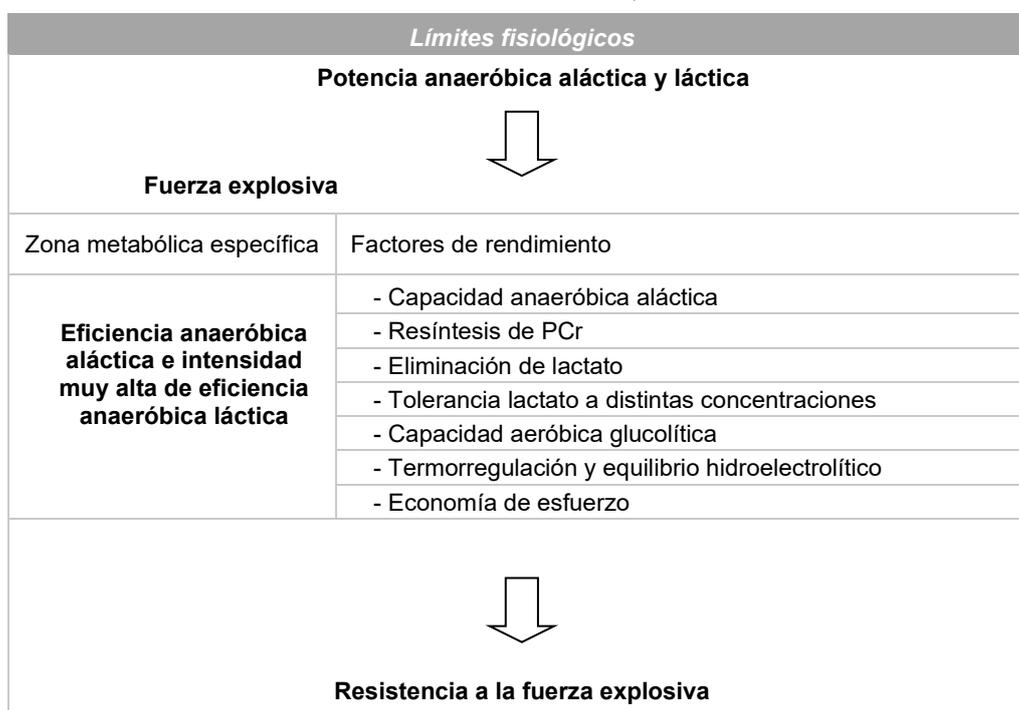
Sobre la base a lo descrito previamente, para los esfuerzos intermitentes como el hockey sobre patines en las acciones ejecutadas a la máxima intensidad, desde la perspectiva metabólica, la potencia anaeróbica aláctica y láctica constituyen los límites fisiológicos de la resistencia de las acciones motrices ejecutadas a la máxima intensidad. El desarrollo de la potencia de ambas vías metabólicas está directamente asociado a una mayor manifestación de fuerza explosiva, y, en consecuencia, a una mayor velocidad de golpes, desplazamientos, etc. Lógicamente, son determinantes del rendimiento de las acciones motrices ejecutadas a la máxima intensidad todos los procesos neuromusculares asociados al desarrollo de la fuerza explosiva: reclutamiento y frecuencia de activación de las fibras rápidas y el aprovechamiento del ciclo estiramiento-acortamiento. En relación a la condición física, probablemente el desarrollo de todos los factores asociados a la manifestación de la fuerza explosiva es la principal vía de optimización del rendimiento en hockey sobre patines. En estos esfuerzos, para una determinada acción motriz, un deportista con mayor nivel de resistencia es capaz de manifestar en las fases de la competición de mayor exigencia de un mayor porcentaje de su máxima aplicación de fuerza. Sin embargo, su rendimiento nunca podrá ser óptimo si su máxima aplicación de fuerza es deficitaria.

De acuerdo con este análisis, el objetivo de trabajo de la resistencia en hockey sobre patines es desarrollar todos los factores asociados a la manifestación de resistencia a la fuerza explosiva. Un descenso en la fuerza explosiva durante la ejecución de las sucesivas acciones de máxima intensidad es asociado a la incapacidad de manifestar la potencia anaeróbica aláctica. Probablemente, simultáneamente o en las acciones motrices siguientes el deportista está incapacitado también para manifestar su potencia anaeróbica láctica. En este caso, un menor descenso de la fuerza explosiva es asociado a los deportistas que son capaces de manifestar su potencia anaeróbica aláctica y láctica durante más tiempo y/o que son capaces de manifestar un mayor porcentaje de resíntesis de ATP respecto a la potencia que disponen de estas vías metabólicas. Este análisis determina que cuando el deportista no es capaz de manifestar su potencia aláctica y láctica durante toda o parte de la ejecución de la acción motriz, el objetivo del entrenamiento de resistencia en estas modalidades deportivas es el desarrollo de la zona de intensidad más elevada de eficiencia anaeróbica aláctica y láctica. Lógicamente, la capacidad anaeróbica aláctica del deportista que engloba la cantidad disponible de fosfocreatina y su grado de depleción durante el esfuerzo es también uno de los principales factores que determinan el rendimiento de resistencia en hockey sobre patines.

La resíntesis de fosfocreatina durante los periodos de menor intensidad y de recuperación pasiva es el factor más determinante de la cantidad de fosfocreatina que realmente va a disponer un deportista para la ejecución de las acciones a la máxima intensidad. Igualmente, los jugadores con una menor capacidad de eliminación de lactato muscular durante las pausas pasivas y activas tendrán que afrontar los sucesivos esfuerzos de intensidad elevada con mayor concentración de lactato, limitando en consecuencia el nivel de aplicación de fuerza y el número de acciones que podrán realizar a una intensidad relativamente elevada. La limitación para realizar acciones a intensidad elevada también será mayor en aquellos deportistas con menor desarrollo de la tolerancia a la acidez inducida por la concentración de lactato muscular.

Este análisis de los factores condicionales que pueden determinar el rendimiento en hockey sobre patines resalta la importancia que puede tener un adecuado trabajo de fuerza explosiva y de resistencia a la fuerza explosiva para el rendimiento global de la competición. El trabajo de ambos factores es complejo y requiere de profesionales con una óptima formación para la planificación y ejecución de la preparación física.

Tabla 1. Factores de rendimiento condicionales del hockey sobre patines (adaptado de Legaz-Arrese A, Molina JJ, Gómez MT).



1.2. Relevancia del entorno del entrenamiento en el hockey sobre patines

El aspecto de máxima coincidencia entre autores y que quizás mejor sintetiza el concepto de entrenamiento deportivo, es la mejora del rendimiento deportivo como proceso de constante perfeccionamiento. Sin embargo, el rendimiento deportivo es algo muy complejo, donde además de un adecuado proceso de entrenamiento influyen una gran cantidad de factores tanto de carácter genético, como relacionados con el entorno vital y del entrenamiento del deportista. Entre los factores asociados a un óptimo entorno de entrenamiento, Sánchez Bañuelos (2003) resalta el apoyo técnico y tecnológico, y las infraestructuras y equipamientos.

Con el objetivo de maximizar el rendimiento deportivo, un deportista dedicado prioritariamente al proceso de entrenamiento deportivo debe disponer de un amplio equipo multidisciplinario de trabajo, formado por profesionales especializados, con adecuada preparación y dedicación. Además, en la medida de lo posible, el presupuesto de un club debe considerar la contratación de los profesionales más cualificados de acuerdo a las necesidades que requiere el proceso de entrenamiento de los deportistas.

En vista de la aceptada importancia actual del acondicionamiento físico en los deportes de equipo, la mayoría de los equipos contratan a preparadores físicos y

mejoran el entorno del entrenamiento para ayudar a preparar a los atletas para un alto rendimiento y prevenir las lesiones (Pullo 1992, Sutherland & Wiley 1997, Reverter-Masia et al., 2009). Diferentes estudios resaltan la importancia del perfil del preparador físico para la aplicación de programas de acondicionamiento basados en credibilidad científica. Sin embargo, esto puede verse comprometido en deportes o clubes con pocos recursos económicos. Por ejemplo, en el estudio de Reverter et al., (2008), todos los equipos de las ligas profesionales de fútbol y baloncesto y de la liga amateur de fútbol sala tenían contratado como responsable de la preparación física a un graduado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte en relación al 54% de los equipos de las ligas amateur de balonmano, voleibol y hockey sobre hierba.

Resulta complicado definir el perfil más adecuado que deberían presentar los profesionales responsables de la preparación física de los deportes de equipo de élite. A pesar de no existir una legislación al respecto, consideramos imprescindible que estos profesionales sean graduados en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Los contenidos impartidos en esta titulación universitaria aseguran un cierto grado de competencia profesional a la hora de diseñar y aplicar con éxito un programa de entrenamiento condicional. Sin embargo, salvando las grandes diferencias entre los planes de estudios que se imparten en los diferentes centros universitarios, resulta evidente que esta titulación ofrece una formación de carácter generalista. Por tanto, consideramos necesaria la realización de estudios de postgrado (máster y/o doctorado) que complementen la formación del grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y aseguren un mayor nivel de conocimiento científico. Así mismo, el certificado federativo de entrenador nacional puede resultar un complemento formativo muy enriquecedor para los preparadores físicos, dado el alto grado de especificidad de los contenidos tratados y el elevado volumen de formación práctica que ofrece.

Los constantes avances que se producen en el ámbito del entrenamiento deportivo, especialmente aquellos derivados de la incorporación de las nuevas tecnologías hacen de la formación continua una necesidad entre los preparadores físicos de los equipos de alto nivel. Por tanto, la realización de todo tipo de acciones formativas como cursos y congresos, la consulta de revistas especializadas o el intercambio de información con otros profesionales, constituye un elemento de gran valor dentro del perfil profesional de los preparadores físicos.

En relación con las revistas especializadas, y de acuerdo con Durrel et al., (2003), existe una alta posibilidad de que los programas de acondicionamiento físico estén carentes de credibilidad científica sino se seleccionan aquellas revistas que exigen que

sus artículos estén basados en el conocimiento científico. Al respecto, para todos los campos de conocimiento existe la base de datos *Science Citation Index* que clasifica a las revistas atendiendo a lo que se conoce como el factor de impacto, y que en cierto modo puede considerarse como un criterio válido de la calidad y científicidad de las mismas. En el ámbito del entrenamiento deportivo, la consulta de las revistas incluidas dentro de la sección de *Sport Sciences*, constituye un criterio que otorga mayor validez de que la formación continuada del preparador físico está basada en la actualización del conocimiento científico.

Además de los requisitos establecidos en relación con el perfil formativo de los preparadores físicos, éstos deberían tener una dedicación prioritaria hacia el equipo, lo que debería reflejarse en una contratación a tiempo completo y una asignación exclusiva de funciones y responsabilidades relacionadas con el ámbito del entrenamiento condicional. Por tanto, entendemos que los preparadores deberían estar presentes en todas las actividades del equipo, dado que la observación diaria del equipo permite obtener un profundo conocimiento del estado del mismo y de su evolución, proporcionando un criterio más sólido a la hora de ajustar y reorientar los programas de entrenamiento. El reconocimiento de la labor profesional resulta también un aspecto clave en cualquier entorno de trabajo, más si cabe cuando dicha labor implica un trato constante y directo con personas como es el caso de los preparadores físicos. A todo esto, hay que añadir el aspecto económico dado que la remuneración resulta un indicador del nivel de reconocimiento que cualquier empresa otorga a sus trabajadores.

El incremento del conocimiento en las distintas subdisciplinas asociadas al proceso de entrenamiento implica la necesidad de disponer del personal humano científico necesario para desarrollar al máximo cada uno de los factores de rendimiento del deportista. El deportista requiere la atención de profesionales altamente cualificados en procesos especializados de valoración y control del entrenamiento, de ayudas ergogénicas y nutricionales, de apoyo psicológico, de prevención, diagnóstico, y tratamiento de lesiones y de control sanitario. Esto, nuevamente puede verse comprometido en deportes y clubes con escasos recursos económicos. En ocasiones, sin embargo, la ausencia de algunos profesionales en el equipo multidisciplinario de trabajo es más una consecuencia de la falta de concienciación de la importancia de su labor por parte de los entrenadores y directivos que de un déficit presupuestario. De hecho, algunos de los equipos analizados en el estudio de Reverter et al., (2008) que no tenían contratado a un graduado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte tenían presupuestos elevados. Además, exceptuando a los equipos de fútbol, la

preparación física en la mayoría de los equipos era realizada por una persona contratada a tiempo parcial.

Habitualmente, ligado al incremento del conocimiento, se han desarrollado nuevos equipamientos e instrumentos que permiten un control más adecuado del proceso de entrenamiento. Así, los deportistas, técnicos y los profesionales del equipo multidisciplinario deben disponer de las instalaciones, materiales y desarrollo tecnológico suficiente para el desempeño de su trabajo en las mejores condiciones. De poco sirve que un deportista se dedique prioritariamente al entrenamiento si entrena con unos recursos inferiores a los de sus rivales. Del mismo modo, de poco sirve disponer de profesionales altamente cualificados si no disponen de los recursos suficientes para aplicar sus conocimientos al proceso de entrenamiento de los deportistas. Al respecto, es fundamental que los técnicos y los profesionales del equipo multidisciplinario de trabajo tengan los conocimientos suficientes para una adecuada selección de los recursos materiales y tecnológicos, así como para obtener de los mismos el máximo aprovechamiento. Resulta esencial también incrementar la concienciación de los dirigentes de los clubes sobre la importancia de estos recursos para el proceso de entrenamiento de los deportistas. En muchos de los equipos analizados por Reverter et al., (2008) y Moliner (2008), el conocimiento de los técnicos y la concienciación de los dirigentes pueden estar más asociados que la falta de presupuesto con las deficiencias indicadas por los responsables de la preparación física en relación a las infraestructuras, equipamiento de entrenamiento, de valoración y de recuperación.

1.3. El entrenamiento con sobrecargas en el hockey sobre patines

Previamente se ha resaltado que la manifestación de fuerza explosiva es el factor más determinante del rendimiento en hockey sobre patines. La manifestación de fuerza explosiva requiere la ejecución de las acciones a la máxima intensidad. Por este motivo, no es posible dificultar el nivel de entrenamiento incrementando la intensidad del esfuerzo. La base del entrenamiento de la manifestación de fuerza explosiva requiere incrementar o disminuir la magnitud de la fuerza desarrollada, mediante el planteamiento de estrategias que modifiquen la resistencia que debe superar el deportista. Sobre la base del conocimiento neurofisiológico, si en el entrenamiento sometemos al deportista a magnitudes de carga superiores a las de competición, el incremento del tiempo de contracción muscular permitirá el reclutamiento de un mayor número de unidades motoras e incrementará la fuerza manifestada. Con un entrenamiento adecuado que permita una óptima transferencia al gesto de competición, lo que pretendemos con el

entrenamiento con cargas superiores es que parte del mayor número de unidades motoras se recluten posteriormente en el ejercicio de competición. Por este motivo, además del entrenamiento con ejercicios específicos se resalta la importancia de trabajar con ejercicios específicos resistidos y con la ejecución de ejercicios con pesas o sobrecargas (Legaz-Arrese, 2012).

Así, el entrenamiento con sobrecargas ha mostrado ser efectivo para la mejora de la velocidad en tareas motrices específicas, como golpes, lanzamientos y saltos (Taïna et al., 1993, Cardoso y González-Badillo 2006a, Newton et al., 1999, Cardoso-Marques & González-Badillo, 2006; Reverter-Masia et al., 2008; Rivière et al., 2017). Por otro lado, numerosos estudios han corroborado que el entrenamiento con sobrecargas es efectivo para la prevención de lesiones (Sewry et al., 2017). Sin embargo, la efectividad de un programa de entrenamiento con sobrecargas al objeto de obtener una adaptación específica depende de la manipulación de las variables o componentes del entrenamiento (Kraemer & Ratamess 2004). Para ello, se requiere de una adecuada selección de ejercicios (Kawamori & Haff, 2004; Kraemer & Ratamess, 2004; McMaster et al., 2013) así como de una óptima combinación de la carga (Kawamori & Haff, 2004; Kraemer & Ratamess, 2004, Sarabia et al., 2017), de la velocidad de las repeticiones (Izquierdo et al., 2006b; Lawton et al., 2006; Schoenfeld et al., 2015) y del número de repeticiones (Izquierdo et al., 2006a; Schoenfeld et al., 2015).

En relación a los ejercicios con sobrecargas, los ejecutados con pesos libres respecto a los ejecutados en máquina permiten un mayor grado de libertad del movimiento, mayor coordinación intra e intermuscular, mayor potencia muscular y alta demanda de estabilización de la carga y, por tanto, posiblemente mayor transferencia de la fuerza obtenida al rendimiento de las acciones motrices específicas (Crewther et al., 2005). Los ejercicios multiarticulares en relación con los ejercicios uniarticulares requieren de una mayor exigencia en la coordinación intermuscular, y también están asociados a la movilización de cargas superiores con una elevada demanda de reclutamiento de unidades motoras. Estos ejercicios son considerados los más efectivos para incrementar el nivel de fuerza y de potencia (Kraemer & Ratamess 2004, Kawamori & Haff 2004, Kraemer et al., 2002, Fleck & Kraemer 1997). De los ejercicios multiarticulares, numerosos autores resaltan la importancia de la ejecución de los ejercicios olímpicos, debido fundamentalmente a que la potencia desarrollada en estos ejercicios no puede ser igualada por ninguna otra forma de entrenamiento de fuerza (Haff, Whitley & Potteiger, 2001, Stone, 1993). Los ejercicios balísticos, en los cuales la carga es proyectada o soltada al final de la fase concéntrica evitando una fase de desaceleración, determinan también niveles superiores de potencia y de activación

nerviosa respecto a la ejecución tradicional (Cronin, McNair & Marshall, 2003, Newton et al., 1996).

La intensidad o carga de un ejercicio está determinada por el peso que debe superar el deportista. Tradicionalmente los objetivos del entrenamiento con sobrecargas han sido asociados a distintos intervalos de intensidad. La intensidad del 85-100% 1RM se ha asociado tradicionalmente con el desarrollo de la fuerza máxima. Las cargas más elevadas parecen fundamentales para el desarrollo de la fuerza debido a que están asociadas con el máximo reclutamiento de unidades motoras y con elevadas frecuencias de estimulación (Kraemer & Ratamess 2004, Behm, 1995). La intensidad del 70-85% 1RM es la que induce el mayor desarrollo de hipertrofia muscular ya que es donde se evidencia la mejor combinación de intensidad y volumen de entrenamiento conducente a una mayor degradación y síntesis de proteínas (Kraemer & Ratamess 2004, Smith & Rutherford, 1995). La intensidad del 30-70% 1RM se considera para la mayoría de los ejercicios con sobrecargas la óptima para el desarrollo de la máxima potencia ya que es cuando se evidencia la mejor combinación entre la fuerza manifestada y la velocidad de desplazamiento de la resistencia (McBride et al., 2002).

En relación con la intensidad con el entrenamiento con sobrecargas también se ha de resaltar que el nivel de resistencia a superar en hockey sobre patines es relativamente bajo y la mayoría de los jugadores habitualmente no son muy experimentados en el entrenamiento de la fuerza con sobrecargas. Estas reflexiones nos conducen a pensar que una carga superior al 90% de 1RM puede ser excesiva para el desarrollo de la fuerza máxima. También es reseñable que la potencia máxima es dependiente del deportista y del tipo de ejercicio, variando desde el 30% hasta el 80% de 1RM. Sin embargo, en la mayoría de los ejercicios, con una carga del 50-60% de 1RM o bien se está desarrollando la potencia máxima o se está trabajando con una carga muy próxima. De este análisis, y de acuerdo con las directrices marcadas en los programas de entrenamiento con sobrecargas por otros autores (Cardoso-Marques & González-Badillo, 2006; González-Badillo, Izquierdo et al., 2006b), consideramos que aquellos jugadores que globalmente trabajan en un intervalo del 50-90% de 1RM están desarrollando tanto la fuerza máxima como la potencia máxima. Un trabajo con cargas del 30-50% de 1RM también puede ser adecuado para algunos ejercicios, especialmente los balísticos.

El principio de especificidad del entrenamiento determina que la mejora del rendimiento está asociada a la ejecución de ejercicios con un patrón del movimiento similar al de competición. Por ejemplo, para mejorar la velocidad máxima de

desplazamiento corriendo, es coherente que en el entrenamiento se ejecuten las distintas repeticiones de desplazamiento a la máxima velocidad. Tradicionalmente, esta coherencia no se ha trasladado al entrenamiento con sobrecargas. De hecho, la velocidad de ejecución de las repeticiones es probablemente el componente del entrenamiento con sobrecargas más olvidado en la propuesta de programas de entrenamiento y en la investigación aplicada. Probablemente, la velocidad de ejecución de las repeticiones en el entrenamiento con sobrecargas sea una de las variables más determinantes del grado de transferencia de la fuerza obtenida a las acciones motrices de competición. Por este motivo, si nuestro objetivo es el desarrollo de la fuerza explosiva, al menos, desde una perspectiva teórica, la ejecución de la fase concéntrica de cada una de las repeticiones debería de realizarse a la máxima velocidad posible. En este sentido, lo importante es que el deportista realice el movimiento a la máxima velocidad voluntaria posible para cada magnitud de carga (Muun et al., 2005, Jones et al., 1999, Behm & Sale, 1993).

El número de repeticiones que pueden ejecutarse en el entrenamiento con sobrecargas es dependiente de la intensidad relativa de la carga. Algunos autores consideran que, una vez seleccionada la intensidad del entrenamiento en función del objetivo de trabajo, la velocidad de ejecución de cada repetición nos determina el número de repeticiones a ejecutar (Legaz-Arrese et al., 2007; Izquierdo et al., 2006a, Folland et al., 2002, Sanborn et al., 2000). Es conocido, que durante una serie la velocidad de ejecución de las repeticiones disminuye de forma natural conforme incrementa el número de repeticiones ejecutadas. Esto determina, que, aunque un deportista manifieste la máxima velocidad posible en cada una de las repeticiones, la potencia desarrollada en las últimas repeticiones disminuye drásticamente. En consecuencia, el deportista no manifiesta la fuerza explosiva, y progresivamente está incidiendo en el desarrollo de la fuerza resistencia con la implicación de fibras más lentas. Por este motivo, se sugiere un entrenamiento basado en el mantenimiento de la potencia máxima que requiere ejecutar el máximo número de repeticiones que para cada intensidad permite mantener la máxima velocidad de ejecución o potencia mecánica.

A pesar de frecuentes contradicciones en la literatura, puede ser asumido que el nivel de fuerza muscular y específicamente el balance entre la ratio de la fuerza de los músculos agonistas-antagonistas y la ratio de fuerza del lado dominante-no dominante tienen un rol clave para la prevención de lesiones (Croisier, Ganteaume & Ferret, 2005). Al respecto, se considera necesario controlar tres aspectos básicos: asegurarse de la ausencia de asimetría entre el lado dominante y no dominante, asegurarse de un

equilibrio óptimo entre la fuerza de los músculos flexores y extensores y finalmente comprobar que el deportista tiene los niveles de fuerza y de balance acorde a su categoría de edad y nivel de práctica (Lehance et al., 2009). Además, se ha demostrado como el imbalance de fuerza se ha asociado con un incremento en el número de lesiones, sugiriendo la necesidad de determinar al inicio de la temporada el balance de fuerza mediante valoración isocinética con el fin de establecer estrategias de prevención (Lehance et al., 2009). En este sentido, se ha demostrado que el entrenamiento con sobrecargas es efectivo para la prevención de lesiones (Askling, Karlson & Thorstensson, 2003, Wedderkopp et al., 1999). Para ello, es indicado la ejecución de ejercicios para mejorar la fuerza en los músculos no dominantes y antagonistas (Lehance et al., 2009, Noffal, 2003). Aunque con menos evidencia científica, también se ha destacado la importancia de un adecuado balance de fuerza en los músculos estabilizadores, específicamente el desarrollo de la musculatura abdominal y lumbar y de los músculos de la cadera para la prevención de lesiones y la optimización del rendimiento deportivo (Hibbs et al., 2008).

1.4. Evaluación del entrenamiento de la fuerza explosiva en hockey sobre patines

Se ha resaltado en los apartados anteriores la importancia que tiene el entrenamiento de fuerza explosiva con ejercicios específicos y con ejercicios con sobrecargas para el rendimiento del hockey sobre patines. Consideramos que el efecto final del entrenamiento de fuerza debe valorarse sobre la manifestación de fuerza en las acciones motrices específicas de competición. Pero también se requiere de tests que permitan determinar los efectos parciales del entrenamiento de fuerza y así poder identificar áreas de deficiencia relativa que permitan reorientar de forma individualizada el programa de entrenamiento (Wilson & Murphy, 1996).

En este contexto, consideramos de especial relevancia la determinación en algunos ejercicios con sobrecargas de la curva fuerza-velocidad y de la curva potencia-velocidad. Si queremos conocer la fuerza y potencia manifestada ante un determinado nivel de carga, es necesario medir la velocidad con que la desplazamos. La ingeniería aplicada al deporte desarrolló un dispositivo capaz de medir el desplazamiento en el tiempo (encoder lineal o velocímetro). Este aparato dispone de una anilla para colocar en la barra, de tal forma que el sensor de rayos infrarrojos que nos mide el desplazamiento vertical de la carga y el tiempo transcurrido, se mueve a la vez que realizamos el movimiento. Como el movimiento humano se caracteriza por cambios en la velocidad y aceleración, y por consiguiente con cambios en la manifestación de fuerza

y potencia en el tiempo, podemos medir distintos niveles de fuerza y de potencia durante la ejecución de un movimiento. Determinando estos valores en una repetición con distintos niveles de carga, obtenemos la curva fuerza-velocidad y la curva potencia-velocidad. Esto nos permite, mediante la comparación de los valores de un deportista en distintos momentos o de varios deportistas de la misma disciplina, reorientar el programa de entrenamiento de fuerza, situar a nuestro deportista en función de los valores de referencia de su modalidad deportiva y determinar la intensidad de carga con que cada deportista en cada ejercicio manifiesta la potencia máxima (Legaz-Arrese, Vélez-Blasco & Carranza-García, 2012).

La valoración de la fuerza explosiva mediante saltos también es común en el ámbito del entrenamiento deportivo. A finales de los años setenta, con la introducción de las plataformas de contacto, Bosco desarrolló una batería de tests muy utilizados actualmente, no solo en las modalidades deportivas donde los saltos forman parte esencial de la motricidad, sino también en todos los deportes que como el hockey sobre patines requieren de óptimos niveles de fuerza explosiva en las extremidades inferiores. La plataforma de contacto es una alfombra conductiva conectada a un sistema de cronometraje electrónico que se acciona automáticamente por el mismo sujeto que salta en el momento del despegue y se cierra en el momento en que el pie contacta otra vez en la plataforma, midiendo así el tiempo de contacto y el tiempo de vuelo, y por tanto la altura del salto.

En relación con la manifestación de fuerza explosiva, los principales tests de salto utilizados son el squat jump (SJ), counter movement jump (CMJ), Abalakov (ABK), drop jump (DJ) y load jump (LJ). El aspecto más relevante, es que mediante los valores de estos tests es posible aislar distintos procesos neuromusculares, e incluso determinar el perfil neuromuscular del deportista, permitiendo reorientar el proceso de entrenamiento de fuerza (Kubo et al., 2000, Komi & Bosco, 1978).

En el SJ, los sujetos parten de una posición estacionaria en semi-squat enfatizando la acción concéntrica del movimiento y, por tanto, es una medida de la capacidad contráctil del músculo. La ejecución de un CMJ es equivalente a la descrita para el SJ, sin embargo, los sujetos parten de una posición erecta y realizan un movimiento rápido descendente, flexionando las rodillas y la cadera. La altura obtenida en el CMJ es superior a la del SJ lo que nos determina la capacidad elástica del deportista. La ejecución del ABK es equivalente al CMJ, pero con los brazos libres permitiendo valorar el aporte de los brazos en la altura del salto. En el BDJ los deportistas situados sobre una plataforma a una determinada altura dan un paso hacia adelante, y realizan un salto

máximo inmediatamente después del aterrizaje sobre el suelo, lo que permite medir la capacidad reactiva del deportista. El LJ requiere la ejecución del CMJ con un incremento progresivo de la carga lo que permite determinar de forma indirecta la curva fuerza-velocidad y la curva de potencia-velocidad.

1.5. Importancia del entrenamiento en la incidencia de lesiones en el hockey sobre patines

Las lesiones deportivas tienen una gran importancia en el contexto del deporte debido a que conllevan un tiempo de inactividad con múltiples consecuencias adversas, más o menos perjudiciales en función de la gravedad de la lesión, del momento en el que se producen y de su evolución. Su rehabilitación exige tiempo, esfuerzo y dedicación, resistencia a la frustración y al dolor. Suelen ir acompañadas de experiencias psicológicas que afectan el funcionamiento y bienestar de la persona lesionada y de los que la rodean. La lesión deportiva puede ser entendida como daño corporal que afecta al bienestar, causado por un mecanismo directo o indirecto en una región anatómica, que cursa de modo agudo o crónico manteniendo al sujeto fuera de su actividad físico-deportiva durante un periodo mínimo de 24 h, que puede provocar un deterioro de la capacidad funcional, de su competencia física o el final de su vida deportiva (Olive-Vilás, 2012).

Las lesiones pueden ser clasificadas en función de numerosos factores como el tiempo de evolución, el mecanismo de lesión, etiología, factor causante, localización y estructura afectada. Un elemento fundamental ante la aparición de una lesión deportiva es conocer los factores de riesgo que la producen al objeto de establecer las medidas preventivas necesarias para que no vuelva a suceder. Clásicamente, estos factores de riesgo se han agrupado en dos grandes grupos: factores extrínsecos y factores intrínsecos. Los factores extrínsecos son independientes del deportista y se relacionan con el tipo de actividad, la forma en que se realiza, el equipamiento usado y el entorno donde se desarrolla. Hay que destacar los errores asociados al entrenamiento como el principal factor extrínseco de la incidencia de lesiones. Los factores intrínsecos hacen referencia a las características fisiológicas, estructurales y psicológicas del individuo que le predisponen a padecer una determinada lesión. En líneas generales, podemos decir que en las lesiones agudas tienen un papel predominante los factores extrínsecos, mientras que en las lesiones por sobreuso la etiología es multifactorial (Olive-Vilás, 2012).

Tanto la incidencia como el tipo de lesión están directamente asociadas a las características de los distintos deportes. Al respecto, el hockey sobre patines es un deporte intenso de colisión y contacto entre jugadores con elementos potenciales de colisión, ya sea estáticos como vallas y porterías o dinámicos como palos de hockey y pelota (Gonçalves et al., 2020). El peso y la velocidad del puck y el stick también presentan un riesgo considerable de producir lesiones moderadas y graves, especialmente intracraneales (Pelaez, Dascenzi, Savastano et al., 2008; Hootman, Dick & Agel, 2007). Sin embargo, el uso de equipos de protección como cascos o protectores bucales no es obligatorio ni frecuente, a diferencia de otros deportes similares como el hockey sobre hielo (De Pablo et al., 2022).

En las últimas décadas, el conocimiento de la epidemiología de las lesiones se ha convertido en una de las principales tendencias de la medicina deportiva para disminuir el riesgo de lesiones mediante estrategias de prevención específicas. De hecho, existen múltiples estudios epidemiológicos relacionados con las lesiones en deportes como el fútbol (Ekstrand et al., 2011; Seow, et al., 2022), baloncesto (Drakos et al., 2010; Borowski et al., 2008), artes marciales (Kingery et al., 2021) y voleibol (Al attar et al., 2022).

Investigaciones previas han informado de una alta tasa de lesiones en hockey en patines (Hutchinson, Milhouse & Gapski, 1998; Varlotta, Lager, Nicholas, Browne & Schlifstein, 2000). Existen múltiples estudios epidemiológicos relacionados con las lesiones en este deporte que describen las características de la lesión en hockey sobre hielo o patines (Rodas-Font et al., 2006; Junge, Langevoort, Pipe et al., 2006; Touminen et al., 2015; Tuominen, Hänninen, Parkkari et al., 2017; McCrory, Meeuwse, Kutcher, et al., 2013; Nordstrom et al., 2020). Sin embargo, a pesar de estas limitaciones, los pocos estudios existentes muestran que los jugadores sufren numerosas e importantes lesiones (Pelaez, Dascenzi, Savastano et al., 2008; Hootman, Dick & Agel, 2007).

En líneas generales, podemos decir que en la mayoría de deportes analizados la mayor incidencia de lesiones se da durante la competición (14 lesiones/1000 participantes) respecto a las sesiones de entrenamiento (4 lesiones/1000 participantes). Otro dato que destacar es que la incidencia de lesiones es significativamente mayor durante la pretemporada (7 lesiones/1000 participantes) que durante la temporada (2 lesiones/1000 participantes) y la posttemporada (1 lesión/1000 participantes). La localización más frecuente de las lesiones es la extremidad inferior (50%), siendo el esguince de tobillo, con afectación del ligamento colateral lateral, la más frecuente (15% del total de lesiones) (Hootman, Dick & Agel, 2007).

También es de interés conocer para un determinado deporte el tipo de lesión, por ejemplo, lesiones musculares, lesiones del tendón, lesiones óseas y lesiones articulares, y la localización de la lesión. En estas circunstancias, en relación al tipo de lesiones, los estudios analizados coinciden en que la mayor cantidad de lesiones en hockey sobre patines se localizan en la cabeza (Pelaez, Dascenzi, Savastano et al., 2008; Hootman, Dick & Agel, 2007). Las conmociones cerebrales en los deportes son un síndrome clínico que consiste en una alteración transitoria inducida traumáticamente de una función cerebral normal. En el hockey, es más probable que se produzcan conmociones cerebrales por contacto con otra parte del cuerpo u objeto que con otra cabeza (Tuominen, Hänninen, Parkkari et al., 2017). Debido a que es importante minimizar este tipo de lesiones, se deben establecer las medidas preventivas pertinentes (McCrory, Meeuwise, Kutcher et al., 2013). No obstante, son escasos los estudios que han abordado la epidemiología de las lesiones en hockey sobre patines, lo que hace necesario seguir investigando sobre esta temática al objeto de tener la mayor información posible que permita establecer estrategias de prevención.

1.6. Relevancia de esta investigación

En los apartados previos se ha resaltado la importancia de los factores de rendimiento condicionales para optimizar el rendimiento del hockey sobre patines. Debido a esta importancia, parece fundamental, que el responsable en cada club del desarrollo de estos factores de rendimiento en los jugadores tenga una formación básica, específica y continua, apropiada a las exigencias físicas que requiere este deporte.

En la misma línea, la exigencia de rendimiento que requiere la práctica del hockey sobre patines al máximo nivel determina la importancia de un adecuado entorno del entrenamiento, incluyendo el equipo multidisciplinario de trabajo, la disponibilidad de los jugadores y las infraestructuras adecuadas.

En el marco de los factores de rendimiento condicionales del hockey sobre patines, se ha resaltado previamente la importancia del entrenamiento con sobrecargas para el óptimo desarrollo de los principales factores de rendimiento: fuerza explosiva y resistencia a la fuerza explosiva. Conocer la aplicación científica del entrenamiento con sobrecargas en los equipos de máxima categoría actual del hockey sobre patines nos puede permitir tener la información suficiente para la mejora de este trabajo en un futuro próximo.

En el contexto de otorgar la máxima científicidad posible al entrenamiento con sobrecargas de los equipos de hockey sobre patines, resulta esencial la valoración de los parámetros de fuerza de los jugadores. Por eso, también es de nuestro interés, conocer cómo los equipos de las máximas categorías de hockey sobre patines evalúan y reorientar el entrenamiento de fuerza de sus deportistas.

El entrenamiento con sobrecargas y su evaluación están directamente vinculados al riesgo de lesiones de los esfuerzos intermitentes. Por ello, también es de interés en este estudio conocer el riesgo de lesiones de los jugadores de hockey sobre patines de las ligas de máxima categoría. Así, como identificar las lesiones más comunes y los mecanismos y causas de estas lesiones.

Todos los apartados anteriores adquieren especial relevancia si consideramos que apenas existen estudios que hayan abordado estas temáticas en el hockey sobre patines, de ahí, la importancia de este estudio.

2. OBJETIVOS

Los principales objetivos de esta investigación son:

- Determinar los servicios de acondicionamiento físico en hockey sobre patines en las dos ligas de máxima categoría de España. Nuestra hipótesis es que actualmente existen importantes diferencias en los servicios de acondicionamiento físico entre equipos que compiten en la máxima categoría y en la segunda máxima categoría nacional, posiblemente como consecuencia del distinto grado de profesionalización y las diferencias de presupuestos entre los equipos.
- Determinar las diferencias en la aplicación científica del entrenamiento con sobrecargas entre los equipos españoles que participan en las dos ligas de máxima categoría de hockey sobre patines. Nuestra hipótesis es que actualmente existen importantes diferencias en la aplicación científica del entrenamiento con sobrecargas entre equipos que compiten en la máxima categoría y en la segunda máxima categoría nacional, posiblemente como consecuencia de deficiencias en el perfil de los preparadores físicos y la distinta cultura del entrenamiento de fuerza.
- Determinar el control que se realiza del entrenamiento de fuerza en los equipos españoles que participan en las dos ligas de máxima categoría de España de hockey sobre patines. Nuestra hipótesis es que actualmente un bajo porcentaje de equipos de ambas ligas utilizan la tecnología para el control del entrenamiento de fuerza debido a deficiencias en el perfil de los preparadores físicos, déficit presupuestario y la cultura en el control del entrenamiento.
- Determinar las diferencias en la incidencia de las lesiones en hockey sobre patines entre un equipo que compite en la máxima categoría nacional y un equipo que compite en categoría autonómica. Nuestra hipótesis es que los jugadores que compiten en el equipo de máxima categoría se lesionan menos que los jugadores que compiten en categoría autonómica, posiblemente debido a una mayor competencia en el deporte y a mejores servicios de acondicionamiento físico.

PARTE II – Material y Métodos

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1. Comités de ética

El instrumento de encuesta y el diseño de la investigación para los cuatro estudios fueron aprobados por el Comité de Ética Biomédica de la Generalitat de Catalunya, España (PI 17/0151) y cumplieron con los requisitos establecidos en la declaración de Helsinki. Los responsables de la preparación física de cada equipo para los tres primeros estudios y de todos los jugadores para el cuarto estudio aceptaron participar en la investigación y firmaron el consentimiento informado para la utilización científica de los datos.

3.2. Participantes

Con el objetivo de conocer las características y condiciones de trabajo del responsable de la preparación física, así como la aplicación del entrenamiento con sobrecargas y la evaluación de la fuerza explosiva decidimos aplicar un cuestionario mediante entrevista personal a cada uno de los responsables del entrenamiento condicional de los equipos masculinos que participaron durante la temporada 2014-2015 en la máxima categoría nacional (máxima categoría nacional, n = 14) y segunda máxima categoría nacional (segunda máxima categoría nacional, n = 16) de hockey sobre patines (estudios 1, 2 y 3). Se obtuvo una tasa de respuesta del 100% de los responsables de la preparación física de la segunda máxima categoría nacional y del 86% entre los responsables de la preparación física de la máxima categoría nacional (tabla 2).

Tabla 2. Tasa de respuesta de los preparadores de acondicionamiento físico.

	Máxima categoría nacional	Segunda máxima categoría nacional
Número de equipos n = 30	14	16
Número de equipos entrevistados n = 28	12	16
Ratio total de entrevistados 93,3%	85.7%	100%

Con el objetivo de describir las lesiones más comunes y de detectar los factores de riesgo de las lesiones en el hockey sobre patines decidimos proporcionar una hoja de registro de forma prospectiva durante las temporadas 2014-2015 y 2015-2016 a los jugadores de un equipo de la máxima categoría

nacional (ICG SOFTWARE LLEIDA) y a los jugadores de un equipo de una liga autonómica (HC VALLS) (estudio 4). Los 23 jugadores que componían la plantilla de ambos equipos participaron en el estudio y dieron su consentimiento informado (tabla 3).

Tabla 3. Tasa de respuesta de los jugadores en el control de lesiones.

	Equipo de máxima categoría nacional	Equipo de categoría autonómica
Número de jugadores n = 23	13	10
Número de jugadores analizados n = 23	13	10
Ratio total de entrevistados 100%	100%	100%

3.3. Instrumentos de medida

Para los tres primeros estudios utilizamos una versión corta del cuestionario original diseñado por Reverter et al., (2009) para el análisis de la preparación física en los deportes de equipo. Este cuestionario fue creado originariamente para analizar la preparación física de los equipos de la máxima categoría nacional de balonmano, baloncesto, voleibol, fútbol sala, fútbol y hockey sobre patines. En su realización intervinieron diversos expertos en el diseño de este tipo de herramientas. Tras su diseño inicial, fue testado mediante un estudio piloto en un grupo de preparadores físicos de equipos semiprofesionales de las distintas especialidades deportivas a las que iba dirigido. Este proceso permitió corregir los aspectos más controvertidos obteniéndose la versión definitiva del mismo. La fiabilidad de la versión final del cuestionario fue medida por medio de un test-retest aplicado con diferencia de una semana en 8 de los preparadores físicos incluidos en el estudio original., cuatro preparadores de cada una de las dos categorías analizadas. En el análisis de fiabilidad para las variables cualitativas, el valor de p estuvo comprendido entre 0.50 y 1. Para todas las variables cuantitativas ordinales el coeficiente de correlación fue 1.

Para el primer estudio utilizamos las 16 cuestiones asociadas con el perfil del preparador físico y su entorno de entrenamiento (tabla 4). Para el segundo estudio utilizamos las 11 cuestiones asociadas al entrenamiento con sobrecargas (tabla 5). Para el tercer estudio utilizamos las 7 cuestiones asociadas a la valoración de la fuerza explosiva (tabla 6). Finalmente, para el cuarto estudio se utilizó como instrumento de recogida y registro de la

información sobre las lesiones un cuestionario estructurado por la Real Federación Española de Patinaje (tabla 7).

Tabla 4. Cuestionario sobre el perfil del preparador físico y su entorno de entrenamiento (estudio 1).

1) Indica cuáles de las siguientes titulaciones posees

- Licenciatura en C.A.F.D. (año de finalización:)*
- Máster en el ámbito de las C.A.F.D.*
- Doctor en C.A.F.D.*
- Entrenador Nacional (nivel III) de tu especialidad deportiva actual*

2) ¿Has sido jugador profesional de tu deporte?

- No*
- Sí*

3) Indica el número de temporadas que llevas ejerciendo como preparador físico en equipos de máxima categoría

- temporadas*

4) Indica a cuántas actividades formativas de más de 20 horas has asistido en los últimos 3 años

- Ninguna*
- De 1 a 3*
- De 4 a 7*
- Más de 7*

5) Indica a cuántas actividades formativas de menos de 20 horas has asistido en los últimos 3 años

- Ninguna*
- De 1 a 3*
- De 4 a 7*
- Más de 7*

6) Indica el nombre de las publicaciones periódicas especializadas que consultas habitualmente

- 1ª-
- 2ª-
- 3ª-
- 4ª-
- 5ª-

7) ¿Conoces el entrenamiento condicional que realizan otros equipos de tu categoría?

- No*
- Sí*

8) ¿El club financia las actividades formativas que realizas?

- No
- Sí

9) Indica aquellos aspectos que consideras deficientes y cuya mejora podría incrementar el nivel de rendimiento del equipo

- Desplazamientos (viajes)
- Materiales para el trabajo de fuerza (pesas, lastres, máquinas, etc.)
- Materiales de valoración de la condición física
- Materiales básicos de entrenamiento (conos, petos, balones, picas, etc.)
- Infraestructuras de entrenamiento
- Falta de auxiliares que colaboren en el trabajo de preparación física
- Falta de expertos en valoración
- Malas relaciones entre el cuerpo técnico
- Disponibilidad temporal de los jugadores
- Volumen insuficiente de trabajo condicional
- Medios de recuperación
- Otros aspectos:

10) Indica de qué profesionales disponéis en el equipo

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Preparador físico | <input type="checkbox"/> Tiempo completo | <input type="checkbox"/> Tiempo parcial |
| <input type="checkbox"/> Utillero | <input type="checkbox"/> Tiempo completo | <input type="checkbox"/> Tiempo parcial |
| <input type="checkbox"/> Primer entrenador | <input type="checkbox"/> Tiempo completo | <input type="checkbox"/> Tiempo parcial |
| <input type="checkbox"/> 2º entrenador o técnico auxiliar | <input type="checkbox"/> Tiempo completo | <input type="checkbox"/> Tiempo parcial |
| <input type="checkbox"/> Entrenador asistente | <input type="checkbox"/> Tiempo completo | <input type="checkbox"/> Tiempo parcial |
| <input type="checkbox"/> Médicos | <input type="checkbox"/> Tiempo completo | <input type="checkbox"/> Tiempo parcial |
| <input type="checkbox"/> Fisioterapeutas | <input type="checkbox"/> Tiempo completo | <input type="checkbox"/> Tiempo parcial |
| <input type="checkbox"/> Psicólogos | <input type="checkbox"/> Tiempo completo | <input type="checkbox"/> Tiempo parcial |
| <input type="checkbox"/> Masajista | <input type="checkbox"/> Tiempo completo | <input type="checkbox"/> Tiempo parcial |
| <input type="checkbox"/> Otras: | <input type="checkbox"/> Tiempo completo | <input type="checkbox"/> Tiempo parcial |

11) Indica qué funciones desempeñas actualmente en tu equipo

- Preparador físico
- Readaptador
- Primer entrenador
- 2º entrenador o técnico auxiliar
- Otras:

12) Indica el tipo de contrato que tienes firmado con tu equipo

- Tiempo parcial
- Tiempo completo

13) ¿Asistes a todas las sesiones de entrenamiento de tu equipo?

- No*
- Sí*

14) ¿Asistes a todos los partidos de competición de tu equipo?

- No*
- Sí*

15) Indica en cuáles de los siguientes aspectos sientes suficientemente valorada tu labor profesional con el equipo

- Por los jugadores*
- Por el club y sus responsables*
- Por el primer entrenador*
- Por los medios de comunicación*
- Económicamente*

16) ¿Tienes intención en el futuro de desvincularte profesionalmente del deporte de élite?

- No*
- Sí*

Tabla 5. Cuestionario sobre el entrenamiento con sobrecargas (estudio 2).

1) Indica cuáles de los siguientes medios de entrenamiento utilizas cuando trabajas la fuerza explosiva con cargas superiores a las de competición

- Pesas*
- Lastres*
- Arrastres*
- Elásticos*
- Cuestas ascendentes*
- Terrenos más blandos que los de competición*
- Móviles e implementos lastrados*
- No trabajo la fuerza explosiva con cargas superiores a las de competición*

2) Indica qué ejercicios de la musculatura extensora de las extremidades superiores utilizas habitualmente en el entrenamiento con pesas

- Press banca máquina*
- Press banca barra*
- Press banca mancuernas*
- Press hombros máquina*
- Press hombros barra*

- Press hombros mancuernas*
- Tríceps polea*
- Tríceps barra (press francés)*
- Tríceps mancuerna*
- Otros:*
- Ninguno*

3) Indica qué ejercicios de la musculatura flexora de las extremidades superiores utilizas habitualmente en el entrenamiento con pesas

- Dorsal alto máquina*
- Dorsal bajo máquina*
- Dorsal barra*
- Dorsal mancuerna*
- Bíceps máquina*
- Bíceps barra*
- Bíceps mancuernas*
- Otros:*
- Ninguno*

4) Indica qué ejercicios de antebrazos y manos utilizas habitualmente en el entrenamiento con pesas

- Flexo-extensión de antebrazo barra*
- Flexo-extensión de antebrazo mancuerna*
- Flexo-extensión de mano*
- Otros:*
- Ninguno*

5) Indica qué ejercicios de la musculatura de la cintura pélvica utilizas habitualmente en el entrenamiento con pesas

- Abdominales*
- Lumbares*
- Otros:*
- Ninguno*

6) Indica qué ejercicios de la musculatura de las extremidades inferiores utilizas habitualmente en el entrenamiento con pesas

- Sentadilla máquina*
- Sentadilla barra*
- Media sentadilla barra*
- Subida a banco barra*
- Split barra*
- Prensa piernas*

- Extensión piernas (cuádriceps)
- Gemelos máquina
- Gemelos barra
- Flexión piernas (isquiosurales)
- Aducción y abducción de cadera
- Otros:
- Ninguno

7) Indica qué ejercicios olímpicos utilizas habitualmente en el entrenamiento con pesas

- Push press
- Cargada y/o variantes
- Arrancada y/o variantes
- Otros:
- Ninguno

8) Indica qué ejercicios balísticos utilizas habitualmente en el entrenamiento con pesas

- Press banca lanzado
- Media sentadilla salto
- Otros:
- Ninguno

9) Indica los porcentajes de 1 repetición máxima (% 1RM) que utilizas habitualmente en el entrenamiento con pesas

- <30%
- 31-50%
- 51-70%
- 71-90%
- 91-100%
- >100%
- No utilizo trabajo con pesas
- No programo el trabajo con pesas en función del %1RM

10) Indica los porcentajes de 1 repetición máxima (% 1RM) en los que habitualmente exiges máxima velocidad de ejecución en el entrenamiento con pesas

- <30%
- 31-50%
- 51-70%
- 71-90%
- 91-100%
- >100%

No utilizo trabajo con sobrecargas

11) Indica los porcentajes de 1 repetición máxima (% 1RM) en los que habitualmente llegas al fallo muscular en cada serie en el entrenamiento con pesas

- <30%
- 31-50%
- 51-70%
- 71-90%
- 91-100%
- >100%
- No utilizo trabajo con sobrecargas*

Tabla 6. Cuestionario sobre la valoración de la fuerza explosiva (estudio 3).

1) ¿Realizas algún tipo de valoración condicional a tus jugadores?

- No*
- Sí*

2) ¿Utilizas tests de valoración de los factores de rendimiento específicos de tu deporte?

- No*
- Sí*

3) ¿Utilizas tests específicos para valorar la fuerza explosiva de tus jugadores?

- No*
- Sí*

4) Indica con qué frecuencia utilizas el encoder para valorar a tus jugadores

- Nunca*
- 1 a 3 veces por temporada*
- Más de 3 veces por temporada*

5) Indicas qué tests de salto utilizas para valorar a tus jugadores

- SJ*
- CMJ*
- CMJ con movimiento de brazos*
- BDJ*
- CMJ con sobrecargas*
- CMJ 15"*
- No utilizo test de salto*

6) Indica con qué frecuencia utilizas la plataforma de contacto para valorar a tus jugadores

- Nunca*
- 1 a 3 veces por temporada*
- Más de 3 veces por temporada*

7) Indica qué sistemas utilizas habitualmente para controlar la carga y prescribir el trabajo de fuerza con pesas

- Carácter de esfuerzo*
- % 1RM*
- % peso corporal*
- % potencia máxima*
- Velocidad de ejecución subjetiva*
- Otros:*
- Ninguno*

Tabla 7. Cuestionario sobre lesiones en hockey sobre patines (estudio 4).

1. INFORMACIÓN DE LA PERSONA LESIONADA

Fecha de la lesión: ___/___/___ Nombre: _____

Edad: _____ Género: M F Talla (cm): _____ Peso (Kg): _____ Pierna dominante: Dcha. Izda.

Brazo dominante: Dcha. Izda.

Persona lesionada: Jugador Entrenador Árbitro Espectador

Puesto que desempeña en el equipo: Portero Defensa Delantero

2. NIVEL DE COMPETICIÓN

Nacional Élite 1ª Div. Oro 1ª Div. Plata Fase Ascenso Cto. España Playoffs

Liga Autonómica Liga Nacional Alevín Liga Nacional Infantil Torneos, Copas...

Selección Nacional Liga Interautonómica

3. CATEGORÍA

Pre-Benjamín Benjamín Alevín Infantil Juvenil Junior Senior

4. MOMENTO DE LA LESIÓN

Pre-temporada <input type="checkbox"/>	Temporada <input type="checkbox"/>	Post-temporada <input type="checkbox"/>		
Durante el juego // Calentamiento	1º Tiempo	2º Tiempo	Prórroga	Penaltis
Durante el entrenamiento // Calentamiento	En pista		Fuera de pista	
Situación de juego:	Igualada:	4:4	3:3	2:2
	Power play:	4:3	4:2	3:2
	Inferioridad:	2:3	2:4	3:4

5. LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN	Cabeza/Cara	Tronco/Pelvis	Extremidad Superior	Extremidad Inferior
	Ojo	Cuello	Dcha Izda	Dcha Izda
	Cara	Espalda alta	Hombro	Cadera
	Nariz	Zona lumbar	Clavícula	Ingle
	Boca	Costillas frontal	Brazo	Muslo
	Cráneo	Costillas lateral	Codo	Rodilla
	Dientes	Pecho	Antebrazo	Tibia
	Oreja	Abdomen	Muñeca	Gemelo
	¿Protección bucal?	Pubis	Dedos mano	Tobillo
	Si No	Cóccix	Hombro:	Pie
	¿Protección facial?	Vértebra	AC* SC* GH*	Dedos pie
	Visor Completa	Disco		Rodilla:
	Sin protección	intervertebral		LCA* LCP* LI*
		Otras:.....		LE* ME* RT*

Hombro: *AC: Articulación Acromioclavicular; *SC: Articulación Esternoclavicular; *GH: Articulación Glenohumeral;
 Rodilla: *LCA: Ligamento cruzado anterior; *LCP: Ligamento cruzado posterior; *LI: Ligamento interno; *LE: Ligamento exterior; *ME: Menisco; *RT: Rótula

6. TIPO DE LESIÓN

Esquince	Fractura	Luxación	Rotura fibras	Contusión
Herida/corte	Conmoción cerebral		Órgano interno	Otras:.....

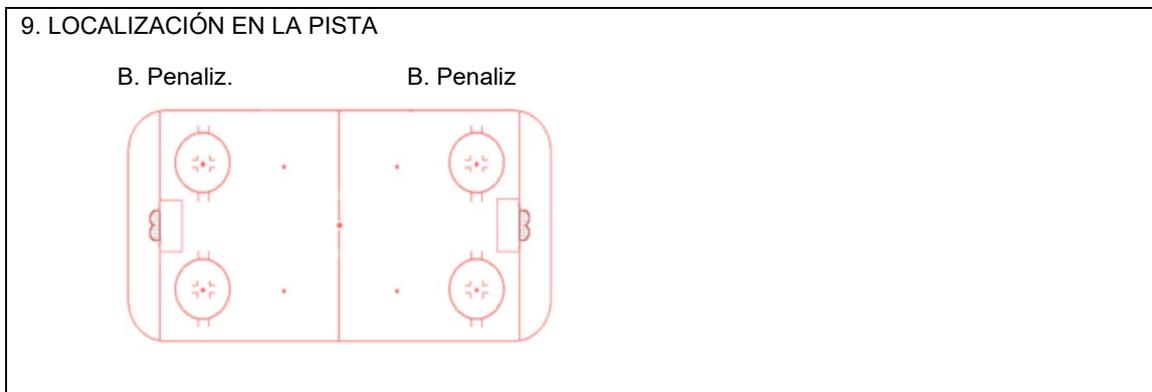
7. NATURALEZA DE LA LESIÓN

Aguda (traumatismo directo)	Sobrecarga	
Recurrente	Misma temporada	Temporada anterior

8. GOLPE DE LA LESIÓN

Golpe con el puch	Golpe con stick (SL)	Choque con la portería	Choque con jugador
-------------------	----------------------	------------------------	--------------------

Choque con la valla	Carga con el cuerpo	Carga con stick (CC)	Carga por detrás
Zancadilla	No contacto	Patinando	Pelea
Otras:			



10. TIEMPO APARTADO DE LA COMPETICIÓN
- Vuelve durante el mismo partido/día
 - Menos de 1 semana
 - 1 a 3 semanas
 - Entre 1 y 3 meses
 - Más de 3 meses
 - Se retira del Hockey en Línea

3.4. Recopilación de datos

Para contactar con el responsable de la preparación física de cada equipo de hockey sobre patines, así como con los entrenadores, se envió una carta describiendo el proyecto a las direcciones oficiales de los equipos. Los objetivos de la carta eran explicar el propósito de la investigación, la confidencialidad de la información y la motivación de los investigadores para llevarla a cabo. Dos semanas después se realizó una llamada telefónica a la sede oficial de los equipos para hablar directamente con cada responsable de la preparación física y acordar un lugar para administrar el cuestionario de manera personal.

Las direcciones y teléfonos se obtuvieron de las páginas web oficiales de los clubes o de la información facilitada por la Real Federación Española de Patinaje. Finalmente, 28 de los 30 responsables de la preparación física invitados aceptaron colaborar en los estudios 1, 2 y 3. Los dos responsables de

la preparación física restantes se negaron a participar o no respondieron al correo electrónico, la carta postal o los mensajes telefónicos. Se acordó con cada responsable de la preparación física una fecha con el fin de administrar la encuesta por medio de una entrevista personal.

Todas las entrevistas fueron realizadas por un investigador experimentado en métodos cualitativos de investigación en ciencias del deporte y en el análisis del contenido. La recolección y análisis de los datos estuvo a cargo de un miembro del equipo de investigación mientras que el otro trabajaba como asistente. Los miembros del equipo aprobaron la transcripción de las entrevistas, que tuvieron una duración de 90 min. Las entrevistas fueron grabadas mediante video y audio, que luego fueron transcritos por dos profesionales externos. Los entrevistadores verificaron la exactitud de las transcripciones. Para una mejor comprensión, se mostraron las imágenes de los ejercicios a los responsables de la preparación física entrevistados (estudios 1, 2 y 3) (figura 2).

Similar procedimiento se estableció para contactar con un equipo de hockey sobre patines de la máxima categoría nacional y con un equipo de hockey sobre patines de la categoría autonómica al objeto de recoger información sobre las lesiones. Los 23 jugadores posibles aceptaron formar parte del estudio (estudio 4).

La definición de la lesión y la forma en que se recogió la información se realizó siguiendo las recomendaciones de consenso establecidas para este tipo de estudios (Fuller, Ekstrand, Junge et al., 2006). Se consideró susceptible de ser registrada cualquier lesión que se produjera durante un entrenamiento o una competición y que impidiera al jugador participar en un partido o entrenamiento durante al menos un día. La exposición de la lesión se definió como cualquier tipo de actividad física realizada bajo la supervisión del entrenador del equipo. Las competiciones que se consideraron para hacer un seguimiento de las lesiones fueron las disputadas a lo largo de las dos temporadas analizadas. Las lesiones se clasificaron en "leve", de uno a siete días, "moderada", de 8 a 28 días y "grave", más de 28 días, dependiendo del tiempo de recuperación real transcurrido hasta que el jugador pudo volver a los entrenamientos. Las lesiones también se clasificaron según su naturaleza, localización y mecanismo o causa. Además, se recopiló información sobre la lateralidad de la lesión y los días de inactividad que provocó (estudio 4).

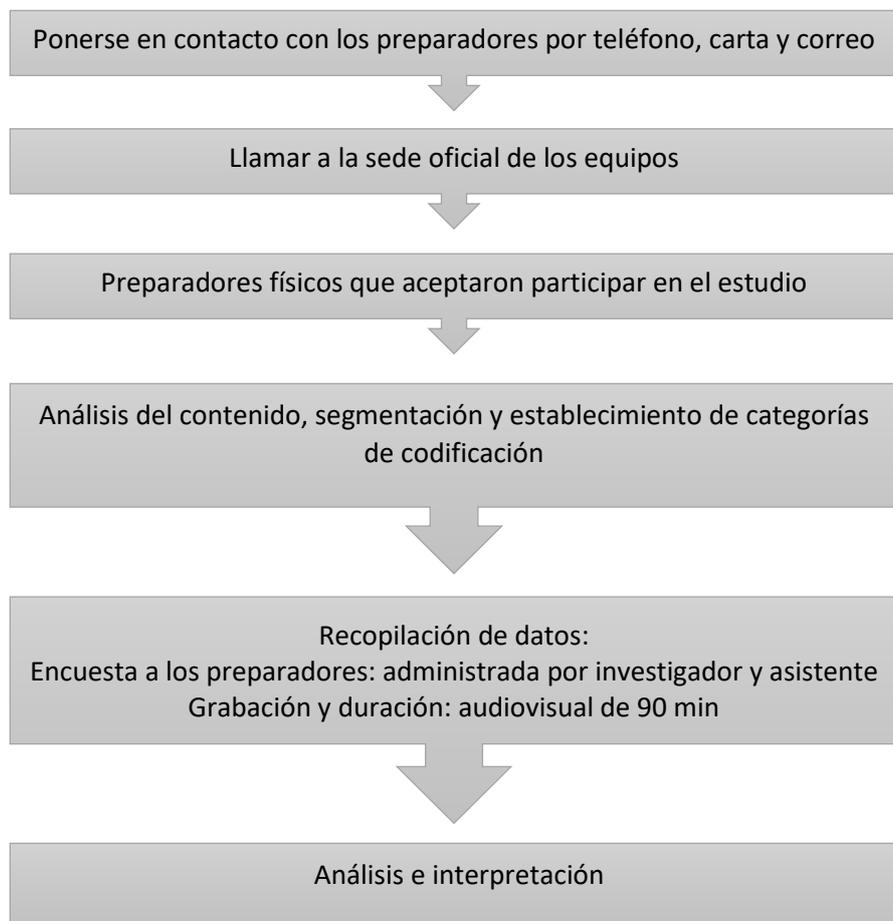


Figura 2. Diseño del estudio.

3.5. Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico con el software Statistical Package for Social Sciences, versión 20.0. Los datos se expresaron en porcentajes. Al objeto de determinar las diferencias en las comparaciones se aplicó la prueba χ^2 o U de Fisher y de Mann-Whitney para variables ordinales cualitativas y cuantitativas, respectivamente. El nivel de significación fue situado en < 0.05 (estudio 1, 2 y 3). Para el análisis descriptivo de las diferentes variables, como el tipo y la localización precisa de las lesiones, se calcularon las frecuencias de cada una de las variables individualmente y en relación con las variables independientes relevantes (estudio 4).

Tabla 8. Resumen de los métodos utilizados en la presente Tesis Doctoral.

Estudio	Diseño	Participantes	Principales variables	Instrumento	Análisis estadístico	
Estudio 1	La importancia de un equipo multidisciplinario y los servicios de los acondicionamiento en los equipos de elite de hockey sobre patines.	Estudio prospectivo.	n = 28	a) Perfil de los preparadores de acondicionamiento físico: educación formal, fuentes de información. b) Ambiente de entrenamiento: equipo multidisciplinario de ciencias del deporte, funciones realizadas por el PCC, asistencia del PCC a entrenamientos y competiciones, deficiencias en el trabajo, sentirse apreciado por la labor profesional del PCC.	Cuestionario auto-administrado (Reverter et al., 2009) Entrevista semi-estructurada.	Análisis descriptivo y comparativo. Para determinar las diferencias en las comparaciones se aplicó la prueba χ^2 o U de Fisher y de Mann-Whitney para ordinales cualitativos y cuantitativos, respectivamente. El nivel de significación se situó en 0.05.
Estudio 2	Prácticas del entrenamiento con sobrecargas en los equipos españoles de elite de hockey sobre patines.	Estudio prospectivo.	n = 28	a) Perfil de los PCC. b) Ejercicios de entrenamiento de fuerza. c) Carga de entrenamiento de fuerza. d) Velocidad de las repeticiones. e) Entrenamiento que conduce al fallo muscular. f) Uso de un encoder lineal.	Cuestionario auto-administrado (Reverter et al., 2009) Entrevista semi-estructurada.	Análisis descriptivo y comparativo. Se aplicaron las pruebas Chi-cuadrado o U de Fisher y Mann-Whitney para variables ordinales cualitativas y cuantitativas, respectivamente, con el fin de determinar diferencias entre las ligas. El nivel de significación se situó en 0.05.
Estudio 3	El uso de la tecnología asociada al control del entrenamiento de fuerza en equipos de elite de hockey sobre patines.	Estudio prospectivo.	n = 28	a) Perfil de los PCC. b) Utilización del encoder lineal. c) Utilización de la plataforma de contactos.	Cuestionario auto-administrado (Reverter et al., 2009) Entrevista semi-estructurada.	Análisis descriptivo, comparativo. T-Students para comparar la media entre grupos. El nivel de significación se situó en 0.05.
Estudio 4	Incidencia de lesiones en el hockey sobre patines durante dos temporadas: estudio comparativo.	Estudio prospectivo.	n = 23	a) Tipo, localización y número de lesiones. b) Causa y naturaleza de la lesión. c) Número de lesiones en competición y en entrenamiento.	Cuestionario estructurado por la Real Federación Española de Patinaje.	Análisis descriptivo y comparativo. Cálculo de frecuencias de cada una de las variables individualmente y en relación con las variables independientes relevantes. T-Students para comparar la media entre grupos. El nivel de significación se situó en 0.05.

PARTE III – Resultados

4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de cada estudio individual que comprende la presente Tesis Doctoral.

ESTUDIO 1

La importancia de un equipo multidisciplinario y de los servicios de acondicionamiento en los clubes de elite de hockey sobre patines

Para cumplir con los objetivos propuestos decidimos entrevistar a los responsables de la preparación física de los equipos masculinos que participaron durante la temporada 2014-2015 en la liga española de máxima categoría de hockey sobre patines (máxima categoría nacional, $n = 12$) y en liga española de segunda máxima categoría de hockey sobre patines (segunda máxima categoría nacional, $n = 16$).

Educación formal y formación continua del preparador físico

El 80% de los preparadores físicos de la liga de máxima categoría de hockey sobre patines eran Licenciados o Graduados en Ciencias de la Actividad física y del Deporte frente a un 40% de los de la liga de segunda máxima categoría ($p < 0.001$). Un 20% de ellos tenían el doctorado en áreas afines al desempeño humano. Respecto a la formación deportiva, el 45% de los preparadores físicos poseían el certificado de Entrenador Nacional de hockey sobre patines.

En los últimos tres años el 80% de los preparadores físicos habían realizado alguna actividad formativa de duración superior a 20 h. Además, el 90% afirmaba conocer el trabajo de la preparación física que llevaban a cabo otros preparadores de su mismo deporte y categoría. Respecto a la búsqueda de información en publicaciones especializadas, el 75% de los preparadores físicos afirmaron consultar habitualmente publicaciones periódicas especializadas no incluidas en *Science Citation Index (ISI)*, siendo un 10% los que afirmaron consultar publicaciones periódicas especializadas incluidas en el ISI.

Equipo multidisciplinario de ciencias del deporte

En ambas ligas todos los equipos tenían un primer entrenador. Un elevado porcentaje de los equipos de la liga de máxima categoría tenían preparador físico (75%), fisioterapeuta (91.7%) y médico (66.7%). Este porcentaje es significativamente inferior

en la liga de segunda máxima categoría: preparador físico (43.8%), fisioterapeuta (68.8%), médico (50%). El porcentaje de los equipos con masajistas (41.7% vs. 18.8%) y utileros, (83.3% vs. 62.6%) también es mayor en liga de máxima categoría respecto a la liga de segunda máxima categoría. En ambas ligas, ningún equipo tenía contratado el servicio de un psicólogo del deporte (tabla 9).

Tabla 9. Porcentaje de equipos con profesionales en sus plantillas.

	Máxima categoría nacional (n = 12)		Segunda máxima categoría nacional (n = 16)		p
	Tiempo completo	Parcial	Tiempo completo	Parcial	
Entrenadores	100	0	100	0	
Preparadores de acondicionamiento físico	75	0	43.8	0	p < 0.001
Entrenadores asistentes	50	0	6.3	25	p < 0.001
Médicos	16.7	50	0	50	
Fisioterapeutas	75	16.7	43.8	25	p < 0.001
Masajistas	16.7	25	0	18.8	p < 0.001
Psicólogos	0	0	0	0	
Utileros	75	8.3	56.3	6.3	
Otros profesionales	33.3	0	62.5	0	
Los datos se expresan en porcentajes.					

Funciones realizadas por el preparador físico

Ninguno de los responsables de la preparación física tenía función de primer entrenador. Un 43.8% de los preparadores físicos de la liga de segunda máxima categoría y un 33.3% de los preparadores físicos de la liga de máxima categoría desempeñaban funciones de técnico auxiliar como segundo entrenador o como entrenador de porteros.

Nivel de asistencia del preparador físico a las sesiones de entrenamiento y a la competición

Un 83.3% de los preparadores físicos de la liga de máxima categoría asistían a todas las sesiones de entrenamiento de sus respectivos equipos frente al 62.5% de los preparadores físicos de la liga de segunda máxima categoría ($p < 0.05$). Similar relación se establecía en la comparación de estas dos ligas respecto a la asistencia a todos los partidos de competición (91.7 vs. 50%, $p < 0.05$).

Deficiencias en el contexto de trabajo

En la tabla 10 se muestran para ambas ligas los aspectos que presentaban deficiencias a juicio de los preparadores físicos, y que por tanto su mejora podría incrementar el nivel de condición física de los jugadores. Las deficiencias observadas por los preparadores físicos de la liga de segunda máxima categoría fueron significativamente mayores que las deficiencias observadas por los preparadores de la liga de máxima categoría. En ambas ligas las principales deficiencias estaban asociadas al equipamiento para el entrenamiento de fuerza, a las infraestructuras del entrenamiento y al equipamiento de evaluación. Resaltable es que en ambas ligas un porcentaje relativamente elevado de preparadores físicos manifestaron que el tiempo dedicado al acondicionamiento físico era insuficiente: 33.3% en la liga de máxima categoría vs. 56.3% en la liga de segunda máxima categoría. En este contexto, también resaltaron como deficiente la disponibilidad de los jugadores para asistir a todas las sesiones de entrenamiento: 16.7% en la liga de máxima categoría vs. 62.5% en la liga de segunda máxima categoría.

Tabla 10. Deficiencias en el contexto de trabajo.

	Máxima categoría nacional (n = 12)	Segunda máxima categoría nacional (n = 16)	<i>p</i>
Equipamiento de fuerza	50	81.3	<i>p</i> < 0.05
Infraestructuras	41.7	75	<i>p</i> < 0.05
Equipamiento de evaluación	41.7	75	<i>p</i> < 0.05
Tiempo dedicado al acondicionamiento físico	33.3	56.3	
Auxiliar de acondicionamiento físico	25	25	
Viajes	33.3	50	
Disponibilidad de jugadores	16.7	62.5	<i>p</i> < 0.05
Expertos en evaluación	41.7	56.3	<i>p</i> < 0.05
Relaciones con el cuerpo técnico	16.7	18.8	
Medios de recuperación	25	56.3	<i>p</i> < 0.05
Otros aspectos	16.7	12.5	

Los datos se expresan en porcentajes.

Sentimientos del preparador físico de reconocimiento del trabajo profesional

Prácticamente la totalidad de los preparadores físicos manifestaron sentirse suficientemente valorados por sus respectivos jugadores (89.3%) y entrenadores

(82.1%), aunque con relación al club (directiva y presidente) y a la prensa este sentimiento positivo estaba menos extendido.

La mitad de los preparadores físicos de la liga de máxima categoría consideraba estar bien remunerado económicamente. Este porcentaje fue claramente inferior (18.8%) en los preparadores físicos de la liga de segunda máxima categoría.

Respecto a la futura trayectoria profesional, el 41.7% de los preparadores físicos de la liga de máxima categoría manifestaron tener la intención de buscar otra actividad profesional diferente, comparado con el 75% de los preparadores físicos de la liga de segunda máxima categoría.

ESTUDIO 2

Prácticas del entrenamiento con sobrecargas en los equipos españoles de elite de Hockey Sobre Patines

Para cumplir con los objetivos propuestos, de forma equivalente al estudio 1, decidimos entrevistar a los responsables de la preparación física de los equipos masculinos que participaron durante la temporada 2014-2015 en la liga española de máxima categoría de hockey sobre patines (máxima categoría nacional, n = 12) y en liga española de segunda máxima categoría de hockey sobre patines (segunda máxima categoría nacional, n = 16).

Los ejercicios del entrenamiento con sobrecargas

Todos los preparadores físicos incluían el trabajo con ejercicios con sobrecargas en su programa de entrenamiento.

Ejercicios de la musculatura extensora de las extremidades superiores: pectoral, hombros y tríceps

Como se observa en la tabla 11, todos los ejercicios extensores de las extremidades superiores eran utilizados por un mayor porcentaje de preparadores físicos de la liga de máxima categoría respecto a la liga de segunda máxima categoría. Únicamente los ejercicios de prensa de pecho en máquina, prensa de pecho con mancuernas, prensa de hombros con máquina y polea de tríceps eran utilizados de forma habitual por más de la mitad de los preparadores físicos de la liga de máxima categoría. Esto ocurría así en la liga de segunda máxima categoría únicamente para los ejercicios de prensa de pecho con mancuernas y polea de tríceps. En ambas ligas, el porcentaje de preparadores físicos que utilizaban ejercicios de pectoral, hombros y tríceps con máquina fue significativamente superior al porcentaje que utilizaba pesos libres.

Tabla 11. Extensores de las extremidades superiores: ejercicios de pecho, hombros y tríceps.

	Máxima categoría nacional (n = 12)	Segunda máxima categoría nacional (n = 16)	<i>p</i>
Prensa de pecho en máquina	75	25	<i>p</i> < 0.05
Prensa de pecho con barra	25	6.3	<i>p</i> < 0.05
Prensa de pecho con mancuernas	75	56.3	
Prensa de hombros con máquina	58.3	25	<i>p</i> < 0.05
Prensa de hombros con barra	25	0	<i>p</i> < 0.05
Prensa de hombros con mancuernas	25	12.5	<i>p</i> < 0.05
Polea de tríceps	75	50	<i>p</i> < 0.05
Press francés	33.3	25	
Tríceps con mancuernas	41.7	25	<i>p</i> < 0.05
Los datos se expresan en porcentajes			

Ejercicios de la musculatura flexora de las extremidades superiores: dorsal y bíceps

Todos los ejercicios flexores de las extremidades superiores, exceptuando los ejercicios de dorsal con barra y bíceps con barra, fueron significativamente más utilizados por los preparadores físicos de la liga de máxima categoría respecto a la liga de segunda máxima categoría (*p* < 0.05) (Tabla 12).

Tabla 12. Ejercicios de la musculatura flexora de las extremidades superiores: dorsal y bíceps.

	Máxima categoría nacional (n = 12)	Segunda máxima categoría nacional (n = 16)	<i>P</i>
Dorsal alto máquina	75	25	<i>p</i> < 0.05
Dorsal bajo máquina	50	12.5	<i>p</i> < 0.05
Dorsal barra	58.3	56.3	
Dorsal mancuerna	66.6	37.5	<i>p</i> < 0.05
Bíceps máquina	25	6.3	<i>p</i> < 0.05
Bíceps barra	66.6	62.5	
Bíceps mancuernas	75	56.3	<i>p</i> < 0.05
Otros	33.3	37.5	
Los datos se expresan en porcentajes			

Ejercicios de antebrazo y mano

Un 16.7% de los preparadores físicos de la liga de máxima categoría incluían en sus programas de entrenamiento los ejercicios de flexión y extensión de antebrazo con barra y un 8.3% con mancuernas, además del ejercicio de flexión y extensión de mano (8.3%). Mientras que, únicamente un 12.5% de los equipos de la segunda máxima categoría nacional utilizaron estos mismos ejercicios (tabla 13).

Tabla 13. Ejercicios de antebrazo y mano.

	Máxima categoría nacional (n = 12)	Segunda máxima categoría nacional (n = 16)
Flexo-extensión de antebrazo barra	16.7	12.5
Flexo-extensión de antebrazo mancuerna	8.3	12.5
Flexo-extensión de mano	8.3	12.5
Otros	16.7	18.8
Los datos se expresan en porcentajes		

Ejercicios abdominales

Todos los preparadores físicos incluyeron en sus programas de entrenamiento diversos ejercicios para trabajar la musculatura abdominal, incluidos los abdominales con las rodillas dobladas y los ejercicios de contracción.

Ejercicios de la musculatura de las extremidades inferiores: cadera, muslos y gemelos

Como se observa en la Tabla 14, los ejercicios olímpicos de arrancada y cargada fueron utilizados en mayor medida por los equipos de la liga de máxima categoría que por los equipos de la liga de segunda máxima categoría. Los equipos de la liga de máxima categoría prioritariamente utilizaban la sentadilla con barra, mientras que en los equipos de la liga de segunda máxima categoría predominó la sentadilla en máquina. El ejercicio de subida a banco con barra no fue utilizado por ningún preparador físico. Similar porcentaje de equipos de las dos ligas utilizaron split con barra, prensa de piernas en máquina y extensores de pierna en máquina. En la liga de máxima categoría hubo un mayor porcentaje de equipos que trabajó gemelos, frente a la segunda máxima categoría, siendo este trabajo prioritariamente en máquina. Los ejercicios de aducción-abducción de cadera y de prensa de pecho lanzado fueron escasamente utilizados por los preparadores físicos de ambas ligas. Es destacable que el ejercicio balístico de media sentadilla salto apenas fue utilizado por los preparadores físicos de ambas ligas. Tampoco fue apenas utilizado el ejercicio de media sentadilla por los preparadores físicos de ambas ligas.

Tabla 14. Extremidades inferiores: ejercicios de caderas, muslos y gemelos.

	Máxima categoría nacional (n = 12)	Segunda máxima categoría nacional (n = 16)
Arrancada o variantes	50	37.5
Cargada o variantes	41.7	31.3
Sentadilla con máquina	16.7	31.3
Media sentadilla en salto	16.7	6.3
Media sentadilla	8.3	6.3
Sentadilla con barra	58.3	25
Subida banco con barra	0	0
Split con barra	58.3	56.3
Prensa de piernas con máquina	58.3	56.3
Extensión de piernas (cuádriceps)	58.3	31.3
Gemelos con máquina	58.3	25
Gemelos con barra	16.7	6.3
Aducción-abducción de cadera	0	6.3
Prensa de pecho lanzado	16.7	6.3

Los datos se expresan en porcentajes

Análisis global de los ejercicios más utilizados

En resumen, los ejercicios que fueron implementados por más del 50% de los preparadores físicos son mostrados en la Tabla 15.

Tabla 15. Ejercicios más utilizados para cada categoría.

Máxima categoría nacional (n = 12)		Segunda máxima categoría nacional (n = 16)		
1	Dorsal alto máquina	75	Bíceps barra	62.5
2	Prensa de pecho con máquina	75	Prensa de pecho con mancuerna	56.3
3	Prensa de pecho con mancuernas	75	Dorsal barra	56.3
4	Polea de tríceps	75	Bíceps mancuernas	56.3
5	Bíceps mancuernas	75	Split con barra	56.3
6	Dorsal mancuerna	66.6	Prensa de piernas con máquina	56.3
7	Bíceps barra	66.6	Polea de tríceps	50
8	Prensa de hombros con máquina	58.3		
9	Sentadilla con barra	58.3		
10	Split con barra	58.3		
11	Prensa de piernas con máquina	58.3		
12	Extensión de piernas (cuádriceps)	58.3		
13	Gemelos con máquina	58.3		
14	Dorsal barra	58.3		
15	Arrancada	50		
16	Dorsal bajo máquina	50		

Los datos se expresan en porcentajes

Intervalos de intensidad de carga

La tabla 16 muestra el porcentaje de preparadores físicos que indicaron trabajar en los diferentes intervalos de intensidad.

Tabla 16. Intensidad relativa de carga en función de la categoría.

	Máxima categoría nacional (n = 12)	Segunda máxima categoría nacional (n = 16)
menos 30% de 1RM	8.3	12.5
30-50% de 1RM	25	25
50-70% de 1RM	58.3	37.5
70-90% de 1RM	66.7	43.8
más de 90% de 1RM	33.3	43.8

Los datos se expresan en porcentajes

Solo el 10.7% de los preparadores físicos trabajaba con una carga inferior al 30% de 1RM. También un bajo porcentaje de los equipos trabajaron en el rango de intensidad del 30-50% de 1RM. Más de la mitad de los preparadores físicos de la liga de máxima categoría indicaron trabajar en el intervalo de intensidad del 50-70% de 1RM, siendo el porcentaje superior al reportado por los preparadores físicos de la liga de segunda máxima categoría. El intervalo de intensidad del 70-90% de 1RM fue el más utilizado en ambas ligas, con un porcentaje significativamente superior en los equipos de la liga de máxima categoría. Por el contrario, un mayor porcentaje de equipos de la liga de segunda máxima categoría respecto a la liga de máxima categoría utilizó el rango de intensidad del 90-100% de 1RM (tabla 16).

El entrenamiento óptimo de la intensidad de carga

Diez equipos no trabajaron con diferentes intervalos de intensidades de carga, siete de ellos de la liga de segunda máxima categoría. Además, más de la mitad de los equipos de la segunda máxima categoría no trabajaron con el intervalo mínimo de carga recomendado, 50-90% de 1RM. En cambio, encontramos que más de la mitad de los equipos de la máxima categoría, trabajaron con el mínimo intervalo de carga recomendado, 50-90% de 1RM.

ESTUDIO 3

El uso de tecnología asociada al control del entrenamiento de fuerza en clubes de elite de hockey sobre patines.

Tecnología asociada al control del entrenamiento de fuerza: diferencias entre categorías

Más de la mitad de los preparadores físicos de la liga de máxima categoría utilizaba el encoder lineal. Este instrumental era utilizado únicamente por un 31.3% de los equipos de la liga de segunda máxima categoría. En ambas ligas la plataforma de contactos fue utilizada por un bajo porcentaje de preparadores físicos (Tabla 17).

Tabla 17. Porcentaje de los equipos que utilizaron el encoder lineal y la plataforma de contactos.

	Máxima categoría nacional (n = 12)	Segunda máxima categoría nacional (n = 16)
Encoder lineal	50.0	31.3
Plataforma de contactos	33.3	25
Los datos se expresan en porcentajes		

Velocidad de ejecución de las repeticiones

Un total de 3 equipos trabajaron con una intensidad <30% de 1RM, los preparadores físicos indicaron ejecutar a no máxima velocidad de ejecución y no fallo muscular. Para una intensidad del 90-100% de 1RM, todos los equipos que trabajaron en este rango ejecutaron las repeticiones a la no máxima velocidad. Un mayor porcentaje de los equipos de la máxima categoría con relación a los equipos de la segunda máxima categoría nacional ejecutaron las repeticiones a la máxima velocidad a una intensidad del 50-70% y 70-90% de 1RM. Algunos de los equipos de ambas categorías también trabajaron a no máxima velocidad, en intensidades del 50-70% y 70-90% de 1RM, concretamente 9 y 11 equipos respectivamente (tabla 18a y 18b).

Tabla 18a. Combinación entre la velocidad de ejecución y el fallo muscular para cada intervalo de intensidad de carga.

	Máxima velocidad y no fallo muscular		Máxima velocidad y fallo muscular	
	Máxima categoría nacional (n = 12)	Segunda máxima categoría nacional (n = 16)	Máxima categoría nacional (n = 12)	Segunda máxima categoría nacional (n = 16)
< 30% de 1RM	0	0	0	0
30-50% de 1RM	0	0	0	0
50-70% de 1RM (n = 13)	58.3	37.5	0	0
70-90% de 1RM (n=15)	66.7	43.8	0	0
90-100% de 1RM	0	0	0	0

Los datos se expresan en porcentajes

Entrenamiento hasta el fallo muscular

Ningún preparador físico realizó el entrenamiento hasta el fallo muscular para ninguna intensidad (tabla 18a y 18 b).

Tabla 18b. Combinación entre la velocidad de ejecución y el fallo muscular para cada intervalo de intensidad de carga.

	No máxima velocidad y no fallo muscular		No máxima velocidad y fallo muscular	
	Máxima categoría nacional (n = 12)	Segunda máxima categoría nacional (n = 16)	Máxima categoría nacional (n = 12)	Segunda máxima categoría nacional (n = 16)
< 30% de 1RM (n = 3)	8.3	12.5	0	0
30-50% de 1RM (n = 7)	25	25	0	0
50-70% de 1RM (n = 9 equipos)	41.7	25.0	0	0
70-90% de 1RM (n = 11)	50.0	31.3	0	0
90-100% de 1RM (N = 11)	33.3	43.8	0	0

Los datos se expresan en porcentajes

Todos los equipos que trabajaron en el rango del 50-90% de 1RM realizaron los ejercicios a la máxima velocidad y sin llegar al fallo muscular. También estos equipos trabajaron sin realizar la máxima velocidad posible de las repeticiones y sin llegar al fallo muscular (tablas 18a y 18b).

La totalidad de los preparadores físicos de la máxima categoría que manifestaron utilizar la plataforma de contacto utilizaron el SJ y el CMJ como las pruebas de salto

más utilizadas. También la totalidad de los equipos de la segunda máxima categoría que indicaron utilizar la plataforma de contactos ejecutaban los test SJ y CMJ, aunque esta valoración únicamente era utilizada por el 33.3% de los equipos de la máxima categoría y por el 25% de los equipos de la segunda máxima categoría (tabla 19).

El resto de las pruebas de salto tradicionalmente utilizadas para valorar el perfil neuromuscular de los deportistas apenas fueron utilizados por los equipos de las ligas de ambas categorías (tabla 19).

Tabla 19. Pruebas de altura de salto vertical utilizadas por los preparadores de acondicionamiento físico.

	Máxima categoría nacional (n = 12)	Segunda máxima categoría nacional (n = 16)
SJ	33.3	25
CMJ	33.3	25
CMJA	8.3	0.0
BDJ	25.0	0.0
LCMJ	0.0	0.0
CMJ 15s	0.0	0.0

SJ = sentadilla con salto, CMJ = salto con contramovimiento, CMJA = salto con contramovimiento con balanceo de brazos, BDJ = Salto con caída y rebote, LCMJ = salto con contramovimiento cargado, CMJ 15 s = salto con contramovimiento durante 15s.
Los datos se expresan en porcentajes

ESTUDIO 4

Incidencia de lesiones en el hockey sobre patines durante dos temporadas: estudio comparativo.

En las temporadas estudiadas 13 jugadores compitieron en la liga autonómica y 10 jugadores en la liga de máxima categoría, obteniendo una muestra final de 23 jugadores. La tabla 20 muestra las características de la muestra.

Se registraron un total de 88 lesiones. La media de lesiones por equipo fue de 1.8 lesiones por temporada en el equipo de categoría autonómica y de 2.0 en el equipo de máxima categoría.

Tabla 20. Estadísticos descriptivos.

	Equipo de categoría autonómica (n = 13)		Equipo de máxima categoría (n = 10)	
	Promedio	DT	Promedio	DT
Edad	31.9	8.8	28.7	6.8
Talla (m)	1.8	0.1	1.8	0
Peso (Kg)	82.7	10.0	74.9	5.2
IMC	25.7	2.6	23	1.6

Gravedad de la lesión

De las 88 lesiones, 14 fueron consideradas de carácter leve (15.9%), 44 de carácter moderado (50%) y 30 de carácter grave (34.1%) (figura 3). Las más frecuentes fueron de tipo muscular que supusieron el 25% del total de lesiones registradas. El mecanismo de lesión más frecuente fue el traumático, siendo la causa de aproximadamente dos tercios del total de las lesiones reportadas. La localización más frecuente fueron las extremidades superiores y la cabeza. Si atendemos a la lateralidad fue observado que la derecha es la parte más afectada (tabla 21).

Tabla 21. Características de las lesiones por localización.

	Equipo de categoría autónoma (n = 13)		Equipo de máxima categoría (n = 10)	
	Nº	%	Nº	%
Rotura fibrilar	12	25	10	25
Fractura	16	33.3	4	10
Herida/corte	10	20.8	6	15
Otras	2	4.2	8	20
Esguince	2	4.2	4	10
Contusión	4	8.3	2	5
Luxación	0	0	4	10
Conmoción cerebral	0	0	2	5
Contusión con herida	2	4.2	0	0
Órgano interno	0	0	0	0
Total	48	100	40	100

En los dos equipos la lesión más frecuente fue la muscular. Las fracturas y las heridas/cortes fueron más frecuentes en el equipo de la liga autónoma que en el equipo de la liga de máxima categoría. Por el contrario, las pequeñas molestias, catalogadas como otras lesiones, fueron las más frecuentes después de las lesiones musculares entre los jugadores del equipo de máxima categoría (figura 3). No hubo diferencias significativas de lesiones leves entre los jugadores del equipo de máxima categoría y del equipo de categoría autónoma. Las lesiones de carácter moderado fueron más frecuentes en el equipo de máxima categoría que en el equipo de categoría autónoma (65 vs. 37.5%). Por el contrario, las lesiones de carácter grave fueron más frecuentes en el equipo de categoría autónoma que en el equipo de máxima categoría (45.8 vs. 20%) (figura 3).

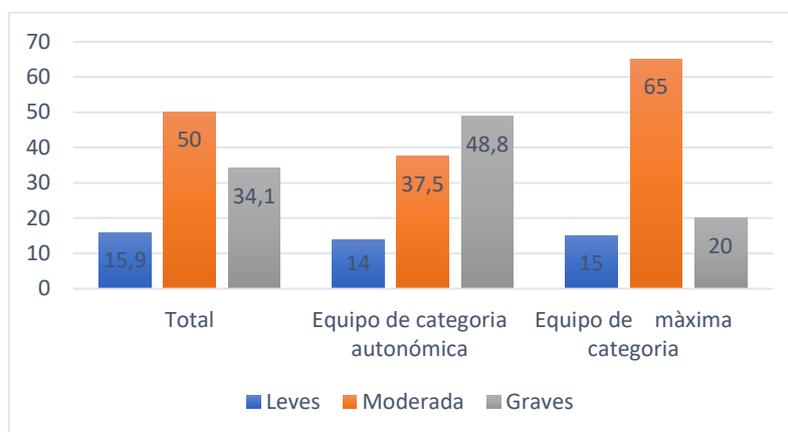


Figura 3. Clasificación de las lesiones según el tiempo fuera de la competición.

Según la naturaleza de la lesión el traumatismo fue lo más común en el equipo de categoría autonómica, mientras que las sobrecargas fueron las más comunes en el equipo de máxima categoría (tabla 22).

Tabla 22. Distribución de las lesiones en función de las variables analizadas.

		Leves		Moderadas		Graves	
		Categoría autonómica	Máxima categoría	Categoría autonómica	Máxima categoría	Categoría autonómica	Máxima categoría
Tipo	Esguince	0	0	11.1	15.4	0	0
	Fractura	0	0	11.1	7.7	63.6	25
	Luxación	0	0	0	15.4	0	0
	Rotura fibras	0	0	33.3	23.1	27.3	50
	Contusión	25	0	22.2	7.7	0	0
	Herida/Corte	75	100	22.2	0	0	0
	Conmoción cerebral	0	0	0	7.7	0	0
	Órgano interno	0	0	0	0	0	0
	Otras	0	0	0	23.1	9.1	25
Naturaleza	Aguda (traumat. directo)	100	100	55.6	38.5	63.6	0
	Sobrecarga	0	0	44.4	61.5	36.4	100
Localización	Cabeza/Cara	75	100	33.3	7.7	18.2	0
	Tronco/Pelvis	0	0	0	15.4	9.1	0
	Extremidad Superior	25	0	22.2	38.5	45.5	25
	Extremidad Inferior	0	0	44.4	38.5	27.3	75
Lateralidad	Derecha	25	0	44.4	53.8	45.5	50
	Izquierda	0	0	22.2	23.1	27.3	50
	Sin lateralidad	75	100	33.3	23.1	27.3	0
Causa	Golpe con el puck	25	66.7	11.1	15.4	18.2	0
	Golpe con stick (SL)	50	33.3	33.3	7.7	27.3	0
	Choque con la portería	0	0	0	0	0	0
	Choque con jugador	0	0	0	7.7	18.2	0
	Choque con la valla	0	0	11.1	7.7	0	0
	Carga con el cuerpo	0	0	0	0	0	0
	Carga con stick (CC)	0	0	0	0	0	0
	Carga por detrás	0	0	0	0	0	0
	Zancadilla	0	0	0	0	0	0
	No contacto	0	0	0	30.8	9.1	25
	Patinando	0	0	44.4	23.1	9.1	25
	Pelea	0	0	0	0	0	0
	Otra	25	0	0	7.7	18.2	50

Datos expresados en porcentajes

Causa de la lesión

En el equipo de la máxima categoría, la gran mayoría de las lesiones de tipo leve se produjeron por golpes de stick (33.3%) o con el puck (66.7%), mientras que en los jugadores de la categoría autonómica además de stick y puck, hubo otras causas detonantes de las lesiones con un 25%. En cambio, cuando las lesiones fueron moderadas o graves la causa de las lesiones varió notablemente en ambas categorías, puesto que los factores causantes fueron entre otros: lesiones sin contacto, choque con jugadores y vallas, patinando o incluso otras causas no especificadas (tabla 22).

Hay diferencias significativas en el porcentaje de lesiones graves provocadas por golpes de stick entre la categoría autonómica y la máxima categoría (27.3 vs 0%) o golpes con puck (18.2 vs 0%). También se observaron diferencias en las lesiones moderadas y leves entre ambas categorías para estas mismas causas. Añadir, además, que observamos que las lesiones de carácter moderado sin contacto eran más frecuentes en el equipo de máxima categoría que en el equipo de categoría autonómica (30.8 vs 0%), mientras que las lesiones moderadas donde la causa fue el patinaje, fueron superiores para el equipo autonómico con respecto al de la máxima categoría (44.4 vs 23.1%) (tabla 22).

Momento de la lesión

Encontramos diferencias en cuanto al número de lesiones producidas durante la competición y durante los entrenamientos. En nuestro estudio, el 73.9% de las lesiones se produjo durante la competición (tabla 23). Esto fue así para ambos equipos, así el porcentaje de lesiones durante la competición fue del 75% en el equipo de la liga autonómica y del 72.5% en el equipo de máxima categoría.

Tabla 23. Número de lesiones producidas.

	Equipo de categoría autonómica (n = 13)	Equipo de máxima categoría (n = 10)
Competición	75	72.5
Entrenamiento	25	27.5
Los datos se expresan en porcentajes		

PARTE IV – Discusión General y Conclusiones

5. DISCUSIÓN

Este es el primer estudio en analizar los servicios de acondicionamiento físico en las máximas categorías nacionales del hockey sobre patines. En este contexto, se han analizado para las dos máximas categorías el perfil formativo del responsable de la preparación física, el equipo multidisciplinario de trabajo y el entorno de entrenamiento. Como parte principal de la preparación física se han analizado también las características del entrenamiento con sobrecargas aplicadas por los equipos, así como el control y la reorientación que realizan del entrenamiento con sobrecargas. En este contexto también se han analizado la incidencia de lesiones y sus causas en equipos de distinta categoría. A continuación, realizamos una discusión relativa a los principales hallazgos del estudio.

ESTUDIO 1

La importancia de un equipo multidisciplinario y de los servicios de acondicionamiento físico en los clubes de elite de hockey sobre patines

Los análisis de este trabajo representan potencialmente una reflexión de los servicios de acondicionamiento físico en el hockey sobre patines en una las mejores ligas del mundo.

Probablemente debido a la utilización de una entrevista personal la ratio de respuesta fue superior al 90%, que es mayor que la reportada en la mayoría de prospecciones de ligas nacionales (Sutherland & Wiley, 1997; Ebben et al., 2005; Simenz et al., 2005; Ebben et al., 2004; Reverter-Masia et al., 2009; Reverter-Masia et al., 2008; Reverter-Masia et al., 2012).

Los resultados de este estudio muestran que el perfil de los preparadores físicos y el entorno de entrenamiento están asociados con el nivel de profesionalización de los equipos. Así, la mayoría de los equipos de la liga de máxima categoría tenían contratado exclusivamente para el desarrollo del acondicionamiento físico de los jugadores a un preparador físico con graduación en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. En cambio, solamente el 43.8% los preparadores físicos de la liga de segunda máxima categoría fueron contratados a tiempo completo. Los resultados de este estudio confirmarían que el acondicionamiento físico está asociado al nivel de profesionalización de los equipos. En este sentido, es reseñable que la liga de máxima categoría española de hockey sobre patines está considerada como una de las mejores del mundo.

En la liga de segunda máxima categoría, un elevado porcentaje de los preparadores físicos no asistía a todas las sesiones de entrenamiento y a las competiciones. Adicionalmente, en esta liga un elevado porcentaje de preparadores físicos expresó deficiencias sobre la disponibilidad de los jugadores y sobre el tiempo dedicado al desarrollo de la condición física. La ausencia de continuidad de los preparadores físicos y de los jugadores de estos equipos durante el entrenamiento hace imposible aplicar una adecuada carga de entrenamiento (Reverter-Masia et al., 2008; Oliveira et al., 2014), y como consecuencia, el óptimo desarrollo de la condición física.

Entre la liga de máxima categoría y la liga de segunda máxima categoría encontramos diferencias significativas en numerosos aspectos que pueden ser especialmente relevantes para el desarrollo de la condición física de los jugadores: disponibilidad del preparador físico, asistencia del preparador físico a las sesiones de entrenamiento y a las competiciones, disponibilidad de los jugadores, tiempo dedicado al programa de condición física, equipamiento para el entrenamiento de fuerza, nivel de apreciación de la labor profesional del preparador físico, etc. Estos resultados sugieren que los equipos más profesionales, con mayores presupuestos, se toman muy seriamente las necesidades de fuerza y acondicionamiento de sus jugadores e intentan prepararlos mejor para la competición.

Sin embargo, también en los equipos profesionales fueron observadas importantes deficiencias que en teoría no pueden ser asociadas a un déficit de presupuesto. Las deficiencias mencionadas por los preparadores físicos con relación a algunos de los aspectos que elevarían la condición física de los jugadores deben ser analizadas con precaución. Es asumido que estas deficiencias derivan de una opinión subjetiva y que pueden estar influenciadas por la falta de conocimiento de algunos de los factores que fueron analizados. Así, un preparador físico puede considerar un cierto aspecto como no deficiente, incluso cuando las condiciones en su equipo lo son, mientras que, en otro equipo, con mejores condiciones, un preparador físico puede pensar que los recursos son todavía insuficientes.

Debe ser resaltado que las principales deficiencias están asociadas con el equipamiento del entrenamiento de la fuerza y con las instalaciones, lo cual puede ser justificable en algunos equipos debido a las limitaciones en el presupuesto, pero es probable que en otros equipos sea el resultado de la falta de conciencia de los directivos y/o entrenadores con relación a la importancia de estos aspectos. De hecho, en un elevado porcentaje, las personas responsables de los programas de condición física no sintieron reconocida su labor profesional por parte de los directivos del equipo.

No obstante, el porcentaje de los preparadores físicos que no expresaron deficiencias en relación con el equipamiento de evaluación y o con los medios de recuperación es sorprendentemente bajo. Es difícil pensar que un equipo que no tiene las condiciones ideales de equipamiento para el entrenamiento de fuerza tenga el equipamiento de evaluación y los medios de recuperación óptimos, dadas las limitaciones de presupuesto para adquirir este equipamiento. Probablemente, estos resultados pueden ser explicados por la ausencia de conocimiento por parte de la persona responsable de la condición física de la importancia de la evaluación y de la recuperación para el desarrollo de la condición física de los jugadores, y/o por las deficiencias en el manejo de este equipamiento. Esto nos conduce a pensar que hay deficiencias en el proceso de la evaluación y la recuperación de los jugadores. Probablemente, estos resultados puedan estar relacionados con el hecho de que muchos preparadores físicos no han recibido la suficiente información científica continuada (Reverter-Masia et al., 2013; Reverter-Masa et al., 2015).

Un elevado porcentaje de los preparadores físicos no están satisfechos con la compensación económica que ellos reciben. Esto puede ser indicativo de que los directivos de los equipos dan poca importancia al programa de condición física.

De especial interés, es el hecho de que, durante los años siguientes a la graduación de los preparadores físicos, únicamente un muy bajo porcentaje continuó con más educación académica (grado de Master o de Doctor) o consultó revistas incluidas en *Science Citation Index*. El porcentaje de los preparadores físicos con grado de Master es menor en España que en los preparadores físicos de las ligas profesionales americanas y canadienses de béisbol, baloncesto, fútbol americano y hockey sobre hielo (Sutherland & Wiley, 1997), y también menor que entre los preparadores físicos universitarios americanos (Durrell et al., 2003). Probablemente, estas deficiencias puedan ser un indicador del menor grado de desarrollo del área del acondicionamiento físico en España. De acuerdo con Durrell, Pujol, Barnes, et al., (2003), y en base a estos hallazgos, existe la posibilidad de que muchos de los programas de fuerza y acondicionamiento físico estén basados en fuentes ausentes de credibilidad científica.

Este manuscrito lleva a cabo una comparación de los servicios de acondicionamiento físico en las ligas españolas de máxima categoría de hockey sobre patines. Los resultados encontrados muestran importantes deficiencias en el perfil de los preparadores físicos y en el entorno de entrenamiento.

Probablemente, una mejora en el perfil del preparador físico, la promoción de continuar adquiriendo formación científica y la mejora del entorno de entrenamiento podrían elevar el nivel de condición física de los equipos.

Los recursos humanos implicados en maximizar el rendimiento deportivo deben disponer de un amplio equipo multidisciplinario de trabajo, formado por profesionales especializados, con una adecuada preparación y una dedicación prioritaria. Por lo tanto, el deportista requiere la atención de profesionales altamente cualificados en ámbitos tan diferentes como la valoración y el control del entrenamiento, las ayudas ergogénicas y nutricionales, el apoyo psicológico, la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de lesiones y el control sanitario (Reverter et al., 2008, Sánchez 2003).

Una de las principales dificultades en el proceso de desarrollo de la condición física en los deportes de equipo es la ratio técnicos/deportistas. Un preparador físico que no disponga del personal asistente para el trabajo de condición física, difícilmente va a ser capaz de individualizar el entrenamiento según las necesidades específicas de sus jugadores. Este proceso de desarrollo de la condición física en los deportes de equipo depende de numerosos factores como la edad de los jugadores, su experiencia previa en el entrenamiento, las funciones que desarrollan en el equipo, etc. (Smith & Rutherford, 1995, Sánchez 2003). Al respecto, un importante número de los preparadores físicos manifestaron deficiencias en relación al personal asistente disponible en sus respectivos equipos. Estos resultados evidencian que los programas de acondicionamiento físico estaban seriamente limitados por una falta de concienciación sobre las necesidades del cuerpo técnico.

ESTUDIO 2

Prácticas del entrenamiento con sobrecargas en los equipos españoles de elite de hockey sobre patines

A partir de los hallazgos de este trabajo existe la posibilidad de que muchos de los programas de fuerza y acondicionamiento físico estén basados en fuentes ausentes de credibilidad científica, aspecto que ya ha sido resaltado por otros autores (Buchheit, 2017; Haff, 2010) que afirman que una investigación deficiente desacredita la profesión del preparador físico. De hecho, se encontraron deficiencias importantes en varios de los componentes de los programas del entrenamiento con sobrecargas para el desarrollo físico de los jugadores de los equipos de hockey sobre patines estudiados.

Si atendemos a los ejercicios utilizados para el acondicionamiento físico estarían en concordancia con los encontrados en otras prospecciones que analizaron los ejercicios utilizados en deportes de equipo, que indicaron que las variantes de los ejercicios olímpicos y la sentadilla son los ejercicios más comúnmente utilizados en jugadores de elite (Ebben et al., 2005; Ebben et al, 2004; Ebben et al, 2001; Simenz et al., 2005) y en jugadores universitarios (Durrel et al, 2003). Nosotros encontramos que mayoritariamente los preparadores físicos de la liga de máxima categoría utilizaron la arrancada y/o variantes, mientras que los equipos de la liga de segunda máxima categoría utilizaron en mayor medida el split con barra y la prensa de piernas con máquina. Los ejercicios olímpicos son considerados como algunos de los mejores ejercicios para maximizar el rendimiento deportivo (Garhammer, 1993; Haff et al., 2001). Los ejercicios de sentadillas completas son necesarios para la prevención de lesiones de rodillas (Poliquin, 1992), y en nuestro estudio fueron utilizados solamente por aproximadamente la mitad de los equipos.

Una gran variedad de ejercicios uniarticulares fueron utilizados por los equipos de la liga de máxima categoría, siendo el ejercicio de prensa de piernas con máquina uno de los más utilizados por los preparadores físicos. El ejercicio de aducción-abducción de cadera y de prensa de piernas con máquina pueden ser adecuados para el fortalecimiento después de una lesión, pero su eficacia para mejorar el rendimiento es dudosa (Panariello, 1991). La utilización de muchos ejercicios puede ser excesivo en el entrenamiento con sobrecargas (Reverter-Masia et al., 2009). Con relación a este asunto, varios estudios han establecido un umbral óptimo del volumen de entrenamiento con sobrecargas (Bosco et al., 2000; Gonzalez-Badillo, Izquierdo et al., 2006a).

Entre los equipos de la liga de segunda máxima categoría un muy bajo porcentaje de los equipos utilizaron ejercicios con sobrecargas en máquinas. Esto podría estar asociado a la falta de infraestructuras y al tiempo dedicado para la prevención de las lesiones. También puede ser atribuido a que muchos de los equipos de la liga de segunda máxima categoría no disponen de un preparador físico titulado, y la falta de conocimientos en materia de recuperación del entrenador podría conllevar que se descuide esta área de trabajo.

Para ambas ligas muy pocos de los equipos encuestados utilizaban en sus programas de entrenamiento ejercicios balísticos de las extremidades superiores, como prensa de pecho lanzado. Ahora se sabe que las técnicas balísticas en el entrenamiento con sobrecargas son útiles para mejorar la potencia muscular y el rendimiento deportivo debido a que limitan la fase de desaceleración (Sarabia et al., 2017). Este resultado parece sugerir que existen deficiencias en el proceso de evaluación y del entrenamiento de los jugadores. Lo más probable es que estos resultados puedan estar relacionados con el hecho de que muchos de los preparadores de acondicionamiento físico no han recibido una adecuada información científica continuada.

En relación con los ejercicios flexores de las extremidades superiores más de la mitad de los equipos de la máxima categoría utilizaron esta tipología de ejercicios durante la preparación física, así, únicamente el ejercicio de bíceps con máquina no fue utilizado por la mayoría de los equipos. En cambio, el uso de los ejercicios flexores de las extremidades superiores fue muy poco utilizado en los equipos de la segunda máxima categoría, concretamente los ejercicios de dorsal alto con máquina, dorsal bajo con máquina, dorsal con mancuerna y bíceps con máquina. Estos resultados los atribuimos a la falta de instalaciones de la que disponen los equipos de la segunda máxima categoría. Esto puede implicar un mayor riesgo de lesión de la extremidad superior dominante (Aaltonen et al., 2007).

La mayoría de los equipos de la liga de máxima categoría trabajó con un intervalo de intensidad del 50-90% de 1RM, no ocurriendo lo mismo con los equipos de la liga de segunda máxima categoría. Estos datos revelan una adecuada estrategia de la intensidad de carga en muchos de los equipos analizados. De acuerdo con las conclusiones de numerosos estudios esta intensidad de carga es necesaria para incrementar la fuerza máxima y para elevar la potencia muscular y el rendimiento (Kawamori & Haff, 2004; Kraemer & Ratamess, 2004; McBride et al., 2002; Peterson et al., 2005; Wilson et al., 1993). Cabe reseñar que estos resultados estarían en la línea de los encontrados por Reverter-Masia et al. (2009) donde se evidenció que los equipos

de la máxima categoría de hockey sobre hierba tenían en teoría peor elección en las intensidades de carga que los equipos de las ligas de máxima categoría de balonmano, baloncesto, voleibol, fútbol sala y fútbol. Esto induce a pensar en la necesidad de formar continuamente a los técnicos hacia una práctica basada en el conocimiento científico.

Este estudio demuestra que hay diferencias significativas entre las ligas de un mismo deporte en la utilización de las prácticas del entrenamiento con sobrecargas en base a los principios científicos.

Los resultados globales de esta prospección sugieren que los programas del entrenamiento con sobrecargas utilizados por muchos de los equipos se diferencian significativamente del conocimiento científico (Cardoso-Marques et al., 2006^a; Follan et al., 2002; Izquierdo et al., 2006a; Kawamori & Haff, 2004; Kraemer & Ratamess, 2004; Lawton et al., 2006; Muun et al., 2005) y de los programas recomendados para el desarrollo físico de los jugadores de los deportes de equipo (Cardoso-Marques et al., 2006^a; Cardoso-Marques et al., 2006b; Gamble, 2006; Legaz-Arrese et al., 2007; Murlasits & Langley, 2002). Estos resultados también difieren de los datos comparables que han sido previamente reportados en prospecciones con equipos profesionales (Ebben et al., 2005; Ebben et al., 2004; Ebben & Blackard, 2001; Simenz et al., 2005), universitarios (Durrell et al., 2003) y de otras ligas de elite españolas (Reverter-Masia et al., 2009).

ESTUDIO 3

El uso de la tecnología asociada al control del entrenamiento de fuerza en clubes de elite de hockey sobre patines.

En este trabajo se determina el uso de la tecnología asociada al control del entrenamiento de fuerza en hockey sobre patines. Entonces, el análisis realizado puede ser un reflejo del impacto real de las nuevas tecnologías en el desarrollo del hockey sobre patines.

El conocimiento de la fuerza y la potencia realizadas a diferentes intensidades de la carga es esencial para el control del entrenamiento de fuerza (p. ej., Crewther et al., 2005). El encoder lineal permite medir el tiempo del desplazamiento de la barra y, por lo tanto, utilizar un algoritmo de diferencias finitas para determinar los datos de velocidad y aceleración, la fuerza (multiplicando la masa por los datos de aceleración) y la potencia (multiplicando la fuerza por los datos de velocidad). Esto permite una gran variabilidad de aplicaciones prácticas en el control del entrenamiento de fuerza: (a) determinando la curva fuerza-velocidad, la curva potencia-carga, el déficit de fuerza y la carga óptima para la máxima potencia mecánica, en cada caso, ejercicio, atleta y momento de la temporada (Izquierdo et al., 2002), y (b) examinar a diferentes intensidades de carga la velocidad de las repeticiones durante las series de repeticiones en cada ejercicio, atleta y momento de la temporada.

Los resultados de este estudio mostraron que solo un 39.3% de los preparadores físicos utilizaban el encoder lineal. Esto implica que un porcentaje significativo de los preparadores de acondicionamiento físico no cuentan con datos científicos para reorientar e individualizar el entrenamiento de fuerza. Actualmente, algunos autores destacan que la ejecución de las repeticiones a máxima velocidad puede ser una de las variables más determinantes para una transferencia óptima del entrenamiento resistido a la manifestación de la fuerza en habilidades motrices específicas (Izquierdo et al., 2006a, Muun et al., 2005).

En relación a la velocidad de ejecución de las repeticiones, un alto porcentaje de los equipos de la máxima categoría las ejecutaban a la máxima velocidad y sin llegar al fallo muscular con una intensidad comprendida entre el 50-90% de 1RM. Por el contrario, en los equipos de la segunda máxima categoría nacional menos de la mitad de los equipos trabajó en este rango de intensidad. Por lo tanto, atendiendo a la velocidad, una gran parte de los equipos estarían ejecutando correctamente los

ejercicios. De acuerdo con Lawton et al, (2006), ejecutar el número de repeticiones que pueden ser realizadas a la máxima velocidad puede inducir hipertrofia selectiva de las fibras rápidas y permitir una mayor transferencia de los efectos del entrenamiento para la mejora de la velocidad de las tareas motrices específicas.

También hay un porcentaje de equipos, mayoritariamente de la liga de máxima categoría, que, trabajando a la velocidad e intervalos de intensidad correctos, también trabajan ejercicios sin ejecutar las repeticiones a la máxima velocidad y sin llegar al fallo muscular. Este hecho lo atribuimos a los ejercicios para la prevención de lesiones (Ford-Vanmeerhaeghe et al., 2016), por lo que estarían actuando correctamente.

Se ha informado que, durante una serie de repeticiones hasta el fallo muscular, la velocidad de las repeticiones disminuye naturalmente a medida que aumenta la fatiga (Izquierdo et al., 2006a, Lawton et al., 2006). Por este motivo, algunos autores sugieren un potencial estímulo beneficioso de la realización de series sin llegar al fallo muscular para mejorar la fuerza y la potencia (Izquierdo et al., 2006a). Es de especial interés que la velocidad de las repeticiones se pueda asociar con una hipertrofia selectiva de las fibras musculares y con transformaciones del tipo de fibra. Las diferencias experimentadas en la relación de las áreas tipo II/tipo I para los levantadores de competición (levantadores de halterofilia, 1.54; levantadores de powerlifting, 1.42; y fisicoculturistas, 1.19) sugieren una hipertrofia preferencial del tipo de fibras para el tipo de entrenamiento realizado (Fry, 2004). De acuerdo con Tidow (1995), acercarse en el entrenamiento a la ejecución del número de repeticiones que se pueden realizar a la máxima velocidad para cada intensidad de carga, probablemente pueda evitar la conversión de fibras tipo IIb a IIa, que está inherentemente relacionada con el entrenamiento de fuerza (Fry, 2004). Se confirma que diferentes tiempos de descanso influyen en la fatiga en series continuas de un mismo ejercicio, determinando el número de repeticiones realizadas (Willardson & Burkett, 2006) y la disminución de la potencia muscular (Abdessemed et al., 1999). En consecuencia, solo con el encoder lineal podemos establecer en cada grupo de población, intensidad de carga y ejercicio el número de series y el descanso óptimo que permitan mantener la ejecución de las repeticiones a la máxima velocidad.

Al realizar ejercicios de levantamiento tradicionales siempre existe la limitación de que la carga debe detenerse al final del movimiento concéntrico. Para evitar este problema, la prensa de pecho puede reemplazarse por la prensa de pecho lanzada, y la media sentadilla se puede cambiar por la media sentadilla con salto. Como resultado, la mayor velocidad del movimiento y la fase de desaceleración reducida proporcionan

condiciones de carga superiores para el sistema neuromuscular, mayor producción de fuerza y potencia (Cronin et al., 2003; Newton et al., 1996). Además, el entrenamiento balístico proporcionaría una transferencia potencialmente mayor de los efectos del entrenamiento para una adaptación óptima y un rendimiento exitoso a partir de entonces, debido a que el perfil de la velocidad se parece más al que ocurre durante la mayoría de los deportes (Crewther et al., 2005). Por lo tanto, el análisis de la fuerza con técnica balística puede ser relevante para el control del programa de entrenamiento.

La tecnología requerida para la evaluación de ejercicios de resistencia balística de los brazos es reciente y requiere una modificación compleja de la máquina (Smith & Rutherford, 1995). Sin embargo, hace varias décadas se diseñó una máquina para la evaluación de ejercicios balísticos de las extremidades inferiores, la plataforma de contactos. La máquina consiste en una alfombra de contacto portátil conectada a una computadora portátil a través de un cable de datos. El sistema calcula la altura del salto (cm), el tiempo de vuelo (mseg), el tiempo de contacto con el suelo (mseg) y la potencia de salida absoluta utilizando un software personalizado. Si bien hoy en día la evaluación se puede realizar mediante rayos infrarrojos o en una plataforma de fuerza, la base científica de las pruebas realizadas sigue siendo la misma.

En este sentido Bosco diseñó una variedad de pruebas de salto vertical con una gran popularidad en la práctica diaria del entrenamiento deportivo con el fin de evaluar los procesos neuromusculares, y así comparar el rendimiento entre sujetos y monitorizar el entrenamiento a largo plazo (Komi & Bosco, 1978).

Probablemente la popularidad de las pruebas de salto vertical justifique que un 30.1% de los equipos analizados en este estudio utilizaron la plataforma de contactos en el control del entrenamiento de fuerza.

En el SJ los sujetos parten de una posición estacionaria en semicuclillas enfatizando la acción concéntrica del movimiento. En el CMJ los sujetos comienzan desde una posición erguida y realizan un movimiento descendente preliminar muy rápido, flexionando las rodillas y la cadera. La altura alcanzada en un CMJ es mayor que en un SJ debido a que parte de la energía acumulada durante la fase excéntrica podría almacenarse en elementos elásticos y reutilizarse para realizar el trabajo en la fase concéntrica (Bosco et al., 1982). Consideramos que la medición del SJ y del CMJ es útil para conocer la potencia explosiva muscular de las extremidades inferiores en deportes de equipo. La altura del SJ y del CMJ están muy relacionadas con el rendimiento de esprín específico (5-10-20-30 m) en jugadores de rugby (Cronin & Hansen, 2005) y fútbol (Wisloff et al., 2004, Young et al., 1996). Sin embargo, lo más importante es que

relacionando la altura del SJ y del CMJ podemos calcular el índice de elasticidad (Bosco et al., 1986). Debido a que la reutilización de la energía elástica es mayor con un ciclo de estiramiento-acortamiento rápido (Henchoz et al., 2006), un jugador con una altura de SJ óptima y un índice de elasticidad bajo debe basar el entrenamiento en ejercicios pliométricos, mientras que los jugadores con un índice de elasticidad relativamente bueno, pero con una altura del SJ deficiente, deberían lograr las mejores ganancias de rendimiento gracias al uso de ejercicios con un ciclo de estiramiento-acortamiento lento.

Solo un 8.3% de los preparadores de acondicionamiento físico determinaron la altura del CMJA. Un déficit en la relación altura CMJA/CMJ puede ser indicativo de una mala coordinación intermuscular. En el BDJ los sujetos, subidos sobre una plataforma, realizan un salto máximo inmediatamente después de aterrizar en el suelo. En el BDJ solo se produce un pequeño movimiento hacia abajo. Esto significa que las velocidades de flexión de la cadera, flexión de la rodilla y dorsiflexión se desaceleran rápidamente y, concomitantemente, solo transcurre un tiempo corto entre el instante en que se alcanzan las velocidades máximas de los músculos antes del estiramiento y la acción muscular concéntrica. Cronin & Hansen (2005) sugirieron que los diferentes saltos miden hasta cierto punto diferentes cualidades explosivas de la potencia de las piernas, como el rendimiento del ciclo estiramiento-acortamiento lento y rápido. Esto puede explicar el motivo por el que, al contrario que con el SJ y el CMJ, la altura del BDJ no está relacionada con el rendimiento específico de esprín (5-10-20-30 m) (Cronin & Hansen, 2005; Young et al., 1996). La ausencia de una relación estadísticamente significativa entre el rendimiento del BDJ y los tiempos de esprín de 5 a 30 m puede ser adecuada para las diferencias en la duración del ciclo estiramiento-acortamiento. El BDJ se caracteriza por un ciclo estiramiento-acortamiento rápido, mientras que la duración del esprín encontrada, por ejemplo, en hockey sobre hierba, 1.8 ± 0.4 seg (Spencer et al., 2004) y baloncesto, 1.7 ± 0.2 seg (McInnes et al., 1995) determinan un ciclo estiramiento-acortamiento lento. En consecuencia, consideramos que la ejecución del BDJ no tiene validez para determinar la manifestación de fuerza de la mayoría de las habilidades motrices específicas de los deportes de equipo.

En relación con el rendimiento específico, probablemente la prueba de salto que puede aportar la información más útil para evaluar el efecto del entrenamiento de fuerza sea la ejecución del SJ o del CMJ con un incremento progresivo de la intensidad de la carga. Esta prueba aporta en un movimiento balístico la relación carga-altura, una medida indirecta de la curva fuerza-velocidad y la curva potencia-carga.

Debido a la variabilidad de las aplicaciones prácticas indicadas para la plataforma de contactos, y en especial para el encoder lineal, y debido a la dificultad de controlar numerosos parámetros mediante otras metodologías, los resultados de este estudio muestran, que al menos en gran parte, en los equipos examinados existe ausencia de control científico del entrenamiento de la fuerza.

ESTUDIO 4

Incidencia de lesiones en el hockey sobre patines durante dos temporadas: estudio comparativo.

Este estudio tuvo como objetivo analizar la incidencia de lesiones en dos equipos de hockey sobre patines, uno de la máxima categoría y otro de categoría autonómica, y comparar esta incidencia en función de la categoría de los equipos. No hemos encontrado ningún estudio que haya analizado la incidencia de lesiones en equipos de hockey sobre patines que hayan participado en dos categorías de diferente nivel y tampoco ninguno que analice a jugadores de la máxima categoría. Por ello, la metodología empleada y los resultados obtenidos pueden servir de base para futuras investigaciones.

El principal hallazgo de este estudio es que hubo diferencias significativas en la incidencia de lesiones y en los patrones de las lesiones entre equipos de diferente nivel competitivo. De forma global, los resultados de este estudio no se corresponden con observaciones previas respecto al hockey sobre patines, siendo la extremidad inferior la zona más lesionada en aquellas lesiones moderadas y graves. En otros estudios la cabeza fue la zona de mayor incidencia de lesiones (Pelaez, Dascenzi, Savastano et al., 2008; Hootman, Dick & Agel, 2007), sin embargo, en nuestro estudio estos datos solamente se dieron para las lesiones leves. En este aspecto, conviene remarcar que la incidencia de lesiones en el hockey sobre patines ha sido muy poco estudiada y por lo tanto hacen falta muchos más estudios epidemiológicos para confirmar las zonas más lesivas. Al comparar la influencia que la categoría tiene sobre las lesiones en el jugador de hockey sobre patines, los datos aquí obtenidos indican que el equipo que compite en la liga de máxima categoría presenta un mayor riesgo de lesión con relación al equipo que compite en la liga autonómica, aunque las lesiones de los jugadores de menor categoría son más graves.

Nuestros resultados mostraron que el tipo de lesión más frecuente es la muscular. Las lesiones musculares son las más importantes en equipos senior, al igual que en otros deportes (Ekstrand et al., 2011). De acuerdo con otros autores, la mayor afectación de lesión muscular por mecanismo indirecto en los jugadores podría tener relación con el estrés físico o psicológico generado por la intensidad de la práctica deportiva (Cavalcante et al., 2012; Olmedilla et al., 2011). Por otra parte, también sería

necesario optimizar los programas de prevención de las lesiones musculares de manera que se pudieran prevenir ciertas lesiones relacionadas con las sobrecargas.

Las lesiones más graves se produjeron en el equipo de menor categoría, y esto puede ser consecuencia de un menor acondicionamiento físico de los jugadores, incluyendo las tareas asociadas a la prevención de lesiones. Estas diferencias se han demostrado previamente entre jugadores de distinta categoría de hockey sobre patines (Hootman, Dick & Agel, 2007). Por otra parte, la mayor gravedad de las lesiones en los equipos de menor categoría, asociadas a golpes y/o contusiones, podrían también estar asociadas a que los jugadores tienen un menor dominio de las habilidades motoras del deporte.

Observamos que la lateralidad derecha fue la más afectada por las lesiones. Este hallazgo parece coherente si consideramos que la mayoría de los jugadores de hockey sobre patines utilizan el stick con el brazo derecho. El hecho de que haya una mayor frecuencia de lesiones en la parte lateralizada es frecuente en deportes asimétricos como el hockey o el tenis. Habitualmente, este tipo de lesiones suelen estar asociadas a un desarrollo muscular desequilibrado, lo que induce a pensar en la necesidad de aplicar programas de entrenamiento específicos para el fortalecimiento muscular (Balius et al., 2011; Balius et al., 2012).

En nuestro estudio los jugadores de hockey sobre patines de la máxima categoría tuvieron una incidencia de lesiones superior a la observada en los jugadores de menor categoría. Este hallazgo puede parecer sorprendente ya que los jugadores de menor categoría teóricamente tienen un menor dominio de las habilidades motoras del deporte, se les presupone un peor acondicionamiento físico y compiten en peores instalaciones y con peores materiales. Sin embargo, aunque está documentado que la habilidad motora del deporte es un factor determinante del riesgo de lesión (Peterson et al., 2000), la evidencia científica reciente también considera que los jugadores más habilidosos podrían tener una mayor probabilidad de lesionarse (Soligard et al., 2010).

Se podría argumentar que los jugadores de hockey sobre patines de una mayor categoría tienen una mayor incidencia de lesiones debido a que su calendario de competición suele ser más exigente y a que los objetivos deportivos de mayor nivel pueden inducir a los jugadores a un mayor grado de estrés. Sin embargo, los resultados de las investigaciones previas son controvertidos, y en algunos estudios no se observa que los jugadores que disputan un mayor número de partidos sean los que evidencien un mayor número de lesiones (Ekstrand et al., 2004). En este contexto, parece necesario que los equipos realicen actuaciones asociadas a la prevención de lesiones, que a pesar

de que se han mostrado efectivas (Casáis Martínez, 2008), no se han implementado de manera sistemática en muchas modalidades deportivas.

Al respecto, como se ha indicado anteriormente, los resultados obtenidos en estudios previos que han analizado otras modalidades deportivas son controvertidos. Así, por ejemplo, en fútbol Hawkins & Fuller (1999) no observaron diferencias en la incidencia de lesiones entre equipos de distinta categoría al analizar la *Premier League* y la Primera División Inglesa. Por el contrario, de forma equivalente a lo observado en nuestro estudio, Nielsen & Yde (1989) observaron en futbolistas suecos que la incidencia de lesiones, el mecanismo de lesión y su traumatología difería en función del nivel de la competición. Este análisis refleja la necesidad de realizar más estudios que puedan permitir un mayor nivel de comprensión respecto a la influencia del nivel de competición en la incidencia de lesiones.

Nuestros resultados también evidenciaron diferencias en la incidencia de lesiones entre la competición y los entrenamientos. Concretamente, observamos que el 75% de las lesiones se produjeron durante la competición. Estos resultados están en consonancia con los observados por Patel, Stier & Luckstead (2002) que mostraron que la incidencia de lesiones durante la competición duplicaba la incidencia durante los entrenamientos. Además, estos datos también concuerdan con los publicados para otros deportes de contacto. Al respecto, sería interesante revisar el reglamento. Así, sorprenden las diferencias entre los reglamentos de juego del hockey sobre patines y del hockey sobre hielo, que a pesar de ser deportes igualmente rudos y de alto impacto, difieren considerablemente en las medidas de seguridad aplicadas a los deportistas (Davis & McKelvey, 1998). En este sentido, se ha documentado que la incorporación y modificación de las reglas de juego disminuyen la frecuencia de traumatismos menores (Biasca et al, 2002). Al respecto, recordamos que, en nuestro estudio, en el equipo de menor categoría las lesiones por traumatismo fueron las más comunes, posiblemente debido a que los jugadores no tienen un control motor suficiente para respetar el reglamento.

Las lesiones por sobrecargas son las más habituales en los jugadores de elite, generalmente asociadas a una peor condición física en las fases finales de las competiciones y de los entrenamientos (Árnason, 2009). Por esta razón, sería interesante determinar los periodos de alto riesgo de lesión durante toda la temporada, para así tener un mayor conocimiento que nos permita establecer programas de entrenamiento dirigidos a la prevención de lesiones, especialmente durante la

temporada competitiva debido a que el entrenamiento es más intenso y se disputan una gran cantidad de partidos.

LIMITACIONES Y FORTALEZAS

Este trabajo evidencia importantes deficiencias en los servicios de acondicionamiento físico y en el entrenamiento y control del trabajo con sobrecargas en los equipos de las dos máximas categorías de hockey sobre patines de España. Estos resultados deberían servir de reflexión para que los preparadores físicos de estos equipos cuestionen sus métodos de trabajo y justifican la necesidad de que emprendan una formación científica continuada. De la misma forma, este trabajo debería servir de retroalimentación entre la comunidad científica y los preparadores físicos de otros equipos desde diferentes perspectivas: (i) el conocimiento del entrenamiento y control del trabajo con sobrecargas desarrollado en el hockey sobre patines en una de las ligas más potentes del mundo, (ii) la necesidad de resolver numerosas cuestiones sobre el óptimo entrenamiento con sobrecargas en este deporte, (iii) la necesidad de mejorar las estrategias de transmisión del conocimiento científico a los entrenadores involucrados en el desarrollo de los jugadores, y (iiii) como modelo para realizar trabajos similares en otros países, deportes e instituciones, así como para determinar los cambios en los equipos analizados en este estudio. También este trabajo nos permite una primera aproximación a la incidencia de lesiones en hockey sobre patines.

Por otra parte, los resultados de esta investigación deben ser interpretados teniendo en cuenta las siguientes limitaciones. En primer lugar, fue necesario aplicar un cuestionario que, a pesar de su elevada fiabilidad, puede no tener una óptima validez para valorar determinados aspectos de carácter subjetivo como las deficiencias de los entornos de entrenamiento. Con vistas a futuros estudios, consideramos necesario un nuevo diseño del cuestionario, en el que se eviten las preguntas de carácter subjetivo y donde se formulen cuestiones mucho más concretas y objetivas, como por ejemplo sobre la disponibilidad de determinados materiales considerados clave para el desarrollo de la fuerza. De esta manera se podría incrementar la validez de determinados aspectos del cuestionario, como las deficiencias de los entornos de entrenamiento comentadas anteriormente. En segundo lugar, para el estudio de la incidencia de lesiones tan solo se analizaron dos equipos durante dos temporadas, pudiendo estar por lo tanto los resultados obtenidos muy influidos por el azar. Además, los diferentes objetivos perseguidos en cada temporada (ascenso, promoción o permanencia) son variables importantes para considerar.

Para finalizar, y en relación con la incidencia de lesiones consideramos que el presente estudio abre las puertas para realizar futuras investigaciones sobre el hockey sobre patines que aún están carentes de análisis, como por ejemplo las lesiones en mujeres y en categorías inferiores, el seguimiento longitudinal de los lesionados buscando secuelas a medio y largo plazo, el número y tipo de lesiones según la edad, peso y años de experiencia, entre otros. Es indiscutible la necesidad de datos epidemiológicos válidos para la decisión y acción de los diferentes actores implicados, jugadores, clubes, personal técnico e instituciones.

6. CONCLUSIONES

Estudio 1. Los preparadores de acondicionamiento físico de hockey sobre patines tienen carencias importantes en el desarrollo académico y/o federativo. También demostramos importantes carencias en el entorno de entrenamiento. Estas carencias fueron más evidentes en los equipos de menor categoría.

Estudio 2. Los programas de acondicionamiento físico desarrollados en los equipos de hockey sobre patines no siguen algunas de las directrices importantes establecidas por la comunidad científica. Estas deficiencias fueron más evidentes en los equipos de menor categoría.

Estudio 3. Los resultados de este estudio muestran, que independiente de la categoría de los equipos, la mayoría de los preparadores físicos no llevan un control científico del entrenamiento de fuerza.

Estudio 4. El hockey sobre patines presenta un alto riesgo de sufrir lesiones. Entre los principales factores de riesgo se encuentran la falta o el inadecuado uso del equipo de protección, el contacto entre jugadores, contactos con el stick, la superficie de juego, la condición física de los jugadores y la fatiga. Como medidas de prevención se recomienda poner en marcha un sistema de registro y control de lesiones para su seguimiento y análisis.

APLICACIONES PRÁCTICAS

1.- Los directivos de los equipos analizados deben reconducir la formación continua del personal encargado del acondicionamiento físico, así como proporcionar un adecuado entorno de entrenamiento para el desarrollo de la condición física de los jugadores.

2.- Las instituciones educativas deben mejorar significativamente la transferencia del conocimiento científico a la práctica, fomentando la relación entre las universidades y los clubes deportivos.

3.- Los responsables del acondicionamiento físico de los equipos analizados deberían replantear sus programas de acondicionamiento, aprovechándose de la actualización científica.

7. REFERENCIAS

- Aaltonen, S., Karjalainen, H., Heinonen, A., Parkkari, J. & Kujala, U.M. (2007). Prevention of sports injuries: systematic review of randomized controlled trials. *Arch Intern Med.*, 167(15): 1585-1592.
- Abdessemed, D., Duché, P., Hautier, C., Poumarat, G. & Bedu, M. (1999) *Effect of recovery duration on muscular power and blood lactate during the bench press exercise.* Intern J Sports Med, 20; 368-373.
- Al Attar, WSA., Husain, MA., Alanazi, A., Almalki, R., Banjar, R., Aldhafri, S., et al . (2022). Current Implementation of Oslo Sports Trauma Research Center Volleyball Injury Prevention Exercises among Male Professional Volleyball Players in the Gulf Cooperation Council Countries: A Cross-Sectional Survey. *Ann Appl Sport Sci.*,10 (S1) URL: <http://aassjournal.com/article-1-1013-en.html>
- Árnason, A. (2009). ¿Cuál es la evidencia científica en los programas de prevención de la lesión muscular?. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 164: 174-178.
- Askling, C., Karlson, J. & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports*, 13:244-50.
- Balius, R., Pedret, C., Galilea, P, Idoate, F. & Ruiz-Cotorro, A. (2012). Ultrasound assessment of asymmetric hypertrophy of the rectus abdominis muscle and prevalence of associated injury in professional tennis players. *Skeletal Radiol.* 41 :1575-1581.
- Balius, R., Pedret, C., Pacheco, L., Gutierrez, J.A., Vives J. & Escoda, J. (2011). Rectus abdominis muscle injuries in elite handball players: Management and rehabilitation. *Open Access J Sports Med.* 2: 69-73.
- Bangsbo, J., Mohr, M. & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football players. *J Sports Sci.* 24(7): 665-674.
- Behm, D.G. & Sale, D. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *J Appl Physiol*, 74:359-68.
- Behm, D.G. (1995). Neuromuscular implications and applications of resistance training. *J Strength Cond Res*, 9:264-74.
- Biasca, N., Wirth, S. & Tegner, Y. (2002). The avoid ability of head and neck injuries in ice hockey: an historical review. *Br J Sports Med.* 36: 410-427.

- Blagrove, R.C. (2014). Minimising the interference effect during programmes of concurrent strength and endurance training. Part 2: Programming recommendations. *Professional Strength and Conditioning*, 32; 15-22.
- Blanco, A., Enseñat, A. & Balaguer, N. (1993). Hockey sobre patines. Análisis de la actividad competitiva. *Rev Entrenam Dep.* 7(3), 9-17.
- Borowski, L.A., Yard, E.E., Fields, S.K. & Comstock, R.D. (2008). The epidemiology of US high school basketball injuries, 2005-2007. *Am J Sports Med.*, 36(12):2328-35.
- Bosco, C., Colli, R., Bonomi, R., Von Duvillard, S.P. & Viru, A. (2000). Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32: 202-208.
- Bosco, C., Tihanyi, J., Latteri, F., Fekete, G., Apor, P. & Rusko, H. (1986) *The effect of fatigue on store and re-use of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscle.* *Acta Physiol Scand.* 128; 109-117.
- Bosco, C., Viitasalo, J.T., Komi, P.V. & Luhtanen, P. (1982) *Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise.* *Acta Physiol Scand.* 114; 557-565.
- Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., et al. (2009) High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci.*, 27:159-68.
- Buchheit, M.H. (2017). We Still Have a Problem. *Int J Sports Physiol Perform.*, 12(8): 1111-1114.
- Burr, J., Jamnik, R., Macpherson, A., Gledhill, N. & McGuire, E. (2008). Relationship of physical fitness test results and hockey playing potential in elite-level ice hockey players. *J. Strength Cond. Res.*, 5, 1535–1543.
- Calò, C., Sanna, S., Piras, I., Pavan, P. & Vona, G. (2009). Body Composition of Italian female hockey players. *Biol. Sport*, 26, 23–31.
- Cardoso Marques, M.A. & González-Badillo J.J. (2006). *In-season resistance trained and detrained in professional team handball players.* *J Strength Cond Res.* 20; 563-571.
- Cardoso-Marques, M.A., González-Badillo, J.J & Kluka, D.A. (2006). In-season resistance trained for professional male volleyball players. *Strength Cond. J.*, 28(6): 16-27.
- Casáis Martínez L. (2008). Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 157; 30-40.
- Castagna, C., D'Ottavio, S., Vera, J.G., et al. (2009). Match demands of professional Futsal: A case study. *J Sci Med Sport.*, 12:490-4.

- Cavalcante de Sá, M., Begatti Victorino, A. & Vaisberg MW. (2012). Incidence of nontraumatic musculoskeletal injuries in handball athletes. *Rev Bras Med Esporte*, 18: 408-411.
- Clemente, F., Martins, F.L., Kalamaras, D. & Mendes, R. (2015). Network analysis in basketball: Inspecting the prominent players using centrally metrics. *J. Phys. Educ. Sport*, 15, 212–217.
- Crewther, B., Cronin, J. & Keogh, J. (2005). *Possible stimuli for strength and power adaptation: acute mechanical responses*. *Sports Med*. 35; 967-989.
- Croisier, J.L., Ganteaume, S. & Ferret, J.M. (2005). Pre-season isokinetic intervention as a preventive strategy for hamstring injury in professional soccer players. *Br J Sports Med*, 39:379.
- Cronin, J.B., & Hansen, K.T. (2005). *Strength and power predictors of sports speed*. *J Strength Cond Res*. 19, 349-357.
- Cronin, J.B., McNair, P.J. & Marshall, R.N. (2003). *Force-velocity analysis of strength-training techniques and load: implications for training strategy and research*. *J Strength Cond Res*. 17; 148-155.
- Dal Monte, A. (1983). *La Valutazione funzionale dell'atleta*. Firanze: Sansoni
- Davis, P. & McKelvey, M. (1998). Medico legal aspects of athletic head injury. *Clin Sports Med*. 17: 71-82.
- De Pablo, B., Peña, J., Moreno, D., Rodas, G. & Casals, M. (2022). Injury incidence and patterns in rink hockey: A systemati review. *Apunts: Medicina de l'Esport*, 57. <https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2022.100380>
- Drakos, M.C., Domb, B., Starkey, C., Callahan, L. & Allen, A.A. (2010). Injury in the national basketball association: a 17 year-overview. *Sports Health*, 2(4):28490.
- Durrel, D.L., Pujol, T.J. & Barnes, J.T. (2003). A survey of the scientific data training methods utilized by collegiate strength and conditioning coaches. *J. Strength Cond. Res.*, 17: 368-373.
- Ebben, W.P. & Blackard, D.O. (2001). Strength and conditioning practices of National Football League strength and conditioning coaches. *J. Strength. Cond. Res.*, 15: 48-58.
- Ebben, W.P., Carroll, R.M. & Simenz, C.J. (2004). Strength and conditioning practices of National Hockey League strength and conditioning coaches. *J. Strength Cond. Res.*, 18: 889-897.
- Ebben, W.P., Hintz, M.J. & Simenz, C.J. (2005). Strength and conditioning practices of Major League Baseball strength and conditioning coaches. *J. Strength Cond. Res.*, 19: 538-546.

- Ekstrand, J., Hägglund, M. & Walden, M.W. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 39: 1226-1232.
- Ekstrand, J., Waldén, M. & Hägglund, M. (2004). A congested football calendar and the wellbeing of players: correlation between match exposure of European footballers before the World Cup 2002 and their injuries and performances during that World Cup. *Br J Sports Med.* 38: 493-497.
- Ferraz, A., Valente-Dos-Santos, J., Sarmiento, H., Duarte-Mendes, P. & Travassos, B. (2020). A Review of Players' Characterization and Game Performance on Male Rink-Hockey. *Inter J Environ Res Public Health*, 17, 4259. Doi: 10.3390/ijerph17124259
- Fleck, S.J. & Kraemer, W.J. (1997). Designing resistance training programs. *Human Kinetics.*
- Folland, J.P., Irish, C.S., Robert J.C., Tarr, J.E. & Jones, D.A. (2002). Fatigue is not a necessary stimulus for strength gains during resistance training. *Br. J. Sports Med.*, 36: 370-373.
- Fort-Vanmeerhaeghe A. & Romero-Rodríguez D. (2013). Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. *Apunts Med Esport.* 48 (178), :69-76.
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Romero-Rodríguez, D., Lloyd, R.S., Kushner, A.M. & Myer, G. (2016). Integrative Neuromuscular Training in Youth Athletes. Part II: Strategies to Prevent Injuries and Improve Performance. *Strength Cond. J.*, 38(4): 9-27.
- Fry, A.C. (2004). *The role of resistance exercise intensity of muscle fibre adaptations.* *Sports Medi.* 34; 663-679.
- Fuller, C.W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., Hägglund, M., McCrory, P. & Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med.*, 16, 83-92.
- Gamble, P. (2006). Periodization of training for team sports athletes. *Strength Cond. J.*, 28(5): 56-66.
- Garhammer, J.A. (1993). A review of power output studies of Olympic and powerlifting: Methodology, performance prediction, and evaluation tests. *J. Strength Cond. Res.*, 7: 76-89.
- Gonçalves, L., Clemente, F.M., Silva, B., Mendes, B., Lima, R.; Bezerra, P., et al., (2020). Variation of season workload and well-being status among professional roller-hockey players: Full season analysis. *Physiol. Behav.* 215, 112785.

- González-Badillo, J.J., Izquierdo, M. & Gorostiaga, E.M. (2006). Moderate volume of high relative training intensity produces greater strength gains compared with low and high volume in competitive weightlifters. *J. Strength Cond. Res.*, 20: 73-81.
- Gorostiaga, E.M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M., & Ibañez, J. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *Eur. J Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 80: 485-493.
- Haff, G. (2010). Sport Science. *Strength Cond. J.*, 32(2): 33-45.
- Haff, G.G., Whitley, A. & Potteiger, J.A. (2001). A brief review: explosive exercises and sports performance. *Strength Cond. J.*, 23: 13-20.
- Hawkins, R.D. & Fuller, C.W. (1999). A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *Br J Sports Med.*, 33: 196-203.
- Henchoz, Y., Malatesta, D., Gremion, G. & Belli, A. (2006). *Effects of the transition time between muscle-tendon stretch and shortening on mechanical efficiency.* *Eur. J Appl. Physiol.*, 96; 665-671.
- Hibbs, A.E., Thompson, K.G., French, D, et al. (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Med*, 38:995-1008.
- Hootman, J.M., Dick, R. & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives, *J Ath Training*, 42(2): 311-9.
- Hoppe, M.W., Freiwald, J., Baumgart, C., Born, D.-P., Reed, J. & Sperlich, B. (2015). Relationship between core strength and key variables of performance in elite rink hockey players. *J. Sports Med. Phys. Fit.*, 55, 150–157.
- Hutchinson, M.R., Milhouse, C. & Gapski, M. (1998). Comparison of injury patterns in elite hockey players using ice versus in-line skates. *Med Sci Sports Exerc.*, 30(9), 1371-1373.
- Ingebrigtsen J, & Ian J. (2012). Relationship between speed, strength and jumping abilities in elite junior handball players. *Serb J Sports Sci*, 6: 83–88.
- Izquierdo, M., González-Badillo J.J., Häkkinen, K., Ibañez, J., Kraemer, W.J., Altadill, A., Eslava, J. & Gorostiaga, E.M. (2006a). *Effect of loading on unintentional lifting velocity declines during single sets of repetition to failure during upper and lower extremity muscle actions.* *Int J Sports Med.*, 27; 718-724.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., González-Badillo, J.J., Ibañez, J., & Gorostiaga, E.M. (2002) Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *Eur J Appl Physiol.*, 87; 264-271.

- Izquierdo, M., Ibañez, J., González-Badillo, J.J., Häkkinen, K., Ratamess, N.A., Kraemer, W.J., French, D.N., Eslava, J., Altadill, A., Asiain, X., Gorostiaga, E.M. (2006b). *Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains*. J Appl Physiol., 100; 1647-1656.
- Johnston, R.D., Gabbett, T.J., Jenkins, D.G. & Hulin, B.T. (2015). Influence of physical qualities on post-match fatigue in rugby league players. J Sci Med Sport., 18(2): 209-213.
- Jones, K., Hunter, G., Fleisig, G., et al. (1999). The effects of compensatory acceleration on upper-body strength and power in collegiate football players. J Strength Cond Res, 13:99-105.
- Junge, A., Langevoort, G., Pipe, A., Peytavim A., Wong, F., Mountjoy, M. et al., (2006). Injuries in team sport tournaments during the 2004 olympic games. Am J Sport Med., 34, 656-76.
- Kawamori, N. & Haff, G.G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. J. Strength Cond. Res., 18(3): 675-684.
- Kellis, E., Katis, A. & Vrabas, I.S. (2006). Effects of an intermittent exercise fatigue protocol on biomechanics of soccer kick performance. Scand J Med Sci Sports., 16:334-44.
- Kingery, M.T., Kouk, S., Anil, U., McCafferty, J., Lemos, C., Gelber, J. & Gonzalez-Lomas, G. (2021). Performance and return to sport after injury in professional mixet martial arts. Phys Sportsmed.. DOI 10.1080/00913847.2021.1953358
- Komi, P. & Bosco, C. (1978). *Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles in men and women*. Med Sci Sports., 10; 261-265.
- Kraemer, W.J. & Ratamess, N.A. (2004). Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc.*, 36(4): 674-688.
- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., et al. (2005). Physical demands during and elite female soccer game: importance of training status. Med Sci Sport Exerc., 37:1242-8.
- Kubo, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., et al. (2000). Elasticity of the tendon structures of the lower limbs in sprinters. Acta Physiol Scand, 168:327-35.
- Lawton, T.W., Cronin, J.B. & Lindsell, R.P. (2006). Effect of interrepetition rest intervals on weight training repetition power output. J. Strength Cond. Res., 20(1): 172-176
- Legaz-Arrese, A., Reverter-Masia, J., Munguía-Izquierdo, D. & Ceballos-Gurrola, O. (2007). An analysis of resistance training based on the maintenance of mechanical power. J Sports Med Phys Fitness., 47(4): 427-436.

- Lehance, C., Binet, J., Bury, T., et al. (2009). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scand J Med Sci Sports*, 19:243-51.
- McBride, J.M., Triplett-McBride, T., Davie, A. & Newton R.U. (2002). The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *J. Strength Cond. Res*, 16: 75-82.
- McCorry, P., Meeuwisse, W. H., Kutcher, J. S., Jordan, B. D. & Gardner A. (2013). What is the evidence for chronic concussion-related changes in retired athletes: behavioural, pathological and clinical outcomes?. *Br J Sports Med.*, 47, 327–330.
- McInnes, S.E., Carlson, J.S., Jones, C.J. & McKenna, M.J. (1995). *The physiological load imposed on basketball players during competition*. *J Sports Sci.*, 13; 387-397.
- McMaster, D.T., Gill, N., Cronin, J. & McGuigan, M. (2013). The development, retention and decay rates of strength and power in elite rugby union, rugby league and American football. *Sports Med*, 43(5): 367-384
- Merino Tantiña, J., Baige Vidal, E. & Peña López, J. (2014) Análisis de la Actividad Competitiva en jugadores Profesionales de Hockey sobre patines, *Kronos*, 13(2).
- Moliner, D. Análisis de la preparación física en las ligas españolas de máxima categoría de distintos deportes colectivos. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza 2008.
- Murlasits, Z. & Langley, J. (2002). In-season resistance training for high school football. *Strength Cond. J.*, 24(4): 65-68.
- Muun, J., Herbert, R.D., Hancock, M.G. & Gandevia, S.C. (2005). Resistance training for strength: Effect of number of sets and contraction speed. *Med Sci Sports Exerc.*, 37(9): 1622-1626.
- Newton, R.U., Kraemer, W.J., Häkkinen, K., (1996). Kinematics, kinetics and muscle activation during explosive upper body movements. *J. Appl. Biomech*, 12: 31-43.
- Newton, R.U., Kraemer, W.J. & Häkkinen, K. (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med Sci Sports Exerc*, 31: 323–330.
- Nielsen, A.B. & Yde, J. (1989).mEpidemiology and traumatology of injuries in soccer. *Am J Sports Med.*, 17: 803-807.
- Noffal, G.L. (2003). Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. *Am J Sports Med*, 31(4): 537-541.
- Nordstrom, A., Bahr, R., Talsnes, O. & Clarsen, B. (2020). Prevalence and burden of health problems in male elite ice hockey players: a prospective study in the Norwegian professional league. *Orthop J Sports Med.*, 8(2):2325967120902407.

- Oliveira, T., Abade, E., Gonçalves, B., et al. (2014). Physical and physiological profiles of youth elite handball players during training sessions and friendly matches according to playing positions. *Int J Perform Anal Sport*, 14: 162–173.
- Olive-Vilás, R. Lesiones deportivas. En: Legaz-Arrese A. Manual de Entrenamiento Deportivo. Paidotribo 2012.
- Olmedilla, Z.A., Laguna, M. & Blas Redondo, A. (2011). Lesiones y características psicológicas en jugadores de balonmano. *Rev And Med Dep.*, 4: 6-12.
- Panariello, R.A. (1991). Weight training techniques: the closed kinetic chain in strength training. *Nat. Strength Cond. Assoc. J.*, 13: 29-33.
- Patel, D.R., Stier, B. & Luckstead, E.F. (2002). Major international sport profiles. *Pediatric Clinical North American*, 49: 769-92.
- Pelaez, E.G., Dascenzi, P.F., Savastano, L.E. & Cremaschi FE. (2008). Lesiones craneofaciales producidas en hockey sobre patines. *Rev Arget Neurocir.*, 22(4):181-5.
- Peterson, L., Junge, A., Chomiak, J, Graf-Baumann, T. & Dvorak, J. (2000). Incidence of football injuries and complaints in different age groups and skill-level groups. *Am J Sports Med.*, 28: 51-57(suppl).
- Peterson, M.D., Rhea, M.R. & Alvar, B.A. (2005). Applications of the dose-response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *J. Strength Cond. Res.*, 19: 950-958.
- Poliquin, C.H. (1992). Applied strength training (par 1). *Sport Coach*, 25-28.
- Pullo, F.M. (1992). A profile of NCAA Division I strength and conditioning coaches. *J. Appl. Sport Sci. Res.*, 6: 55-62.
- Reverter-Masia, J., Hernández-González, V., Jové-Deltell, C. et al. (2013). La productividad científica en WoS y el índice H de hirchs del área de Educación Física en España y Brasil: productividad y comparación entre países. *Movimiento*, 19(3): 125-147.
- Reverter-Masia, J., Hernández-González, V., Sans-Rosell, N. & Jové-Deltell, C. (2015). Disponibilidad en abierto de los artículos en web of science y scopus que publican y citan los profesores universitarios de educación física: el caso de España. *Movimiento*, 21(2): 419-433.
- Reverter-Masía, J., Jove-Deltell, M.C. & Legaz-Arrese, A. (2012). Conditioning services in elite Spanish water polo clubs. *Journal of Physical Education and Sport*, 12 (2): 164.
- Reverter-Masia, J., Legaz-Arrese, A., Munguía-Izquierdo, D., Barbany, J.R. & Serrano-Ostariz, E. (2009). A profile of the resistance training practices of elite Spanish club teams. *J. Strength Cond. Res.*, 23(5): 1537-1547.

- Reverter-Masía, J., Legaz-Arrese, A., Munguía-Izquierdo, D., et al. (2008). The conditioning services in elite Spanish clubs of team sports. *Int J Sports Sci Coaching*, 3: 431–443.
- Rivière, M., Louit, L., Strokosch, A. & Seitz, L.B. (2017). Variable resistance training promotes greater strength and power adaptations than traditional resistance training in elite youth rugby league players. *J. Strength Cond. Res.*, 31(4): 947-955
- Rodas Font, G., Medina Leal, D., Moizé Arcone., Yanguas Leyes, J., Bros Menéndez, A. & Simón Lobera, B. (2006). Epidemiología lesional en el club de hockey sobre hierba. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 41(150), 60-65
- Sanborn, K., Boros, R., Hruby, J., et al. (2000). Short-term performance effects of weight training with multiple sets not to failure vs. a single set to failure in women. *J Strength Cond Res*, 14:328-31.
- Sánchez Bañuelos F. Conceptos y sistemas de desarrollo del alto rendimiento deportivo. Master en Alto Rendimiento Deportivo. COE-UAM 2003.
- Sarabia, J.M., Moya-Ramón, M., Hernández-Davó, J.L., Fernandez-Fernandez, J. & Sabido, R. (2017). The effects of training with loads that maximize power output and individualised repetitions vs. traditional power training. *PloS One*, 12(10): 1-14
- Sarmiento, H., Anguera, M.T., Pereira, A., Araújo, D. (2018). Talent identification and development in male football: A systematic review. *J. Sports Med.* 48, 907–931.
- Schoenfeld, B.J., Ogborn, D. & Krieger, J. W. (2015). Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 45(4): 577-585
- Schoenfeld, B.J., Ogborn, D. & Krieger, J. W. (2016). Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 46(11): 1689-1697.
- Seow, D. & Massey, A. (2022). Correlation between preseason body composition and sports injury in an English Premier League professional football team. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 8(2). DOI: 10.1136/bmjsem-2021-001193
- Sewry, N., Verhagen, E., Lambert, M., Van Mechelen, W., Viljoen, W., Readhead, C. & Brown, J. (2017). Exercise-based interventions for injury prevention in tackle collision ball sports: A systematic review. *Sports Med*, 47(9): 1847-1857
- Simenz, C.J., Dugan, C.A. & Ebben WP. (2005). Strength and conditioning practices of National Basketball Association strength and conditioning coaches. *J. Strength Cond. Res.*, 19: 495-504.
- Smith, R.C. & Rutherford, O.M. (1995). The role of metabolites in strength training I. A comparison of eccentric and concentric contractions. *Eur J Appl Physiol*, 71:332-6.

- Soligard, T., Grindem, H., Bahr, R., et al. (2010). Are skilled players at greater risk of injury in female youth football?. *Br J Sports Med.*, 44: 1118-1123.
- Sousa, T., Sarmiento, H., Harper, L.D. & Valente-dos-Santos, J. (2018). Development and validation of an observational instrument tool for analysing the activity of rink hockey goalkeepers. *J. Sport Pedagog. Res.*, 4, 16–26.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B. & Goodman, C. (2005). *Physiological and metabolic responses of repeated sprint activities: specific to field-based team sports*. *Sports Med*, 35; 1025-1044.
- Spencer, M., Lawrence, S., Rechichi, C., Bishop, D., Dawson, B. & Goodman, C. (2004). Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *J Sports Sci.*, 22; 843-850.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C. & Wisloff, U. (2005). *Physiology of soccer: An update*. *Sports Med*, 35; 501-536.
- Stone, M.H. (1993). Position/policy statement and literature review for the national strength and conditioning association on explosive exercise. *Strength Cond J.*, 15(3):7-15.
- Sutherland, T.M. & Wiley, J.P. (1997). Survey of strength and conditioning services for professional athletes in four sports. *J. Strength Cond. Res.*, 11: 266-268.
- Thorlund, J.B., Aagaard, P. & Madsen, K. (2009). Rapid muscle force capacity changes after soccer match play. *Int J Sports Med.*, 30:273-8.
- Thorlund, J.B., Michalsik, L.B., Madsen, K., et al. (2008). Acute fatigue-induced changes in muscle mechanical properties and neuromuscular activity in elite handball players following a handball match. *Scand J Med Sci Sports.*, 18:462-72.
- Tidow, G. (1995). *Muscular adaptations induced by training and detraining: a review of biopsy studies*. *New Studies Athletics*, 10; 47-56.
- Tomlin, D.L. & Wenger, H.A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med.*, 31:1-11.
- Tuominen, M., Hänninen, T., Parkkari, J., Stuart, M. J., Luoto, T. M., Kannus, P. & Aubry, M. (2017). Concussion in the international ice hockey World Championships and Olympic Winter Games between 2006 and 2015. *Br J Sports Med.*, 51(4), 244-252.
- Varlotta, G. P., Lager, S. L., Nicholas, S., Browne, M., & Schlifstein, T. (2000). Professional roller hockey injuries. *Clin J Sport Med.*, 10(1), 29-33.
- Wedderkopp, N., Kalltoft, M., Lundgaard, B., Rosendahl, M. & Froberg, K. (1999). *Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study*. *Scan J Med Sci Sports.*, 9; 41-47.

- Willardson, J.M. & Burkett, L.N. (2006). *The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions*. J Strength Cond Res., 20; 400-403.
- Wilson, G.J., & Murphy, A.J. (1996). *Strength diagnosis: The use of test data to determine specific strength training*. J Sports Sci., 14; 167-173.
- Wilson, G.J., Newton, R.U., Murphy, A.J., et al. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25: 1279-1286.
- Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. & Hoff, J. (2004). *Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players*. Br J Sports Med., 38; 285-288.
- Yague, P. Rink-Hockey. Physiological Demands, Physiological Profile and Functional Assessment of the Player. Ph.D. Thesis, University of Oviedo, Oviedo, Spain, 2007.
- Yague, P., del Valle, M., Egocheaga, J., Linnamo, V. & Fernández, A. (2013). The competitive demands of elite male rink hockey. *Biol Sport*, 30(3):195-9.
- Young, W., Hawken, M. & McFonald, L. (1996). *Relationship between speed, agility and strength qualities in Australian Rules football*. Strength Cond Coach, 4; 3-6.