

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENTRENAMIENTO Y RENDIMIENTO DEPORTIVO

Curso Académico 2018-2019

CONTROL DE LAS CARGAS DE ENTRENAMIENTO EN HOCKEY SOBRE PATINES

Monitoring training load in rink hockey

Autor: Isaac Rocés Vila

Tutor: Jose A. Rodríguez Marroyo

Fecha: Julio 2019

Vº Bº TUTOR

Vº Bº AUTOR

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue controlar las cargas de entrenamiento en un equipo de hockey sobre patines femenino. Para ello se introdujo en el equipo como método de control del entrenamiento la percepción subjetiva del entrenamiento (sRPE). Además se utilizó la frecuencia cardiaca como método del control, cuantificándose la carga atendiendo a la metodología de Bannister, Edwards y Stagno. Las participantes del estudio fueron 8 jugadoras (20.0±5.0 años; 63.0±4.8 kg y 168.5 ± 4.1 cm) de hockey sobre patines que jugaron en la máxima categoría. Además de cuantificar la carga del entrenamiento, otras métricas como la monotonía, el estrés del entrenamiento y la relación entre la carga aguda y crónica fueron obtenidas semanalmente para tratar de evitar el sobreentrenamiento, maladaptaciones y disminuir el número de lesiones de las jugadoras. Se obtuvieron unas altas correlaciones entre todos los métodos de control de entrenamiento y el patrón de comportamiento de todas las métricas calculadas con estos métodos fue similar a lo largo del periodo de estudio. Como resultado de este trabajo podemos afirmar que el método de control de la carga en base a la sRPE es un método válido, sencillo y fiable en el hockey sobre patines y puede facilitar el control de los equipos en aquellas situaciones donde no es posible contar con aparatos para el registro de la frecuencia cardiaca.

Palabras clave: *cuantificación, entrenamiento, competición, sRPE, frecuencia cardiaca.*

ABSTRACT

The purpose of this work is to control the training loads in a women's rink hockey team. For this I have managed to introduce the subjective perception of training into the equipment as a method of load control and to apply different methods of load control that use the heart rate data obtained in training such as Bannister, Edwards or Stagno. The team consisted of 8 players (20.0 ± 5.0 years, 63.0 ± 4.8 kg, 168.5 ± 4.1 cm) hockey on skates that play in the highest category. Another purpose of this work has been to perform the chronic acute load ratio with the different methods of load control used, and try to apply it to the team's day to day to avoid or reduce the number of injuries that occur. From the combination of the load units obtained by the different methods used, I have obtained high correlations between the different methods and sRPE in the calculation of monotony, training fatigue and in the calculation of acute / chronic load ratio. As a result of this work we can affirm that sRPE is a valid method for the control of the loads of roller hockey and simple, reliable and cheap since it does not supposed to have the devices for the registry of the cardiac frequency.

Key Words: *Training monitoring, training, sRPE, Chronic workload ratio, heart rate.*

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN	7
2. INTRODUCCIÓN	9
2.1 Importancia cuantificación cargas	10
2.2 Parámetros que definen la carga.....	10
2.2.a Intensidad	10
2.2.b Volumen.....	11
2.2.c Recuperación	11
2.3 Métodos cuantificación	11
2.3.a Frecuencia cardíaca.....	11
2.3.b La metodología de Foster (sRPE)	15
2.4 Métodos cuantificación rendimiento / lesión	17
2.4.a Monotonía	17
2.4.b Carga aguda y carga crónica	18
2.4.c Ratio carga aguda / crónica.....	18
3. OBJETIVOS	20
3.1 Objetivos Generales.....	20
3.2 Objetivos Específicos	20
4. COMPETENCIAS	21
4.1 Competencias generales.....	21
4.2 Competencias específicas.....	21
5. METODOLOGÍA	22
5.1 Sujetos	22
5.2 Diseño de investigación	22
5.3 Análisis estadístico	25
6. RESULTADOS	26
7. CONCLUSIONES	36
8. VALORACIÓN PERSONAL	37
9. BIBLIOGRAFÍA.....	38

Índice de tablas

Tabla 1. Distribución del volumen y la intensidad del entrenamiento a lo largo de un microciclo tipo (media±SD).....	31
Tabla 2. Correlaciones individuales entre la carga de entrenamiento diaria calculada en base a la RPE y la frecuencia cardiaca	33
Tabla 3. Correlaciones individuales entre la carga de entrenamiento semanal calculada en base a la RPE y la frecuencia cardiaca.	34
Tabla 4. Correlaciones individuales entre la monotonía del entrenamiento calculada en base a la RPE y la frecuencia cardiaca.....	34
Tabla 5. Correlaciones individuales entre la dureza semanal del entrenamiento calculada en base a la RPE y la frecuencia cardiaca.	35

Indice de figuras

Figura 1. Fotografía de un partido de hockey sobre patines (2018).....	7
Figura 2. Plantilla Telecable Hockey Club 2018/2019.....	8
Figura 3. Campo de juego de hockey sobre patines (40x20).....	9
Figura 4. Escala de Borg (1982).....	16
Figura 5. Distribución de las cargas de entrenamiento siguiendo los diferentes métodos....	18
Figura 6. Relación entre carga de entrenamiento aguda y carga de entrenamiento crónica	19
Figura 7. Programa y pulsómetros utilizados para el control de las cargas de entrenamiento.	23
Figura 8. Semana tipo de entrenamiento.....	23
Figura 9. Plantilla semanal de registro de las cargas de entrenamiento en Excel. Elaboración propia	24
Figura 10. Monotonía semanal media calculada a través de la sRPE y la frecuencia cardiaca.	27
Figura 11 Evolución de la carga de entrenamiento, según las diferentes metodologías empleadas, a lo largo de las semanas.	27
Figura 12. Comportamiento de la monotonía del entrenamiento a lo largo de las semanas. Se ha obviado la representación de la <i>SD</i> para facilitar la lectura de la Figura.....	28
Figura 13 Dureza de los diferentes micro-ciclos analizados en el estudio.	28
Figura 14 Evolución del ratio carga aguda:crónica a lo largo de las semanas. No se presentan los valores de <i>SD</i> para facilitar la lectura de la gráfica.....	29
Figura 15 Evolución de la sRPE y frecuencia cardiaca media a lo largo de las semanas de entrenamiento	29
Figura 16 Porcentaje de trabajo en cada una de las zonas de intensidad analizadas a través de las semanas de entrenamiento.....	30
Figura 17. Tiempo total de entrenamiento en las zonas de intensidad analizadas en las diferentes semanas de entrenamiento.....	30

Figura 18 Distribución de la intensidad del entrenamiento en las zonas de intensidad analizadas a lo largo del microciclo típico	32
Figura 19 Distribución de la carga a lo largo del microciclo.	32

1. Justificación

El hockey sobre patines es un deporte colectivo en el que se enfrentan dos equipos de 4 jugadores y un portero. Tiene una duración de 25 minutos en categoría absoluta, tanto masculina como femenina y se juega en un campo de 40x20 metros.

Es un deporte con una gran tradición en Cataluña, Galicia y en Asturias y a nivel nacional es el deporte que más éxitos ha conseguido a nivel colectivo. Los principales países donde se juega al hockey sobre patines son España, Portugal, Italia, Francia, Angola, Argentina y Chile. Ha sido deporte de exhibición en los juegos olímpicos de Barcelona, actualmente no está dentro de las disciplinas olímpicas.

La principal característica de este deporte es que se realiza sobre patines, los cuales tienen 4 ruedas, 2 delante y 2 detrás, además presentan un taco de goma en la parte delantera del patín. En diferencia con el hockey sobre hielo, es un deporte donde no está permitido el contacto físico, las dimensiones de la pista son menores y no es tan rápido como el hockey sobre hielo.



Figura 1. Fotografía de un partido de hockey sobre patines (2018).

Una de las razones de realizar este trabajo fin de master sobre hockey sobre patines, es porque es el primer deporte que practiqué, y que actualmente soy el preparador físico del club de donde vivo. Cuando comencé a preparar la temporada, me encontré con bastantes dificultades debido a la poca documentación que hay sobre entrenamiento en hockey sobre

patines, lo cual sucede en muchos deportes minoritarios. De la poca documentación que me encontraba, la mayor parte de ella no es documentación actual, por lo que para el desarrollo de este trabajo he tratado de aplicar las diferentes metodologías actualizadas que se utilizan en otros deportes con las mismas características.

Otra de las razones por las que he decidido realizar mi trabajo fin de master sobre el control de cargas de entrenamiento en hockey sobre patines es por la posibilidad de colaborar con el Telecable Gijón, uno de los equipos femeninos referentes de España que en las últimas 2 temporadas ha logrado un campeonato de Europa, una Liga española, una Copa de la Reina y un sub-campeonato mundial. Este equipo es un equipo semi-profesional que juega por toda España y en el cual tengo la suerte de tener a mi hermana jugando en él, lo que me permitió conocer al cuerpo técnico, y saber cómo se trabajaba en el club.



Figura 2. Plantilla Telecable Hockey Club 2018/2019.

Tras haber pasado cierto tiempo en el equipo me di cuenta que no se llevaba un control real de las cargas de entrenamiento, a pesar de que a todas las jugadoras se le registraba la frecuencia cardiaca. Para solucionar este problema hablé con el cuerpo técnico y con las jugadoras y se me dio el visto bueno para encargarme del control de las cargas de entrenamiento de las jugadoras, aplicando los diferentes métodos de control de carga aprendidos en la universidad y en Master.

2. Introducción

El hockey sobre patines puede ser descrito como un deporte de equipo donde los jugadores utilizan un stick para controlar la bola y utilizar patines para desplazarse por la pista a altas velocidades, realizando cambios de dirección constantemente. Como otros deportes colectivos, el hockey sobre patines presenta fases del juego ofensivas y defensivas que incluyen acciones técnicas específicas como disparos, pases o fintas con acciones tácticas colectivas como bloqueos, pantallas, desmarques etc. Una de las principales diferencias respecto a otros deportes que se juegan en campos con dimensiones similares, es que el campo está rodeado de vallas y se permite el juego tras portería.

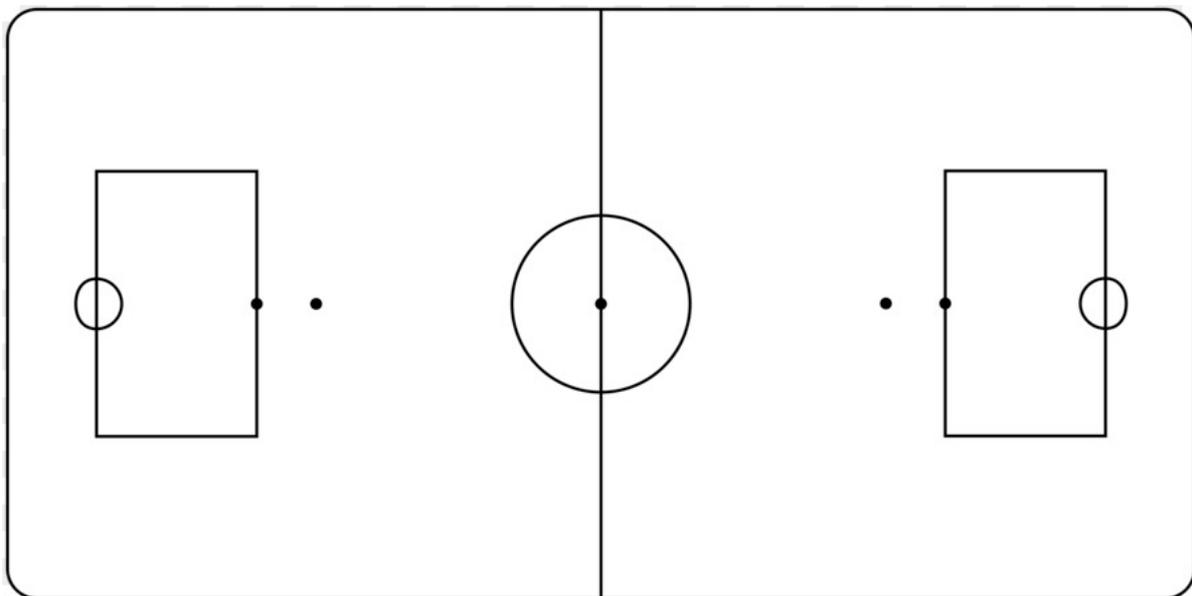


Figura 3. Campo de juego de hockey sobre patines (40x20).

Es un deporte que al realizarse sobre patines, hace que la velocidad a la que se juega y la velocidad de los desplazamientos sea muy alta, pudiendo pasar de una fase defensiva a una ofensiva en muy poco tiempo.

En el hockey sobre patines los entrenadores han sido siempre los encargados de prescribir el entrenamiento para optimizar el rendimiento de los jugadores en competición. Actualmente en los equipos “profesionales” ya empieza a haber el papel del preparador físico, que además de ser el encargado de optimizar los entrenamientos propuestos por el entrenador, es el encargado de cuantificar las cargas de entrenamiento y monitorizar a los jugadores adoptando los diferentes métodos científicos.

El entrenamiento deportivo ha sido definido como un proceso sistemático de realización de ejercicios para mejorar las capacidades físicas y adquirir las habilidades específicas del

deporte. Estos ejercicios (carga de entrenamiento) producen cambios fisiológicos en el deportista, cuya respuesta es un estímulo de adaptación, cada deportista responde a este estímulo de una manera específica y dependerá del tipo de estímulo, intensidad o duración del ejercicio.

Realizar un control adecuado de las cargas del entrenamiento posibilita que se optimicen los entrenamientos y las tareas que el jugador está realizando, y saber los efectos fisiológicos que tiene un determinado entrenamiento y además podemos saber el nivel de rendimiento del jugador en un partido o en un entrenamiento, o conocer los momentos en los que el jugador está en un pico de forma o se encuentra fatigado.

2.1 Importancia cuantificación cargas

En todos los deportes es imprescindible saber los factores determinantes del rendimiento, con el fin de optimizar los entrenamientos. La cuantificación de las cargas de entrenamiento es necesario para la mejora del rendimiento deportivo, además evitar o disminuir lesiones que pueden proceder de las sobrecargas de entrenamiento.

Cuantificar las cargas de entrenamiento puede explicar científicamente los cambios en el rendimiento. Otras de las ventajas es que analizando los datos obtenidos de las cargas de entrenamiento permite al cuerpo técnico decidir que deportistas están preparador para competir.

2.2 Parámetros que definen la carga

La carga de entrenamiento viene definida por 2 parámetros fundamentales: intensidad, volumen y recuperación.

La modificación de uno de estos parámetros nos harán desarrollar un tipo de entrenamiento u otro, y por lo tanto nos permitirá variar la respuesta del deportista al entrenamiento.

2.2.a Intensidad

La intensidad de la carga es el porcentaje al que se está entrenando. La intensidad suele venir dada en porcentajes, estos pueden ser respecto a un peso máximo en ejercicios de fuerza, % de la velocidad de máxima de desplazamiento o porcentajes de variables fisiológicas como la frecuencia cardiaca máxima o frecuencia cardiaca de reserva.

2.2.b Volumen

El volumen define la duración de un entrenamiento. La duración puede ser dada por tiempo de trabajo en deportes de resistencia, o en los deportes de fuerza el número de repeticiones o de series que se realizan.

En deportes de resistencia el volumen puede venir expresado tanto en tiempo o en kilómetros. El volumen en deportes de fuerza viene expresado principalmente en kilogramos.

2.2.c Recuperación

Es parámetro que surge de juntar la intensidad y el volumen y puede suponer cambios en el entrenamiento. Es un parámetro que hay que controlar para que, en caso de haber poca recuperación entre una serie u otra, supondrá que la serie programada igual se realice a una intensidad mayor debido a la fatiga producida en series anteriores.

Jugar con los tiempos de recuperación nos permitirá modificar los parámetros que definen la carga.

2.3 Métodos cuantificación

Hay 3 métodos o estímulos principales para cuantificar las cargas de entrenamiento:

- La carga interna de entrenamiento es aquella que tiene en cuenta aspectos fisiológicos del deportista, como puede ser la frecuencia cardiaca, el VO_{2max} o la producción de lactato en sangre.
- La carga externa o física de trabajo es una medida objetiva que tiene en cuenta el tiempo de trabajo, la distancia recorrida o la cantidad de entrenamiento. Ejemplos de carga externa serían el volumen, la densidad o la intensidad.
- La carga psicológica del entrenamiento viene definida por la percepción subjetiva del esfuerzo producida en el entrenamiento.

Todos los métodos son válidos para llevar un control adecuado de la carga de entrenamiento, la combinación de los 3 métodos será la ideal y la que debería de realizarse.

2.3.a Frecuencia cardiaca

Se sabe que la frecuencia cardiaca tiene una relación casi lineal con el VO_2 en diferentes niveles sub-máximos de intensidad (Astrand & Rodahl, 1986). La relación entre el VO_2 y la frecuencia cardiaca hace que sea una forma útil de cuantificar la carga de entrenamiento durante la mayor parte de los entrenamientos. Esta es una de las principales razones por las cuales la frecuencia cardiaca sirve para cuantificar la intensidad de entrenamiento aeróbico (Achten & Jeukendrup, 2003; Gilman, 1996).

A pesar del uso de la frecuencia cardiaca como método para el control de cargas de entrenamiento es válido, la variación de la frecuencia cardiaca hay que tenerla en cuenta, ya que puede modificar las cargas de entrenamiento. Los principales factores que afectan a la variación de la frecuencia cardiaca son las condiciones ambientales, altura, estado de entrenamiento, cambios diurnos, duración de los entrenamientos y estado de hidratación (Achten & Jeukendrup, 2003; Robinson, Robinson & Hume, 1991). Si estos factores están controlados, se conseguirá un mejor control de las cargas de entrenamiento (Lambert, Mbamba & Clair, 1998).

La frecuencia cardiaca como método para el control de la carga de entrenamiento de deportes de equipo se ha utilizado en diferentes deportes, como fútbol (Bangsbo, 1994; Helgerud, Engen, Wisloff & Hoff, 2001; Hoff, Wisloff & Kemi, 2002) hockey hierba (Boyle, Mahoney & Wallace, 1994)

Otra de las razones por lo que la frecuencia cardiaca es uno de los métodos más utilizados para el control de las cargas de entrenamiento, es que hoy en día es posible que los equipos puedan tener pulsómetros, ya que en los últimos años se ha disminuido el coste de estos.

Trimp Bannister:

Bannister et al. (1991) propuso un método de cuantificación de las cargas de entrenamiento de la sesión creando una unidad de esfuerzo físico. Esta unidad de esfuerzo físico tiene en cuenta la frecuencia cardiaca media durante el ejercicio, la duración del ejercicio y se denominó impulso de entrenamiento TRIMP.

Un TRIMP es calculado usando la duración del entrenamiento, la frecuencia cardiaca máxima, la frecuencia cardiaca de reposo y la frecuencia cardiaca media durante la sesión de entrenamiento (Morton, Fitz-Clarke & Banister, 1990). Además tiene en cuenta un factor de peso (Y) que evita que la ecuación dé más importancia al entrenamiento de larga duración y poca intensidad frente a los entrenamientos intensos y de corta duración.

Formula:

$$\text{TRIMP} = \text{duración del entrenamiento (min)} \times \text{Ratio Frecuencia cardiaca (ratio Fc)} \times Y$$

$$\text{Ratio Frecuencia cardiaca} = (\text{Fc media ejercicio} - \text{Fc reposo}) / (\text{Fc máxima} - \text{Fc reposo})$$

Este factor de peso (Y) es diferente para hombres y para mujeres y se basa en los perfiles de lactato de hombres y mujeres a medida que aumenta la intensidad del ejercicio. El valor de $e=2.712$.

$$(Y) \text{ hombres} = 0.64e^{1.92} * \text{ratioFc} \quad (Y) \text{ mujeres} = 0.86e^{1.67} * \text{ratioFc}$$

La cuantificación de las cargas de entrenamiento por este método es bastante limitado ya que es incapaz de cuantificar las partes no aeróbicas del entrenamiento, como puede ser un entrenamiento de fuerza ya que la respuesta cardiaca durante el entrenamiento aumenta de forma desproporcionada en comparación a la respuesta del entrenamiento de resistencia (Borresen & Lambert, 2009).

A pesar de estas limitaciones, el uso de TRIMPs como marcador para controlar la carga ha sido utilizado tanto en entrenamientos como en competición en varios deportes (Bannister, 1991; Morton, Fitz-Clarke, & Bannister, 1990; Padilla, Mujika, Orbanáños, & Angulo, 2000), incluso en deportes que demandan diferentes intensidades (Bannister, 1991; Hopkins, 1991).

Método de Edwards:

Esta metodología tiene en cuenta el tiempo que el deportista pasa en cada zona de entrenamiento (Edwards, 1993). Las zonas de entrenamiento son 5 y se basan en los porcentajes de frecuencia cardiaca, que tienen en cuenta la frecuencia cardiaca máxima (Fc Max). Zona 1 = 50-60% Fc Max; Zona 2 = 60-70% Fc Max; Zona 3 = 70-80% Fc Max; Zona 4 = 80-90% Fc Max; Zona 5 = 90-100% Fc Max. Cada zona de frecuencia cardiaca tiene asignado un valor, el cual multiplica al tiempo que cada deportista pasa en cada zona.

Para el cálculo de los TRIMPs se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{TRIMP: Tiempo en zona} * \text{Valor Zona.}$$

El objetivo de esta metodología es tratar de que cada esfuerzo tenga un peso relevante, es decir, que los esfuerzos de alta intensidad y poca duración tengan un valor mayor que los esfuerzos de baja intensidad y larga duración (Foster et al., 2001; Lucia et al., 2003). La suma de los tiempos de cada zona representa el total del tiempo de entrenamiento.

Esta metodología, para un correcto entendimiento de lo que sucede en el entrenamiento y en la competición, presenta sus inconvenientes. El valor que se le da a cada zona aumenta de forma lineal y no refleja las respuestas fisiológicas al ejercicio sobre el umbral

anaeróbico, además de que entre deportistas el umbral anaeróbico es diferentes a pesar de tener la misma potencia aeróbica (Wasserman, 1987) y por lo tanto el stress metabólico no va a ser el mismo para los deportistas a pesar de estar en el mismo porcentaje de frecuencia cardiaca máxima (Katch, Weltman, Sady & Freedson, 1978; Wasserman, 1987).

TRIMP de Lucía:

Esta metodología, basada en Lucia et al (2003), para la cuantificación de las cargas de entrenamiento tiene en cuenta los umbral ventilatorios VT1 & VT2. El método presenta 3 zonas: baja (<VT1), moderada (VT1-VT2) y alta (>VT2). Cada zona tiene asignado un coeficiente de 1,2 y 3 respectivamente. El tiempo en el que se está en cada zona es multiplicado por el coeficiente de esa zona y sumado para saber los TRIMP.

Lucia`s TRIMP se han usado para comparar la carga de entrenamiento en diferentes carreras ciclistas y no se han encontrado diferentes entre ellas (Lucía, Hoyos, Santalla, Earnest & Chicharro, 2003), es una metodología que ha recibido mucha aceptación en deportes de resistencia debido a que el entrenamiento se basa en tres zonas de trabajo (Esteve-Lanao et al., 2007; Seliler & Tonnessen, 2009).

Como todas las metodologías, esta tiene críticas ya que a pesar de que los umbrales ventilatorios usados para identificar las zonas son relevantes para un buen rendimiento en resistencia (Amann et al., 2006), el coeficiente de cada zona vuelve a ser arbitrario. A pesar de que esta metodología parece ser la más usada para monitorizar el tiempo en cada zona y distribuir la competición y el entrenamiento, hay que tener en cuenta que no es lo mismo estar en zona 3 (>VT2) al 85% FcMax que estar al 95% FcMax, ya que las adaptaciones fisiológicas serán diferentes, diferencias de 5% de la intensidad de entrenamiento (Denadai et al., 2006) a pesar de estar en la misma zona de entrenamiento.

Una de las grandes dificultades de aplicar esta metodología en deportes de equipo, es la necesidad de realizar pruebas de esfuerzo o de lactato para determinar los umbrales ventilatorios (VT1 & VT2), esta metodología tiene configuraciones de elite (Esteve-Lanao et al., 2007). En deportes de equipo como en fútbol, se ha utilizado esta metodología a partir de determinar los umbrales a través de valores arbitrarios de lactato (Impellezerri et al., 2005).

Método de Stagno:

Esta metodología para cuantificar las cargas de entrenamiento es similar a los TRIMP de Bannister (1991). Stagno, Thatcher & Someren (2007) modificaron la metodología propuesta

por Bannister para tratar de cuantificar las carga de entrenamiento en hockey hierba. La principal diferencia respecto al método de Bannister, fue el coeficiente que tenía cada zona.

Para determinar el coeficiente que correspondía a cada zona, determinó la curva de lactato sanguíneo de cada uno de sus deportistas, en comparación con Bannister que estableció una ecuación para calcularla. Posteriormente estableció una relación entre la concentración de lactato sanguíneo y los % de frecuencia cardiaca máxima del deportista. Se encontraron 5 zonas de frecuencia cardiaca, y a cada zona se le asignó un coeficiente: Zona 1= 1.25; Zona 2= 1.71; Zona 3= 2.54; Zona 4= 3.61 y Zona 5= 5.16.

Esta metodología en comparación con otras metodologías que tienen en cuenta solo las zonas de frecuencia cardiaca (Foster et al., 2001; Edwards,1993), tiene en cuenta las zonas de frecuencia cardiaca y los umbrales ventilatorios, por lo que es una metodología válida para la cuantificación de las cargas de entrenamiento ejercicios que no se realicen a la misma intensidad de manera constante, y que permite controlar los entrenamiento de alta intensidad, además de los aspectos específicos del deporte durante el entrenamiento o la competición.

2.3.b La metodología de Foster (sRPE)

Para cuantificar la carga de entrenamiento a través de percepción subjetiva del esfuerzo (sRPE) es necesario utilizar la escala de Borg (1982) (Figura 4). El TRIMP propuesto por Foster et al. (2001) utiliza la RPE como parámetro para determinar la intensidad o el grado de esfuerzo físico. Es un modelo válido, útil y que es sencillo de aplicar debido a que no supone tener aparatos de medición para su uso, sólo se necesita saber el tiempo de trabajo y la RPE de la sesión.

Para el cálculo del TRIMP, se multiplica la duración del ejercicio por la RPE. Para la obtención de la RPE de la sesión se ha tomado como referencia tomarla 30 minutos después de haber finalizado el entrenamiento.

Escala de Borg	
0	Reposo total
1	Esfuerzo muy suave
2	Suave
3	Esfuerzo moderado
4	Un poco duro
5	Duro
6	
7	Muy duro
8	
9	
10	
	Esfuerzo máximo

Figura 4. Escala de Borg (1982). Elaboración propia.

Utilizar la RPE como método para cuantificar las cargas de entrenamiento se ha utilizado en muchos deportes, tanto deportes de resistencia como ciclismo, atletismo (Foster, Daines, Hector & Snyder, 1996) o piragüismo (Borges, Bullock, Duff & Coutts, 2014), y en deportes de equipo como en fútbol (Impellizzeri et al, 2004; Alexiou & Coutts, 2008), fútbol canadiense (Clarke, Farthing, Norris, Arnold & Lanovaz, 2013) o baloncesto (Coutts, Reaburn, Murphy, Pine & Impellizzeri, 2003). Además se ha validado como método para cuantificar la carga de entrenamiento interna durante entrenamientos funcionales de alta intensidad (Tibana et al., 2018).

Una de las ventajas de utilizar la sRPE como método para controlar la carga de entrenamiento en comparación con otros métodos que tienen en cuenta la frecuencia cardíaca, es que en estos, es posible que en deportes de contacto el pulsómetro se pueda estropear o mismamente se le acaben las pilas y por lo tanto perdemos la información de lo que sucede en el entrenamiento o en la competición. En cambio utilizando la sRPE nos aseguramos que no perdemos los datos del entrenamiento, ya que es un valor que se obtiene al finalizar el entrenamiento.

Utilizar la sRPE como método de cuantificación de cargas de entrenamientos se ha relacionado con otros métodos que tienen en cuenta la frecuencia cardíaca. La sRPE se ha correlacionado significativamente (0.75 a 0.90) con la metodología de Edwards de uso de frecuencia cardíaca en atletas de rendimiento.

2.4 Métodos cuantificación rendimiento / lesión

Al igual que es fundamental y necesario realizar un control de las cargas de entrenamiento para mejorar el rendimiento de nuestros deportistas, la cuantificación de las cargas de entrenamiento nos permitirá prevenir lesiones y en caso de que se produzca una lesión, analizar el motivo de la lesión y si se debe a la carga de entrenamiento o no.

La relación entre entrenamiento, rendimiento y lesiones ha sido de interesante para los investigadores y para los cuerpos técnicos, tanto de deportes individuales como colectivos (Bannister, Calvert & Savage et al., 1975; Gabbet, Nielsen & Bertelsen et al., 2018). El rendimiento individual y colectivo puede ser explicado, al menos en parte por la carga de entrenamiento, ya que altas cargas de entrenamiento se asocian con mejor rendimiento (Foster, Daines, Hector et al., 1996; Aughey, Elias, Esmaeli et al., 2016; Graham, Cormack, Parfitt et al., 2018). Hay también muchas evidencias que sugieren que prescribir una carga inadecuada de entrenamiento aumenta el riesgo de lesión (Martínez-Silvan, Díaz-Ocejo & Murray, 2017; VonRosen, Heijne & Frohm, 2016; Huxley, O'Connor & Healey, 2014) y el dolor (Newlands, Reid & Parmar, 2018). Gabbett (2018) cree que la carga explica todas las lesiones.

2.4.a Monotonía

La monotonía es un índice que indica la variabilidad diaria del entrenamiento y se relaciona con síntomas de sobre entrenamiento si se combinan altas cargas de entrenamiento con un alto índice de monotonía (Foster, 1998).

Para el cálculo de este índice hay que tener en consideración la carga media del micro ciclo y la desviación estándar.

Monotonía= Cargas medias del micro-ciclo / Desviación estándar.

El strain o Índice de fatiga del entrenamiento es un concepto que se relaciona con el sobre-entrenamiento y la aparición de problemas físicos en atletas de élite (Foster, 1998). Se calcula a través del producto de la carga de entrenamiento y la monotonía de entrenamiento.

Strain o Fatiga del entrenamiento = Carga de entrenamiento de la semana * Monotonía del entrenamiento.

2.4.b Carga aguda y carga crónica

La carga aguda de entrenamiento es el total de las cargas de entrenamiento de la semana o del microciclo. No hay valores de referencias máximos ni mínimos, y estos dependerán de que método utilizaremos para cuantificar las cargas de entrenamiento.

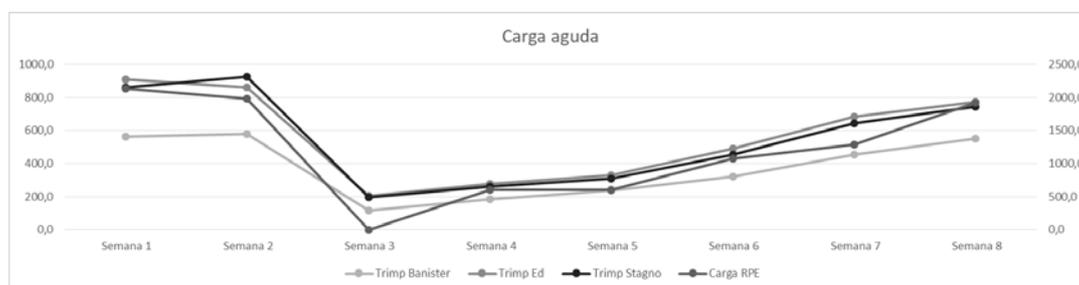


Figura 5. Distribución de las cargas de entrenamiento siguiendo los diferentes métodos (Banister, Edwards, Stagno & sRPE).

La carga crónica de entrenamiento es índice que tiene en cuenta el promedio de las cargas de las últimas 4 semanas de entrenamiento.

2.4.c Ratio carga aguda / crónica

El ratio carga aguda/ crónica es una de las variables de cargas de entrenamiento más analizadas y utilizadas dentro de los deportes de equipo para obtener un índice de lesión. El ratio carga aguda/ crónica resulta de dividir las cargas de entrenamiento semanal (carga aguda) entre el valor obtenido de la carga crónica de las últimas 4 semanas de entrenamiento (Gabbet, 2016).

Este ratio tiene que interpretarse tras haber determinado unos rangos que muestren el riesgo de padecer una lesión (Hernandez, Casamichana & Sánchez-Sánchez, 2017).

Gabbet (2016) expone:

- Que la relación entre una carga aguda baja y una carga crónica alta provoca un ratio carga aguda/crónica menor que 1.
- Que la relación entre una carga aguda alta y una carga crónica baja da un ratio carga aguda/crónica mayor que 1.

Teniendo en cuenta estas relaciones, para disminuir el riesgo de lesión, los preparadores físicos deben tratar de mantener el valor de ratio carga aguda/ carga crónica entre el rango de 0,8-1,3 (Blanch & Gabbet, 2016).

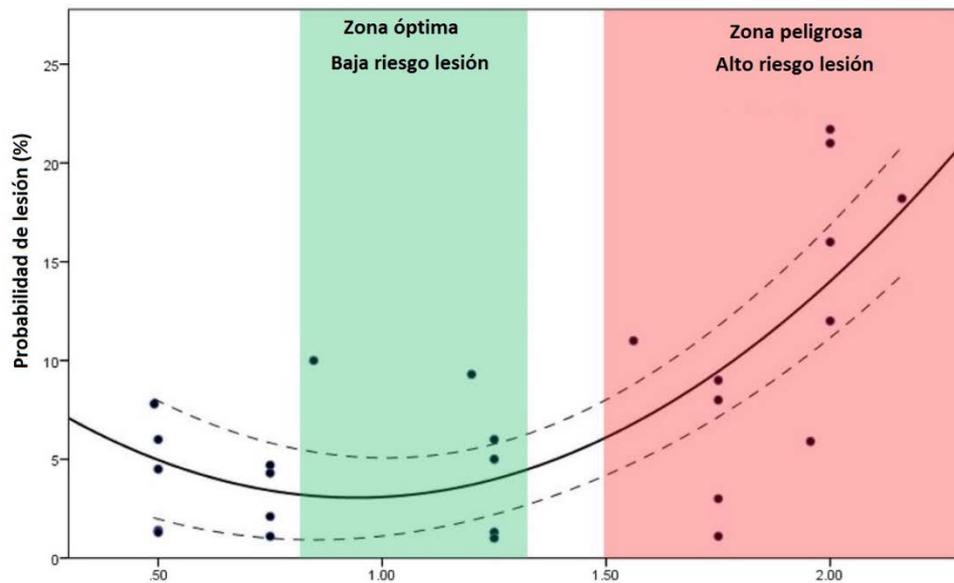


Figura 6. Relación entre carga de entrenamiento aguda y carga de entrenamiento crónica (Gabbett, 2016).

El ratio carga aguda/crónica no es un número mágico, ya que si el ratio carga aguda es mayor a 1,5, la probabilidad y el riesgo a lesionarse es muy alto, pero no garantiza que la lesión pueda ocurrir (Gabbett, 2018). Varios investigadores han usado el ratio carga aguda/crónica para prevenir lesiones (Fanchini, Rampini, Riggio et al., 2018; McCall, Dupuont & Ekstrand, 2018) y han demostrado que es ineficaz ya que la lesión puede ocurrir debido a muchos factores, esta es una de las razones por las que una simple monitorización del entrenamiento es incapaz de predecir eventos lesivos (Hulin & Gabbet, 2018; Bahr, 2016; Bittencourt, Meeuwisse, Mendonça et al., 2016).

3. Objetivos

En el desarrollo de este trabajo he tratado de desarrollar los siguientes objetivos:

3.1 Objetivos Generales

- Realizar una cuantificación real de las cargas de entrenamiento de las jugadoras teniendo en cuenta diferentes métodos.
- Establecer un ratio carga aguda/carga crónica para prevenir el riesgo de lesión y controlar el grado de fatiga.
- Incorporar en el club un registro real y eficaz de las cargas de entrenamiento.

3.2 Objetivos Específicos

- Cuantificar el entrenamiento en base a la frecuencia cardiaca.
- Controlar el entrenamiento utilizando la sRPE.
- Determinar las relaciones entre los diferentes métodos de cuantificación de carga interna (Bannister, Edward, Stagno) con el método de la sRPE.
- Analizar la evolución de diferentes métricas derivadas del control del entrenamiento a lo largo de la temporada.

4. Competencias

En este apartado, especifico aquellas competencias que he desarrollado durante este trabajo y que tienen una relación directa con las asignaturas impartidas en el Master de Entrenamiento y Rendimiento en el curso académico 2018/2019.

La principal asignatura de la cual desarrollo sus competencias específicas es “Cuantificación y Control de las Cargas de Entrenamiento”

4.1 Competencias generales

- 1403CG01. Ejercer a nivel profesional en el ámbito del deporte rendimiento, manifestando elevada competencia, autonomía y conocimiento científico especializado.
- 1403CG03 Diseñar y llevar a cabo procesos sistemáticos y rigurosos de análisis del rendimiento, en situaciones de entrenamiento y competición, orientados a la valoración de las capacidades físicas, las habilidades y el desempeño técnico-táctico.
- 1403CT05. Desarrollar la capacidad de razonamiento crítico y autocrítica, como paso fundamental para mejorar la toma de decisiones de manera autónoma.
- 1403CG04. Cuantificar y controlar cargas de entrenamiento y competición, como base para planificar de manera científica los estímulos de preparación y programas de ejercicio encaminados a la mejora del rendimiento.
- 1403CT01. Ser capaz de trabajar en equipo, en función de un objetivo común, de forma coordinada con otros profesionales en un contexto multidisciplinar.
- 1403CT06. Manejar la bibliografía científica específica, utilizando herramientas de búsqueda y acceso a documentación especializada.

4.2 Competencias específicas

- 1403CE05 Aplicar los diferentes métodos de cuantificación y control de la carga en diversos contextos de entrenamiento y competición.
- 1403CE06 Manejar las nuevas tecnologías y herramientas específicas para el registro y cuantificación de las cargas de preparación del deportista.

5. Metodología

5.1 Sujetos

Para la realización de este trabajo se contó con las jugadoras del Telecable Hockey Club de la temporada 2018-2019 que participaron en 1ª División femenina, Copa de la reina y Copa de Europa. La muestra estuvo conformada por 8 jugadoras (20.0 ± 5.0 años, 63.0 ± 4.8 kg y 168.5 ± 4.1 cm). Del conjunto de las jugadoras, todas han participado más de 11 semanas de las 15 semanas totales en las que se han registrado los datos. Todas las jugadoras tienen más de 5 años de experiencia en Hockey sobre patines y 4 jugadoras de ella han jugado ya con la selección española en torneos internacionales y 6 de las jugadoras ya conocían el sistema de sRPE para controlar las cargas de entrenamiento. El equipo está compuesta por jugadoras de varias edades, que además de dedicarse al hockey sobre patines también realizan diferentes actividades, hay jugadoras que están estudiando y jugadoras que están trabajando, lo que puede suponer una carga extra añadida a las cargas de entrenamiento propias.

5.2 Diseño de investigación

Para el diseño de este trabajo he contado con los materiales que dispone el club. El club para el control de la frecuencia cardiaca de las jugadoras utiliza Polar Team para sistema IOS, los pulsómetros que utilizan las jugadoras son Polar H7 y Polar H10. Al comienzo de la temporada se le asigna uno a cada jugadora y esta son las encargadas de llevarlas al entrenamiento. Al comienzo del entrenamiento, el preparador físico se encarga de que el Ipad reconozca el pulsómetro, y si no sucede, le cambia la batería o le daría otro pulsómetro.



Figura 7. Programa y pulsómetros utilizados para el control de las cargas de entrenamiento.

El valor de Percepción subjetiva del esfuerzo de la sesión, es dada por las jugadoras al preparador físico, a los 30 minutos de finalizar la sesión.

La semana de entrenamiento tipo se ha tratado de mantener a lo largo de todo el periodo de registro de las cargas de entrenamiento, siempre que no hubiera una competición importante como la Copa de la Reina.

Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Duración de la sesión	90	120	Descanso	120	90	Partido	Descanso

Figura 8. Semana tipo de entrenamiento.

Para el registro de las cargas de entrenamiento diarias y semanales se ha realizado un archivo Excel en el cual se recoge todo lo que sucede, en este archivo se insertan los datos de frecuencia cardiaca y el valor sRPE de la sesión. En la Figura 9. se encuentra un ejemplo de registro de los datos de carga de una jugadora, en este caso los datos aparecen en blanco.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	<div style="border: 1px solid black; padding: 20px; font-size: 2em; font-weight: bold;">Jugador</div>				
Duración (min)												
RPE												
Fc media												
zona 1 (t)												
zona 2 (t)												
zona 3 (t)												
zona 4 (t)												
zona 5 (t)												
Cargas diarias de entrenamiento	Carga RPE	0	0	0	0	0	0	Carga RPE	0		0,00	0,0
	Trimp Banister	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Trimp Banister	0,00		0,00	0,0
	Trimp Ed	0	0	0	0	0	0	Trimp Ed	0		0,00	0,0
	Trimp Stagno	0	0	0	0	0	0	Trimp Stagno	0,0		0,00	0,0
	Fc maxima											
	Fc minima											
	y (Banister)	-2,12	-2,12	-2,12	-2,12	-2,12	-2,12					
	hr ratio	-0,47	-0,47	-0,47	-0,47	-0,47	-0,47					

Figura 9. Plantilla semanal de registro de las cargas de entrenamiento en Excel. Elaboración propia.

5.3 Análisis estadístico

Los resultados se expresan como media \pm desviación estándar (SD). Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de los datos. El efecto del tiempo (i.e., semanas de entrenamiento) sobre las variables estudiadas se estableció aplicando una ANOVA de medias repetidas. Esta misma prueba se utilizó para comparar los valores de monotonía y el ratio entre la carga aguda:crónica calculadas con las diferentes metodologías utilizadas. También la comparación de las variables analizadas a lo largo del microciclo de entrenamiento o la comparación entre el trabajo realizado en las diferentes zonas de intensidad establecidas se realizó a través de una ANOVA de medias repetidas. Se aplicó un análisis post-hoc con el test de Bonferoni para establecer las diferencias entre medias. La relación entre las diferentes variables se evaluó a través del coeficiente de correlación de Pearson (r). Las correlaciones fueron clasificadas como casi perfectas, $r > 0.9$; muy altas, 0.70-0.90; altas, 0.50-0.70; moderadas, 0.30-0.50; pequeñas, 0.10-0.30; y triviales, < 0.10 . Por último, se realizó un análisis de regresión múltiple por pasos para determinar cuáles de las zonas de entrenamiento explicaban en mayor medida el comportamiento de la sRPE y la carga de entrenamiento calculada con esta variable. Valores de $p < 0.05$ fueron considerados estadísticamente significativos. El software estadístico SPSS+ v.24.0 fue usado para este análisis.

6. Resultados

La carga de entrenamiento media semanal analizada durante las 15 semanas que duró el estudio fue de 1626.7 ± 627.5 , 426.9 ± 181.2 , 676.2 ± 244.0 y 635.7 ± 230.5 UA cuando se cuantificó en base a la sRPE, utilizando el método de Banister, Edwards y Stagno, respectivamente. La monotonía del entrenamiento calculada con los anteriores métodos se muestra en la Figura 10. Los valores más bajos ($p < 0.001$) se analizaron cuando se usó la sRPE, por el contrario, los mayores valores se obtuvieron cuando se calculó usando el método de Edwards y Stagno. La dureza media semanal utilizando la sRPE, el método de Banister, Edwards y Stagno fue de 2129.8 ± 1056.6 , 578.1 ± 317.5 , 945.7 ± 453.9 y 888.5 ± 427.2 UA, respectivamente. No se obtuvieron diferencias ($p > 0.05$) en el ratio carga aguda:crónica determinado con los diferentes métodos (1.13 ± 0.46 , 1.16 ± 0.45 , 1.14 ± 0.44 y 1.14 ± 0.44 para el método basado en la sRPE, el método de Banister, Edwards y Stagno, respectivamente). La evolución semanal de la carga de entrenamiento, monotonía, dureza de los microciclos y ratio carga aguda:crónica se representa en la Figura 11, 12, 13 y 14, respectivamente. Se halló un efecto significativo ($p < 0.001$) del tiempo en estas variables, independientemente del método usado para su cálculo. La evolución de las variables a lo largo de las semanas fue similar con todas las metodologías empleadas.

La sRPE media fue de 5.0 ± 0.8 y la FC media de 135 ± 12 , este valor representó aproximadamente el 68% de la FC_{max} . Se observó un efecto principal del tiempo sobre la sRPE ($p < 0.05$) y no sobre la FC (Figura 15). Únicamente se observaron cambios significativos a lo largo de las semanas de entrenamiento en el porcentaje del tiempo que las jugadoras estuvieron entre el 50-59 ($p < 0.05$), 70-79 ($p < 0.001$) y 90-100 ($p < 0.05$) % de la FC_{max} (Figura 16). Sin embargo, el tiempo de entrenamiento semanal en todas las zonas de intensidad cambio significativamente ($p < 0.001$) durante las semanas que duró el estudio (Figura 17). El tiempo medio que las jugadoras permanecieron entre el 50-59, 60-69, 70-79, 80-89 y 90-100% de la FC_{max} fue 63.7 ± 40.9 ($20.0 \pm 5.6\%$), 54.0 ± 22.8 ($17.1 \pm 4.6\%$), 51.7 ± 18.8 ($16.7 \pm 4.6\%$), 57.1 ± 27.1 ($17.9 \pm 5.8\%$) y 25.2 ± 18.5 ($8.4 \pm 6.6\%$) min, respectivamente.

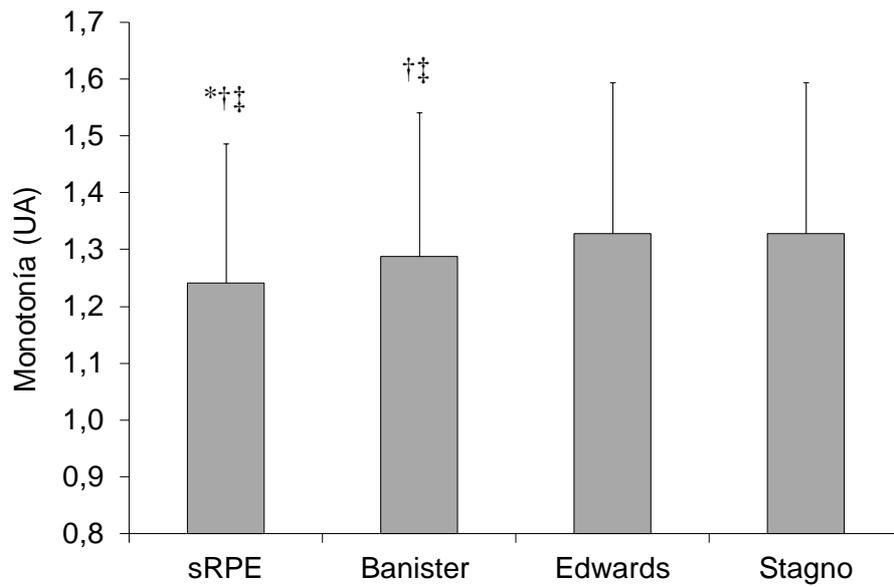


Figura 10. Monotonía semanal media calculada a través de la sRPE y la frecuencia cardiaca. * Diferencia significativa con el método de Banister ($p < 0.001$). † Diferencia significativa con el método de Edwards ($p < 0.001$). ‡ Diferencia significativa con el método de Stagno ($p < 0.001$).

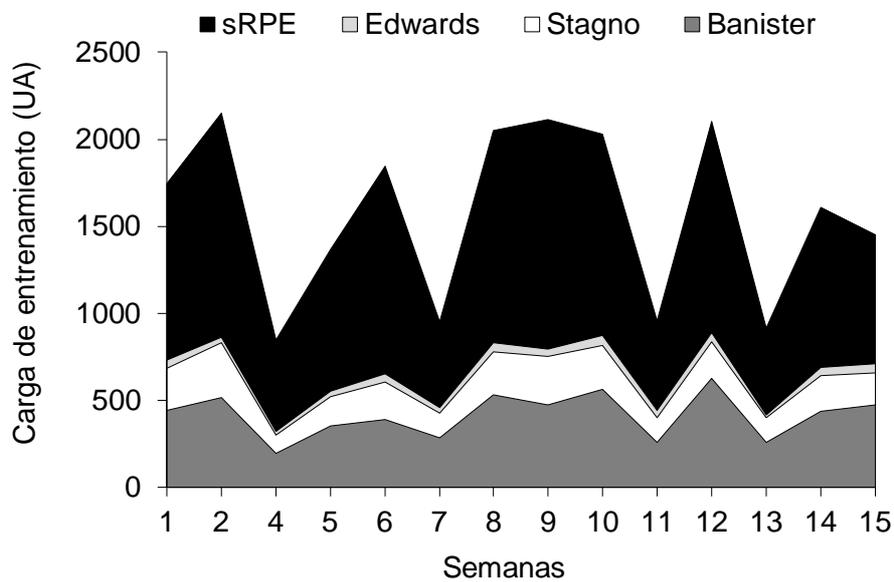


Figura 11. Evolución de la carga de entrenamiento, según las diferentes metodologías empleadas, a lo largo de las semanas.

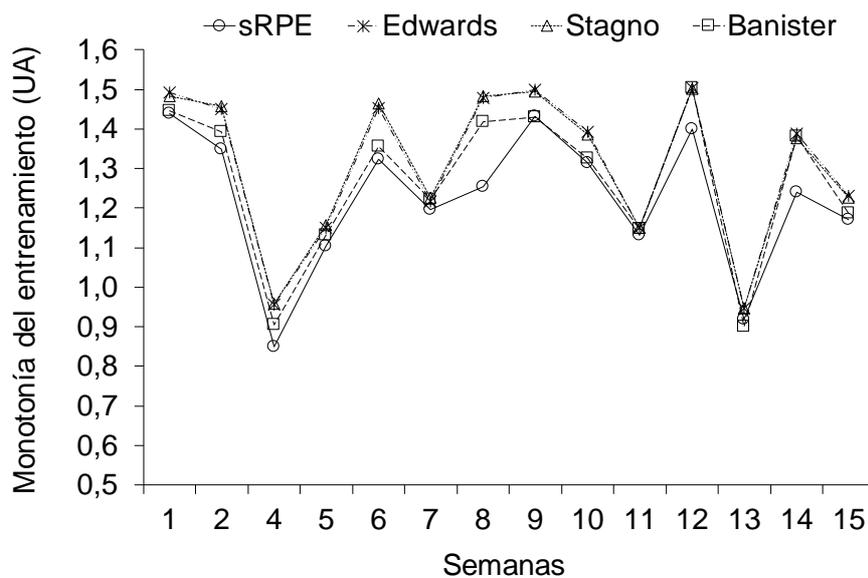


Figura 12. Comportamiento de la monotonía del entrenamiento a lo largo de las semanas. Se ha obviado la representación de la SD para facilitar la lectura de la Figura.

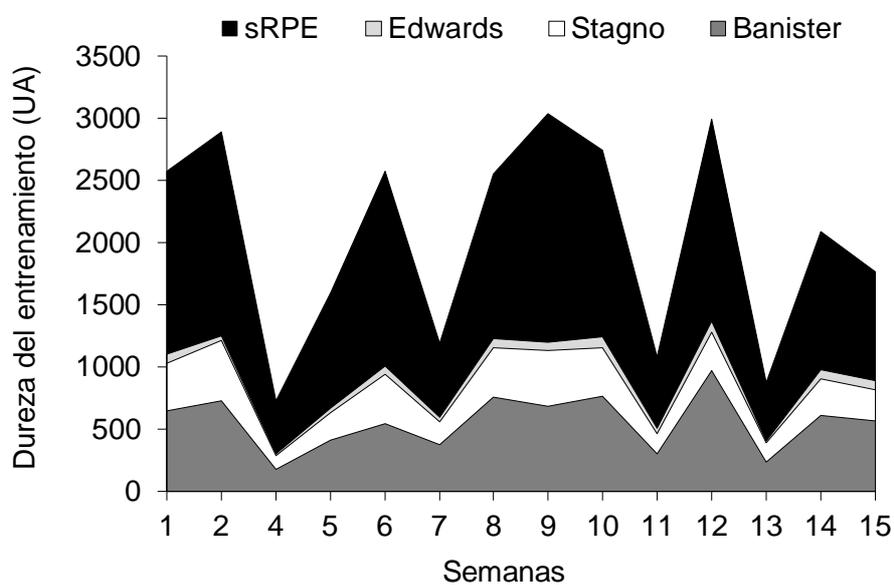


Figura 13 Dureza de los diferentes microciclos analizados en el estudio.

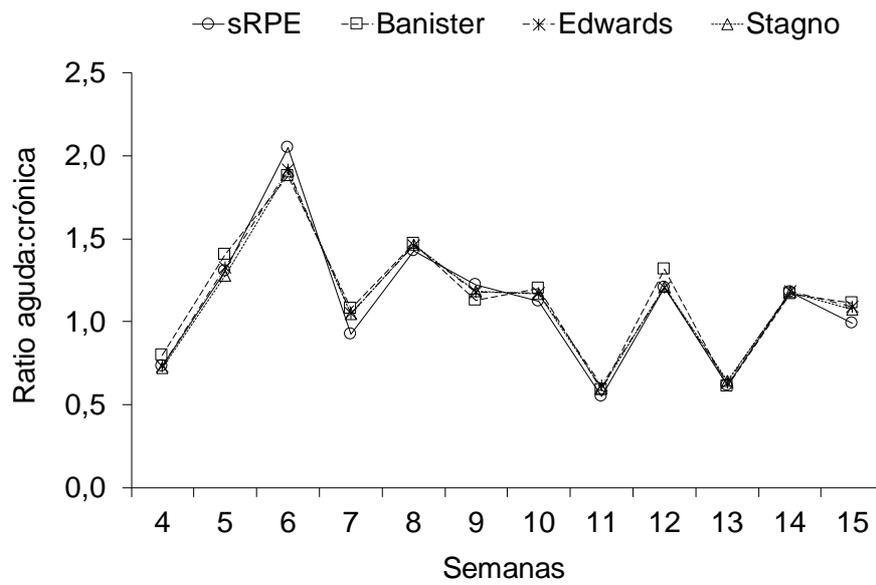


Figura 14. Evolución del ratio carga aguda:crónica a lo largo de las semanas. No se presentan los valores de SD para facilitar la lectura de la gráfica.

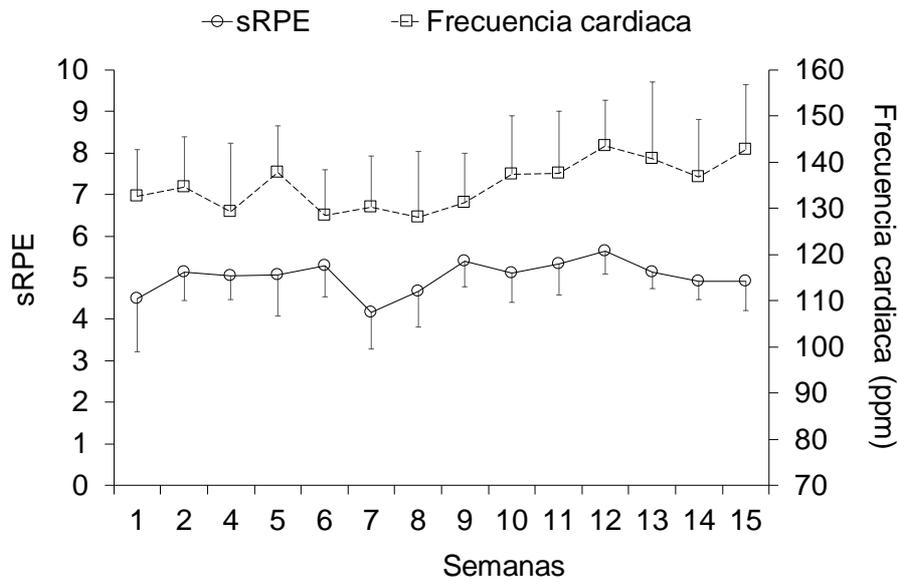


Figura 15. Evolución de la sRPE y frecuencia cardiaca media a lo largo de las semanas de entrenamiento.

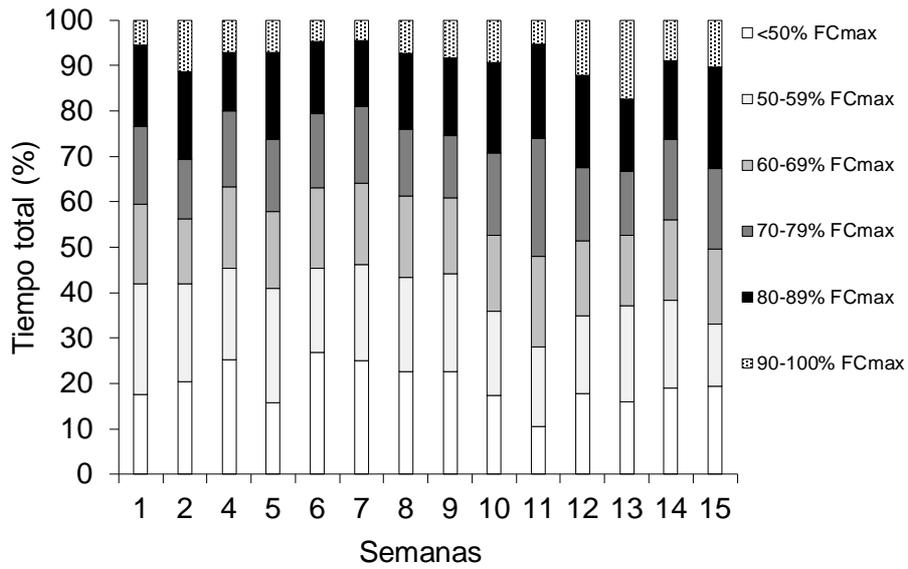


Figura 16. Porcentaje de trabajo en cada una de las zonas de intensidad analizadas a través de las semanas de entrenamiento.

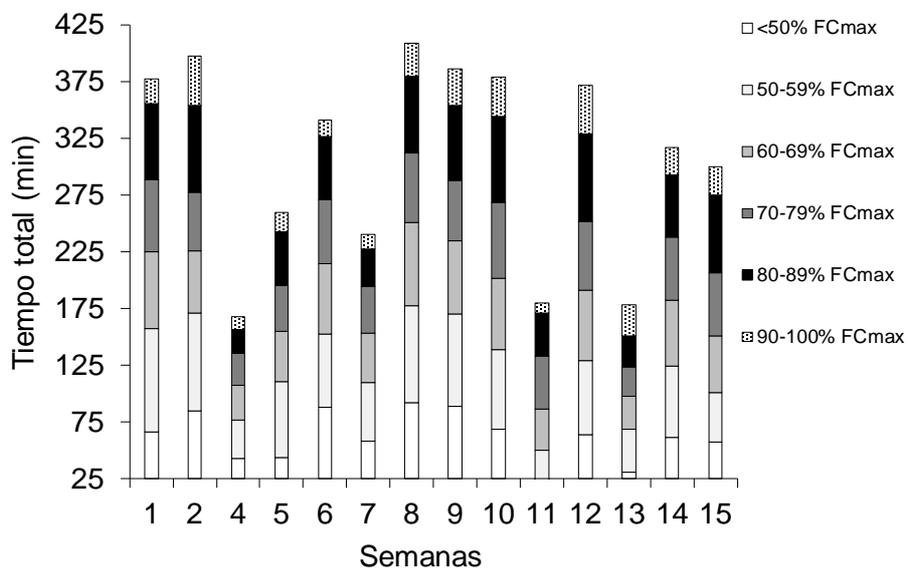


Figura 17. Tiempo total de entrenamiento en las zonas de intensidad analizadas en las diferentes semanas de entrenamiento.

La evolución del volumen y la intensidad del entrenamiento cuantificada a través de la sRPE y la frecuencia cardiaca durante un microciclo típico del periodo de entrenamiento analizado se muestra en la Tabla 1 y Figura 18. La sRPE media analizada en los partidos (6.5 ± 1.8) fue significativamente mayor ($p < 0.01$) a las halladas en los días de entrenamiento. Las mayores ($p < 0.01$) cargas de entrenamiento se analizaron durante los martes y los jueves (Figura 18). La carga de los partidos calculada en base a la sRPE (324.1 ± 89.4 UA) fue similar a la observada durante los entrenamientos de los viernes, pero significativamente más baja a la observada los lunes ($p < 0.05$), martes ($p < 0.001$) y jueves ($p < 0.001$) (Figura 19).

Tabla 1. Distribución del volumen y la intensidad del entrenamiento a lo largo de un microciclo tipo (media \pm SD).

	Lunes	Martes	Jueves	Viernes	media
Duración (min)	$91.0 \pm 3.7^{\text{mj}}$	$117.2 \pm 8.8^{\text{v}}$	$119.6 \pm 2.7^{\text{v}}$	88.4 ± 6.8	104.9 ± 15.7
RPE	$5.1 \pm 1.2^{\text{mjv}}$	$5.7 \pm 1.4^{\text{v}}$	$5.7 \pm 1.0^{\text{v}}$	3.7 ± 0.9	5.1 ± 1.4
FC media	$138 \pm 13^{\text{v}}$	$135 \pm 14^{\text{v}}$	$140 \pm 12^{\text{v}}$	126 ± 13	135 ± 14
50-59% (min)	$17.3 \pm 7.6^{\text{mjv}}$	23.3 ± 7.3	22.2 ± 8.4	21.2 ± 8.6	$21.2 \pm 8.2^{\text{††\&}}$
60-69% (min)	$16.4 \pm 5.7^{\text{m}}$	$20.7 \pm 6.5^{\text{iv}}$	17.5 ± 5.8	15.9 ± 5.3	$17.7 \pm 6.1^{\text{\&}}$
70-79% (min)	$16.4 \pm 5.9^{\text{mv}}$	$21.4 \pm 6.8^{\text{iv}}$	$16.6 \pm 4.6^{\text{v}}$	13.2 ± 5.6	$17.1 \pm 6.5^{\text{\&}}$
80-89% (min)	$18.8 \pm 7.8^{\text{iv}}$	$21.6 \pm 8.5^{\text{v}}$	$24.1 \pm 7.9^{\text{v}}$	10.5 ± 5.3	$18.9 \pm 9.1^{\text{\&}}$
90-100% (min)	$7.3 \pm 7.6^{\text{iv}}$	$8.1 \pm 7.8^{\text{iv}}$	$14.1 \pm 9.0^{\text{v}}$	3.6 ± 4.2	8.4 ± 8.3

^m Diferencias significativa con martes ($p < 0.05$). ^j Diferencia significativa con jueves ($p < 0.01$). ^v Diferencia significativa con viernes ($p < 0.05$). * Diferencias significativas con 60-69% FC_{max} ($p < 0.05$). [†] Diferencias significativas con 70-79% FC_{max} ($p < 0.05$). [‡] Diferencias significativas con 80-89% FC_{max} ($p < 0.05$). ^{\&} Diferencias significativas con 90-100% FC_{max} ($p < 0.05$).

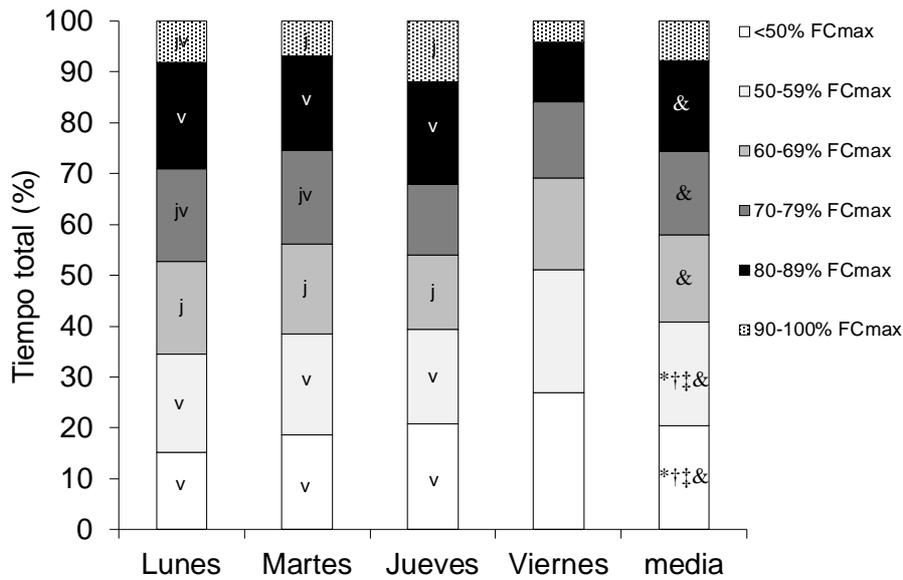


Figura 18. Distribución de la intensidad del entrenamiento en las zonas de intensidad analizadas a lo largo del micro-ciclo típico. ^j Diferencia significativa con jueves ($p < 0.01$). ^v Diferencia significativa con viernes ($p < 0.05$). * Diferencias significativas con 60-69% FC_{max} ($p < 0.01$). † Diferencias significativas con 70-79% FC_{max} ($p < 0.01$). ‡ Diferencias significativas con 80-89% FC_{max} ($p < 0.05$). & Diferencias significativas con 90-100% FC_{max} ($p < 0.001$).

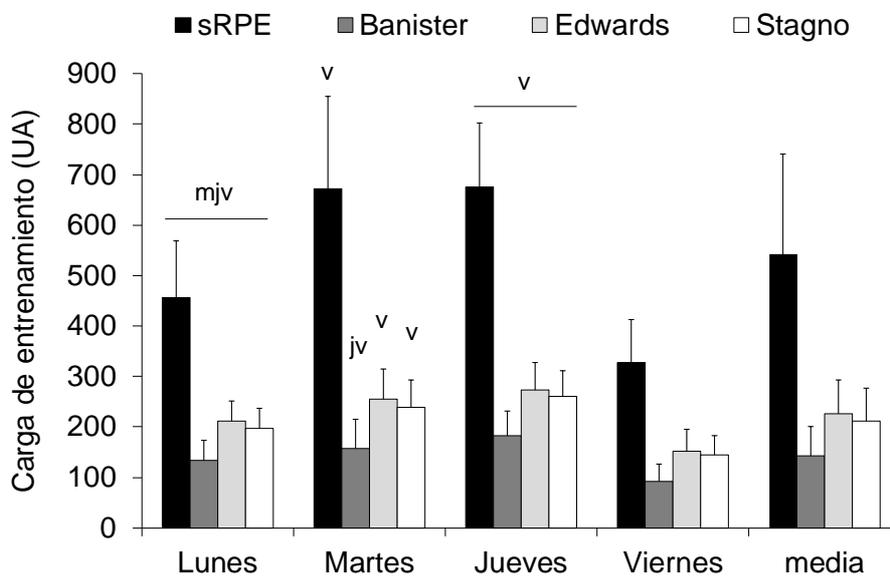


Figura 19. Distribución de la carga a lo largo del micro-ciclo. ^m Diferencias significativa con martes ($p < 0.01$). ^j Diferencia significativa con jueves ($p < 0.01$). ^v Diferencia significativa con viernes ($p < 0.001$).

El análisis de regresión múltiple realizado reveló que el 16.3% de la varianza en la sRPE se explicó por el tiempo que las jugadoras permanecieron entre el 90-100% de la FC_{max} . Cuando se introdujo el tiempo de permanencia entre el 70-79% de la FC_{max} al modelo anterior el porcentaje que explica el cambio en la sRPE se elevó al 24.7%. Del mismo modo el cambio en la carga de entrenamiento calculada usando la sRPE fue explicado al 20.4, 29.2 y 36.6% por el tiempo de permanencia entre el 80-89% de la FC_{max} , sumando el tiempo entre el 90-100% y el 60-69% de la FC_{max} , respectivamente.

Las correlaciones halladas entre la carga de entrenamiento diaria calculada en base a la sRPE y los diferentes métodos basados en la frecuencia cardíaca fueron muy altas (Tabla 2). Cuando se estudiaron las relaciones entre las cargas semanales ésta llegó alcanzar valores casi perfectos (Tabla 3). Las relaciones encontradas entre la monotonía y la dureza de los micro-ciclos calculada con la sRPE y los métodos basados en la frecuencia cardíaca también fueron muy altas (Tabla 4 y 5).

Tabla 2. Correlaciones individuales entre la carga de entrenamiento diaria calculada en base a la sRPE y la frecuencia cardíaca.

	Banister	Edwards	Stagno
S1	0.67	0.72	0.71
S2	0.77	0.81	0.80
S3	0.73	0.75	0.76
S4	0.88	0.90	0.90
S5	0.60	0.74	0.74
S6	0.85	0.87	0.89
S7	0.68	0.80	0.82
S8	0.65	0.63	0.64
media \pm SD	0.73 \pm 0.10	0.77 \pm 0.10	0.77 \pm 0.10
IC 95%	0.65 – 0.81	0.71 – 0.85	0.71 – 0.86

*, Diferencias significativas ($p < 0.05$). **, Diferencias significativas ($p < 0.01$).

Tabla 3. Correlaciones individuales entre la carga de entrenamiento semanal calculada en base a la sRPE y la frecuencia cardiaca.

	Banister	Edwards	Stagno
S1	0.91	0.97	0.96
S2	0.84	0.90	0.90
S3	0.83	0.84	0.85
S4	0.99	0.99	0.99
S5	0.60	0.74	0.74
S6	0.96	0.98	0.98
S7	0.89	0.90	0.90
S8	0.71	0.87	0.87
media \pm SD	0.84 \pm 0.13	0.90 \pm 0.08	0.90 \pm 0.08
IC 95%	0.73 – 0.94	0.83 – 0.97	0.83 – 0.97

*, Diferencias significativas ($p < 0.05$). **, Diferencias significativas ($p < 0.01$).

Tabla 4. Correlaciones individuales entre la monotonía del entrenamiento calculada en base a la sRPE y la frecuencia cardiaca.

	Banister	Edwards	Stagno
S1	0.72	0.79	0.79
S2	0.93	0.90	0.90
S3	0.81	0.68	0.68
S4	0.95	0.94	0.94
S5	0.87	0.85	0.85
S6	0.98	0.98	0.99
S7	0.95	0.96	0.96
S8	0.89	0.90	0.91
media \pm SD	0.89 \pm 0.08	0.88 \pm 0.08	0.88 \pm 0.08
IC 95%	0.82 – 0.96	0.79 – 0.96	0.79 – 0.96

*, Diferencias significativas ($p < 0.05$). **, Diferencias significativas ($p < 0.01$).

Tabla 5. Correlaciones individuales entre la dureza semanal del entrenamiento calculada en base a la sRPE y la frecuencia cardiaca.

	Banister	Edwards	Stagno
S1	0.95	0.96	0.96
S2	0.85	0.94	0.94
S3	0.90	0.88	0.88
S4	0.98	0.98	0.99
S5	0.76	0.86	0.86
S6	0.96	0.98	0.98
S7	0.93	0.94	0.94
S8	0.78	0.92	0.92
media \pm SD	0.89 \pm 0.08	0.93 \pm 0.04	0.93 \pm 0.05
IC 95%	0.82 – 0.96	0.90 – 0.97	0.90 – 0.97

*, Diferencias significativas ($p < 0.05$). **, Diferencias significativas ($p < 0.01$).

7. Conclusiones

El objetivo de este Trabajo Fin de Master era ser capaz de aplicar diferentes metodologías para el control de las cargas de entrenamiento, compararlas y realizar el ratio carga aguda/crónica en un equipo profesional de hockey sobre patines femenino.

El objetivo se ha cumplido ya que no solo he sido capaz de introducir el RPE como parte de la sesión de entrenamiento, sino que hemos conseguido que al día de hoy se tenga en cuenta los datos obtenidos al realizar el control de las cargas de entrenamiento para preparar las sesiones de trabajo de la semana y buscar los picos de forma para los partidos importantes.

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de este trabajo fin de master han sido importantísimos para el club, ya que ven una herramienta útil el control de cargas. Además durante el tiempo en el que se llevó a cabo la recogida de datos y posterior análisis, solo 1 jugadora se lesionó y fue debido a un resbalón durante un partido. Esta lesión no pudo ser explicada por el ratio carga aguda/crónica.

De los resultados obtenidos en la interpretación de los datos destacan que no diferencias significativas ($p>0.05$) en el ratio carga aguda/crónica con los diferentes métodos sRPE, Banister, Edwards y Stagno.

Los diferentes métodos utilizados para calcular la carga de entrenamiento presentan correlaciones muy altas respecto a sRPE. Las relaciones entre monotonía y dureza de los micro-ciclos son muy altas respecto sRPE y los métodos que utilizan la frecuencia cardiaca.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, podemos confirmar que utilizar la sRPE para controlar las cargas de entrenamiento, calcular la dureza de los micro-ciclos y realizar el ratio de carga/ crónica es válido en hockey sobre patines. Este resultado, en parte era de esperar debido a que el uso de la sRPE como método para cuantificar las cargas de entrenamiento en otros deportes es válido (Foster, Daines, Hector & Snyder, 1996; Borges, Bullock, Duff & Coutts, 2014; Impellizeri et al, 2004; Alexiou & Coutts, 2008; Clarke, Farthing, Norris, Arnold & Lanovaz, 2013; Coutts, Reaburn, Murphy, Pine & Impellizeri, 2003)

8. Valoración personal

Durante el desarrollo de este trabajo de fin de master, lo que comenzó como un trabajo puramente práctico en el que cuantificar las cargas de entrenamiento y saber el ratio carga aguda/crónica de cada jugadora acabó siendo útil para el cuerpo técnico del club y además los resultados obtenidos teniendo en cuenta los diferentes métodos de registro de cargas de entrenamiento son muy positivos, lo que me anima a seguir “investigando” en Hockey sobre patines.

Cuando se inició la práctica, durante las primeras semanas costó que las jugadoras jóvenes se dieran un valor de fatiga o cansancio producido por el entrenamiento, lo que me obligó a explicarles más el motivo de la cuantificación de las cargas de entrenamiento y el uso del sRPE. Tras el paso de varias semanas todo funcionaba perfectamente y ya me sentía como uno más en el equipo.

Referente a los objetivos de este trabajo, pienso que se consiguió establecer un buen método de control de cargas de entrenamiento y sé que se aplicará en las temporadas siguientes no solo con el primer equipo, sino con los equipos de la base, por lo que también creo es que mi aportación al club ha sido considerable, profesional y aplicable, ya que podremos controlar y decidir cuándo se hagan las semanas de carga y cómo se estén realizando la próxima temporada.

El balance final del club este año ha sido la Copa de la Reina, sub-campeonas de la copa intercontinental en San Juan (Argentina) y un 3º puesto en la Liga Española. No se ha ganado todo, pero se ha estado luchando hasta el último momento. En general ha sido una temporada buena, ya que ha habido muchos cambios de la temporada pasada a esta. De las lesiones producidas esta temporada, ninguna de ellas se debió a sobrecarga de entrenamiento, por lo que ratio carga aguda/crónica fue útil.

Como reflexión final de este trabajo, gracias a los conocimientos adquiridos en el master, a la disposición del club por permitirme llevar a cabo el trabajo y a mi tutor, dispuesto a resolver cualquier duda, he adquirido unas competencias importantísimas en el control de las cargas de entrenamiento que me abrirán posibilidades de trabajo en el futuro.

9. Bibliografía

Achten, J., Jeukendrup, A.E. (2003). Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine*; 33 (7): 517-38.

Alexiou, H., & Coutts, A. J. (2008). A Comparison of Methods Used for Quantifying Internal Training Load in Women Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3.

Amann, M., Subudhi, A. W., & Foster, C. (2006). Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance. *Scand J Med Sci Sports*, 16, 27-34.

Astrand, P. O., & Rodahl, K. (1986). *Textbook of Work Physiology*, (pp. 486–522) New York: McGraw Hill, Estados Unidos.

Aughey, R.J., Elias, G.P., Esmaeili, A., et al. (2016). Does the recent internal load and strain on players affect match outcome in elite Australian football? *J Sci Med Sport*, 19:182–6

Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. *Physiol. Scand. Suppl.* 619:1– 155.

Bahr, R. (2016). Why screening tests to predict injury do not work-and probably never will...: a critical review. *British Journal Sports Medicine*, 50 :776–80.

Bannister, E. W., Calvert, T.W., Savage, M. V., et al. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Australian Journal Sports Medicine* ,7:57–61

Bannister, E.W., MacDougall, J.D., Wenger, H.A., et al. (1991). *Modeling elite athletic performance: physiological testing of the high-performance athlete*. Human Kinetics Books; 403-25

Bittencourt, N.F.N., Meeuwisse, W.H., Mendonça, L.D., et al. (2016). Complex systems approach for sports injuries: moving from risk factor identification to injury pattern recognition-narrative review and new concept. *British Journal Sports Medicine*, 50: 1309–14.

Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). Quantifying training load: A comparison of subjective and objective methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. <https://doi.org/10.1123/ijspp.3.1.16>

Boyle, P. M., Mahoney, C. A., & Wallace, W. F. M. (1994). The competitive demands of elite male field hockey. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34, 235 – 241

- Clarke, N., Farthing, J. P., Norris, S. R., Arnold, B. E., & Lanovaz, J. L. (2013). Quantification of Training Load in Canadian Football. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2198–2205. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827e1334>
- Coutts, A., Reaburn, P., Murphy, A., Pine, M., & Impellizzeri, F.M. (2003). Validity of the session-RPE method for determining training load in team sport athletes. *Journal Science Medicine Sport*, 6:525.
- Denadai, B. S., Ortiz, M. J., Greco, C. C., & De Mello, M. T. (2006). Interval training at 95% and 100% of the velocity at VO₂ max: effects on aerobic physiological indexes and running performance. *Appl Physiol Nutr Metab*, 31,737-43
- Edwards, S. (1993). *The heart rate monitor book*. New York, Estados Unidos: Editorial Polar Electro Oy.
- Esteve-Lanao, J., Foster, C., Seiler, S. & Lucia, A. (2007). Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *Journal Strength Conditioning Research*, 21, 943-9.
- Fanchini, M., Rampinini, E., Riggio, M., et al. (2018). Despite association, the acute:chronic work load ratio does not predict non-contact injury in elite footballers. *Science Medicine Football*,2 :108–14.
- Foster, C., Hector, L. L., Welsh, R., Schrage, M., Green, M. A., & Snyder, A. C. (1995). Effects of specific versus cross-training on running performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70(4), 367–372. <https://doi.org/10.1007/BF00865035>
- Foster, C., Daines, E., Hector, L., Snyder, A. C., & Welsh, R. (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin Medicine Journal*, 95, 370-4
- Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30.
- Foster, C., Flouhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L., Parker, S. et al. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 109 – 115
- Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273

Gabbett T.J., Nielsen, R.O., Bertelsen, M., et al. (2018). In pursuit of the 'unbreakable' athlete. What is the role of moderating factors and circular causation? *British Journal of Sports Medicine*.

Gabbett, T. J. (2018). Debunking the myths about training load, injury and performance: empirical evidence, hot topics and recommendations for practitioners. *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099784>

Graham, S.R., Cormack, S., Parfitt, G., et al. (2018). Relationships between model estimates and actual match-performance indices in Professional Australian Footballers during an in-season macrocycle. *International Journal Sports Physiology Performance* ,13 :339–46.

Gilman, M. B. (1996). The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training. *Sports Medicine*, 21:73–79.

Helgerud, J., Engen L.C., Wisloff, U., & J. Hoff.(2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine Science Sports Exercercise*. 33:1925–1931.

Hoff, J., Wisloff U., Engen L.C., J.Kemi, O. & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *Bristish Journal of Sports Medicine*, 36 :218–221.

Hopkins, W. G. (1991). Quantification of training. *Sports Medicine*, 12, 161 – 183.

Hulin, B.T., Gabbett, T.J. (2018). Indeed association does not equal prediction: the never-ending search for the perfect acute:chronic workload ratio. *British Journal of Sports Medicine*.

Huxley D.J., O'Connor, D. & Healey, P.A. (2014). An examination of the training profiles and injuries in elite youth track and field athletes. *European Journal of Sport Science* , 14 :185–92

Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000128199.23901.2F>

Katch, V., Weltman, A., Sady, S., & Freedson, P. (1978). Validity of the relative percent concept for equating training intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 39, 219 – 227

Lambert, M.I., Mbamba, Z.H., Clair-Gibson, A. (1998). Heart rate during training and competition for long-distance run- ning. *Journal of Sports Science*, 16: S85-90

- Lucia, A., Hoyos, J., Santalla, A., Earnest, C., & Chicharro, J. (2003). Tour de France versus Vuelta España: Which is harder? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 872 – 878
- Martínez-Silván, D., Díaz-Ocejo, J., Murray, A. (2017). Predictive indicators of overuse injuries in adolescent endurance athletes. *International Journal Sports Physiology Performance*, 12 :S2- 153–6.
- McCall, A., Dupont, G., Ekstrand, J. (2018). Internal workload and non-contact injury: a one-season study of five teams from the UEFA Elite Club Injury Study. *British Journal Sports Medicine*.
- Newlands, C., Reid, D., Parmar, P. (2015). The prevalence, incidence and severity of low back pain among international-level rowers. *British Journal Sports Medicine*, 49 :951–6.
- Oliveira-Borges, T., Bullock, N., Duff, C., & Coutts, A. J. (2014). Methods for quantifying training in sprint kayak. *Journal Strength conditioning researcher*, 28 (2): 474-482.
- Padilla, S., Mujika, J., Orbanáños, J., & Angulo, F. (2000). Exercise intensity during competition time trials in professional road cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 850 – 856
- Robinson, D.M., Robinson, S.M., Hume, P.A., et al. (1991). Training intensity of elite male distance runners. *Medicine Science Sports Exercise*, 23 (9): 1078-82.
- Seiler, S. & Tonnessen, E. (2009). Intervals, thresholds and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. *Sports Science*, 13, 32-53.
- Stagno, K.M., Thatcher, R. & Van Someren, K. A. (2007). A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *Journal Sports Science*, 25,629-634.
- Tibana, R., de Sousa, N., Cunha, G., Prestes, J., Fett, C., Gabbett, T., & Voltarelli, F. (2018). Validity of Session Rating Perceived Exertion Method for Quantifying Internal Training Load during High-Intensity Functional Training. *Sports*, 6(3). <https://doi.org/10.3390/sports6030068>
- Von Rosen, P., Heijne, A.I-L.M., Frohm, A. (2016). Injuries and associated risk factors among adolescent elite orienteers: a 26-week prospective registration study. *Journal Athletics Train*, 51:321–8
- Wasserman, K. (1987). Determinants and detection of anaerobic threshold and consequences of exercise above it. *Circulation*, 76, VI29 – VI39.