

Comparación y análisis de cargas físicas mediante el RPE y el Player Load en el balonmano de élite masculino

Nombre: David Ibarz Perez

Tutor: Xavier de Blas

Fecha: 14-05-2019

Curso: 4º CAFE

Resum:

L'objectiu principal d'aquest estudi és comparar una metodologia de control de càrregues molt utilitzada y estudiada com es RPE amb el Player Load, una dada pròpia de l'acceleròmetre que incorporen els dispositius de time motion analysis molt utilitzats en el control de càrregues dels esports d'equip en els últims anys. Aquest estudi, s'ha realitzat, monitoritzant i avaluant l'RPE de 14 jugadors a escala Borg-10 en 67 entrenaments de l'equip de divisió d'honor plata d'handbol del F.C. Barcelona. L'anàlisi de dades s'ha realitzat a través de correlacions de Pearson entre les variables RPE i player load i per un altre banda entre l'RPE multiplicat per el temps d'entrenament (RPE*TL) i el player load. Els resultats de l'estudi, mostren unes correlacions de $r=0,525$ per a les variables RPE-PL i $r=0,624$ per a les variables RPE*TL-PL. A més, s'ha realitzat un estudi de les correlacions de manera individualitzada i aquest ha demostrat la importància de la individualització en el control de càrregues ja que 9 dels 14 jugadors han presentat una millora de les correlacions en les variables RPE-PL i 11 de 14 jugadors en el cas del RPE*TL-PL. Per una altra banda, s'han distribuït els entrenaments en funció del dia de partit (MD) i en funció de la tipologia d'entrenament. Aquests dos anàlisis aporten informació sobre la variabilitat de les correlacions durant la setmana i la variabilitat d'aquestes en funció del treball realitzat. Es conclou, que el RPE*TL es la millor variable per a comparar-la amb el Player Load i que la individualització i distinció dels treballs i els dies es clau per a un anàlisi correcte de les dades.

Abstract:

The main objective of this study is to compare the RPE as a load control methodology with the Player Load. This data that is provided by the accelerometer that incorporates the time motion analysis devices that are used to control loads of the team sports in the recent years. This study has been carried out by monitoring and evaluating the RPE of 14 players on the Borg-10 scale in 67 training sessions of the silver diving team of F.C. Barcelona. Data analysis was performed through Pearson correlations between the RPE and player load variables and on the other hand between the RPE multiplied by the training time (RPE*TL) and the player load. The results of the study show correlations of $r=0,555$ for RPE-PL variables and $r=0,624$ for RPE*TL-PL variables. In addition, the correlation study was performed individually, and this has demonstrated the importance of individualization in the control of loads because 9 of the 14 players have presented an improvement in the correlations in the RPE-PL variables and 11 of 14 players in the case of RPE*TL-PL. On the other hand, the training sessions based on match day (MD) and depending on the type of training were analyzed separately. These two different distributions provide information on the variability of the correlations during the week and the variability of these according to the work done. It is concluded that the RPE*TL is the best variable to compare it with the Player Load and that the individualization and distinction of the work and the days is key for a correct analysis of the data.

Índice:

1. Introducción	4
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2. Justificación	4
1.3 Viabilidad.....	5
2. Marco teórico.....	6
2.1 Entrenamiento deportivo.....	6
2.2 Carga de entrenamiento	7
2.3 Carga aguda y carga crónica.....	8
2.4 La importancia de conocer la carga de entrenamiento	8
2.5 Estructuración de cargas en el balonmano de élite	9
2.6 Metodologías de cuantificación de la carga de entrenamiento	10
2.6.1 RPE.....	11
2.6.2 Sistemas de time motion analysis	14
3. Metodología	17
4. Resultados:.....	19
4.1 Análisis colectivo de los datos.....	19
4.1.1 Análisis colectivo del RPE y Player Load	19
4.1.2 Análisis colectivo del RPE*TL y Player Load	20
4.1.3 Análisis colectivo del TL y Player Load	20
4.2 Análisis por jugador de los datos	21
4.3 Análisis en función del MD.....	23
4.3.1 Análisis en función del MD del RPE y el PL.....	23
4.3.2 Análisis en función del MD del RPE*TL y el PL.....	25
4.4 Análisis de los datos en función del tipo de sesión.....	27
4.4.1 Análisis del RPE y PL en función del tipo de sesión	27
4.4.2 Análisis del RPE*TL y PL en función del tipo de sesión	28
5. Discusión de los resultados	29
5.1 Discusión del análisis colectivo de los datos	29
5.2 Discusión del análisis por jugador de los datos.....	30
5.3 Discusión del análisis en función del MD	30
5.4 Discusión del análisis de los datos en función del tipo de sesión	31
6. Conclusiones.....	33
7. Limitaciones del trabajo y líneas futuras.....	34
8. Referencias bibliográficas:	35
9. Comunicaciones personales.....	37

1. Introducción

1.1 Planteamiento del problema

El desarrollo científico y tecnológico ofrece múltiples posibilidades de registrar, medir y valorar la actividad física y deportiva. Pese a esto, el ámbito de la preparación física sigue trabajando para definir como se deben cuantificar y medir las cargas de entrenamiento. Los dispositivos de time motion analysis suponen una alternativa y una apuesta para muchos profesionales. Uno de los conceptos claves que ofrecen estos dispositivos es el player load. Este, es utilizado por muchos preparadores físicos como el nuevo indicador fundamental de carga externa. Sin embargo, estos dispositivos no llevan mucho tiempo en el mercado y es necesario estudiar si el player load es un verdadero indicador de las cargas físicas a las que se someten los deportistas. Por ese mismo motivo, compararemos el RPE, una metodología estudiada, validada y utilizada durante años con el player load analizando si ambos ofrecen tendencias similares.

1.2. Justificación

La elección de este TFG viene dada a partir de las prácticas realizadas en tercero de CAFE. En estas prácticas pude aprender muchos elementos de la preparación física en la sección de balonmano del Futbol Club Barcelona. A su vez pude observar elementos que despertaron mucho interés en mí, como es, el ámbito de la tecnología en el entrenamiento deportivo que ofrece una constante evolución para los entrenadores pese a que también muestra ciertas carencias.

Sin duda, dentro de los numerosos elementos tecnológicos utilizados en la élite deportiva, uno de los elementos que despiertan de mayor manera mi interés son los dispositivos de time motion analysis de los jugadores. Estos, en los últimos años se vienen implementando en la élite deportiva. Se trata de dispositivos que ofrecen una cantidad muy alta de información la cual, requiere de un gran conocimiento para saber sintetizar y extraer la información de manera práctica para su uso diario en el control de cargas de los diferentes jugadores.

De esta manera, uno de los objetivos del trabajo es poder profundizar en el concepto de carga de entrenamiento, a la vez que estudiar y analizar cómo se obtienen y cuáles son los datos con los que trabajará el preparador físico para controlar el rendimiento de sus jugadores.

Por otro lado, existen otras metodologías de cuantificación de cargas que, de una manera más simplificada y económica ofrecen parámetros a través de los cuales podemos distribuir i controlar la carga de los jugadores. En este estudio analizare el RPE y el RPE por el tiempo de entrenamiento como método alternativo a la utilización de los dispositivos de monitorización, concretamente al player load, unidad de carga externa que nos proporcionan estos dispositivos.

A lo largo de la historia el exceso de simplificación ha llevado a cometer terribles fallos técnicos. Un claro ejemplo es el terrible accidente del Columbia donde en el informe publicado por la NASA (2013), se explica de manera clara como a través de unas explicaciones insuficientes se llega a cometer errores logísticos que causan el accidente. A partir de esta idea, se plantea que orientación es más provechosa para los preparadores físicos, si poder obtener una cantidad enorme de datos, los cuales tener que filtrar, estudiar y analizar o si es preferible obtener un único dato que sea fiable y con este orientar la preparación física. Es fundamental entender que

la fisiología del cuerpo humano no es una ciencia única y exacta, donde existen cálculos y registros que determinan estados físicos y soluciones, por tanto, los datos pueden complementar, pero no solucionar los problemas de la preparación física.

Este estudio, permitirá comparar el proceso de recolección de datos que utilizan, con que valores trabajan, si se trata de indicadores objetivos o subjetivos; para finalmente realizar una comparación de los resultados ofrecidos durante un periodo de tiempo determinado. Esta recolección de datos permitirá comparar si los resultados de las dos metodologías ofrecen ciertas correlaciones en cuanto a la carga personalizada de entrenamientos o si existe diferencias entre los instrumentos.

Este estudio se realizará con el segundo equipo de la sección de balonmano del futbol club Barcelona. Un equipo compuesto por 16 jugadores mayores de 18 años, los cuales pueden llegar a realizar hasta 8 entrenamientos en una semana y los 14 jugadores de pista son monitorizados en todos los entrenamientos. Además, disputan cada semana, un partido de división honor plata, una competición con una exigencia y desgaste muy elevados por los numerosos viajes a realizar y la igualdad e intensidad con las que se disputa cada encuentro.

Por este mismo motivo, creo que en un deporte que exige fuerza, velocidad, que contiene numerosos impactos y tiene un carácter intermitente, dificulta, pero a la vez exige un control de cargas personalizado para evitar lesiones en estos deportistas profesionales.

1.3 Viabilidad

Es posible realizar este TFG ya que trabajo de manera voluntaria como delegado del Infantil A en la sección de balonmano del futbol club Barcelona. Esto me permite tener contacto con los preparadores físicos de la sección y acceso a los datos recogidos por los dispositivos de time motion analysis, específicamente los usados por el equipo de División de Honor plata con el que se realiza este proyecto. Además, este trabajo ha sido consensuado con Roger Font, preparador físico del primer equipo de balonmano y tutor de prácticas de tercero, el cual me ha asesorado y autorizado a realizarlo.

Por otro lado, es una forma de poder entender y manipular estos dispositivos tan caros y complejos aprovechando los momentos que paso en la Ciudad Deportiva para realizar las tareas de campo y análisis necesarios en este estudio.

Finalmente, el equipo de División de Honor Plata ha sido el seleccionado para realizar este estudio, por proximidad de horarios, disposición y conveniencia por parte de los técnicos y preparadores físicos. Además, podré participar de manera activa en la recopilación de datos durante los entrenamientos y seré el responsable de los dispositivos durante los partidos de este equipo disputados en la Ciudad Deportiva.

2. Marco teórico

A continuación, realizaré una breve recopilación y discusión partiendo de los conceptos más generales del entrenamiento deportivo hasta profundizar en las dos metodologías de cuantificación de cargas físicas en deportes de equipo que analizaré en este proyecto.

2.1 Entrenamiento deportivo

De acuerdo con Matveev (1985), se define deporte como toda forma de actividad física que, mediante la participación casual u organización, tienda a expresar o mejorar la condición física y el bienestar mental, estableciendo relaciones sociales y obteniendo resultados de competición a cualquier nivel.

Partiendo del concepto fundamental de deporte, pasamos a definir entrenamiento deportivo. Recuperando la definición de (Matveev 1983 citado por Torres y Sánchez 2017), este, plantea que el entrenamiento es la forma fundamental de preparación del deportista basada en ejercicios sistemáticos y la cual representa en esencia, un proceso organizado pedagógicamente con el objetivo de dirigir la evolución del deportista. Por otro lado, (Kenney, Wilmore, y Costill 2015 citado por Torres y Sánchez 2017) definen entrenamiento como el proceso que trata de conseguir la adaptación neuromuscular del organismo para alcanzar resultados satisfactorios.

Analizando, el objetivo del entrenamiento se observa cómo según (Platonov 1993 citado por Álvarez y Murillo 2016) el objetivo principal es optimizar el proceso de la preparación y la actividad competitiva, en función de la valoración objetiva de los diferentes aspectos de su maduración y las posibilidades funcionales de los sistemas del organismo más importantes. En cambio, desde la perspectiva de (Viru y Viru 2003 citado por Álvarez y Murillo 2016) su objetivo es obtener información sobre los efectos reales de la sesión para saber qué tipo de trabajo es el adecuado para cada deportista.

García, Isabel y Cañadas (2010), van más allá y establecen que el objetivo del entrenamiento deportivo es realizar adaptaciones y correcciones al entrenamiento de forma mucho más concreta, individualizando el entrenamiento, mejorando el proceso y obteniendo los mejores resultados posibles de cada deportista minimizando el riesgo de lesión.

A partir de la guía práctica clínica de les lesiones musculares de los servicios médicos del futbol club Barcelona publicada el 2009, entendemos que las lesiones se pueden clasificar según su origen. Si la razón de la lesión es una contusión o viene dada por un elemento externo al sujeto dado en el entrenamiento o competición se determina que la lesión tiene un origen extrínseco. En cambio, si la lesión no está causada por un elemento externo sino tiene un origen interno, se determinará que la lesión tiene un origen intrínseco. Las lesiones por sobrecarga muscular, por tanto, son lesiones con un origen intrínseco y la cuantificación de cargas es la herramienta para evitarlas.

Finalmente, si se observa el estudio de Pujals, Rubio, Márquez, Iglesias y Ruiz-Barquín en el 2016, se aprecia como los deportes de cooperación y oposición como el balonmano son aquellos deportes en los que se producen una mayor frecuencia de lesiones, muy por encima de deportes de lucha o individuales. En concreto, el balonmano junto al baloncesto y el fútbol son los 3 deportes más lesivos por número de horas de práctica. A través de esta idea, se comprende la importancia del control de cargas de los deportistas en el balonmano de élite ya que estos están sujetos a un alto riesgo lesivo tanto por razones intrínsecas a su condición física como por razones extrínsecas del deporte de cooperación y oposición.

2.2 Carga de entrenamiento

Díaz, Pallarés y Bradley (2013), explican que un adecuado control y manejo de la carga de entrenamiento se ha mostrado crucial para optimizar el rendimiento en futbolistas de alto nivel. Exportando este concepto a todos los deportes y equipos de alto rendimiento, se analiza la definición de control de cargas de entrenamiento. Esta explica, que es el medio fundamental en una planificación para conocer el grado de desviación entre el rendimiento, las adaptaciones previstas y las alcanzadas. (Seirul-lo 2008 citado por Díaz, Pallarés y Bradley 2013).

Por otro lado, Hernández, Casamichana y Sánchez (2017), describen la cuantificación y control de la carga de entrenamiento como una estrategia aceptada por preparadores físicos como punto de partida para la optimización del rendimiento deportivo. Además, como explicaremos posteriormente, esta estrategia también permite anticipar el riesgo de lesión.

En el estudio de Mújika (2006), titulado métodos de cuantificación de las cargas de entrenamiento y competición, establece que en un plan de entrenamiento existen tres tipos de cargas relacionadas que pueden variar entre sí y deben ser consideradas a la hora de programar los entrenamientos:

- La carga planificada a principios de temporada.
- La carga prescrita el día en que debe llevarse a cabo.
- La carga realizada por el deportista.

Sin embargo, otros autores como (Prieto 2015 y Casáis 2008 citados por Medina y Lorente 2016), destacan la importancia del binomio entrenador-jugador como un elemento clave en la planificación de cargas de entrenamiento.

Prieto explica que, para llevar a cabo una planificación real y ajustada a cada jugador y a cada momento, la implicación del deportista en el proceso de planificación del entrenamiento es necesaria en el entrenamiento actual en los deportes colectivos y la información obtenida del binomio entrenador-deportista será la clave, entre otros objetivos, para prevenir lesiones por falta o exceso de entrenamiento, uno de los motivos principales de lesión en deportes colectivos.

A su vez Casáis, explica que el deportista, con su feedback al entrenador, informará de cómo va asimilando las cargas y de las sensaciones que va teniendo, y el entrenador comparará esas informaciones con sus observaciones a lo largo del proceso de entrenamiento y los valores que haya planificado previamente.

Como se puede observar, los diferentes autores tienen perspectivas diferentes acerca de las cargas de entrenamiento. Por un lado, tanto Díaz, Pallarés y Bradley como Hernández, Casamichana y Sánchez y Mújika entienden el concepto desde la cuantificación, la optimización y la planificación tratando las cargas como algo científico-matemático en cambio, Prieto y Casáis ofrecen una visión más holística haciendo partícipes a los deportistas a través de la individualización y de toda la información que este nos pueda ofrecer acerca de su estado físico, a través de las sensaciones fisiológicas que tenga. Estas dos perspectivas, son la raíz de este proyecto, estudiar, por un lado, el concepto de cargas físicas mediante la tecnología, los registros numéricos y los cálculos y por otro lado trabajar a través de conceptos mucho más arraigados a la percepción subjetiva e individual del esfuerzo.

2.3 Carga aguda y carga crónica

En la actualidad, la carga de entrenamiento es utilizada dentro de los deportes de equipo como un elemento indicador de como perciben nuestros jugadores los estímulos de entrenamiento, como índice predictor de lesiones y para medir la exigencia del microciclo respecto al macrociclo. A continuación, se detalla este último indicador.

Como explica (Gabbet 2016 citado por Hernández, Casamichana y Sánchez 2017) este indicador se conoce con el nombre de ratio de carga aguda-crónica (A-C), y resulta de dividir la dosis de entrenamiento semanal (carga aguda), entre el valor aplicado durante un ciclo de 3-6 semanas anteriores (carga crónica). La A-C nos informa de la dosis de entrenamiento realizada, poniéndola en referencia con su nivel de preparación.

Por un lado, Blanch y Gabbet (2016) explican que a partir de la relación anterior y con el objetivo de disminuir el riesgo de lesión los profesionales del entrenamiento deben tratar de mantener el valor A-C dentro del rango 0,8-1,3. Además, es fundamental entender que la clave de esta relación se encuentra en las variables físicas, fisiológicas o psicológicas que en función de las características del deporte y deportista den un valor significativo a este dato.

2.4 La importancia de conocer la carga de entrenamiento

En los últimos años, han sido numerosas las investigaciones que se han ocupado de aplicar el concepto de A-C al marco de la prevención de lesiones y el rendimiento deportivo. El aumento del entrenamiento, la fatiga acumulada, la discordancia entre las cargas prescritas y percibidas, puede hacer que aumenten considerablemente las lesiones deportivas. La lesión es un factor muchas veces impredecible, pero, está dentro de nuestras capacidades controlar el estado físico de nuestros deportistas, evitando sobrecargas dañinas. Es tal la importancia del control de nuestros jugadores que se estima que en la liga profesional inglesa de fútbol se ha llegado a perder 74,7 millones de libras por lesiones durante dos temporadas.

Es por eso, que hoy en día, a la hora de planificar el proceso de entrenamiento tal y como se explican Álvarez y Murillo (2016), se ha pasado de considerar la prevención como algo implícito dentro de la programación a tener un lugar propio y fundamental sobre el que giran todos los demás. Un jugador lesionado no es funcional y por lo tanto no sirve para la competición. Cuerpo médico, preparadores físicos y entrenadores tienen que trabajar de manera conjunta no solo en la recuperación de sus jugadores sino en evitar que estos se lesionen.

Es fundamental entender cómo nos explica Buscà (apuntes de la asignatura) que la competición es siempre el mayor estímulo de carga de entrenamiento a la que un deportista se somete. Se puede evidenciar que la tendencia del deporte moderno es evolucionar hacia una mayor demanda de elementos competitivos, los grandes equipos participan en varias competiciones de manera simultánea y disputan más de un partido a la semana añadiendo la gran exigencia del desgaste de los desplazamientos internacionales.

Por este motivo, es clave, que como se puede entender en la figura 1, por un lado, el entrenamiento puede ayudarnos a prevenir lesiones, pero como el sobreentrenamiento y su variabilidad puede aumentar el riesgo de lesión. Se puede apreciar, como el riesgo de lesión aumenta en función de la carga semanal y la relación de esta con la carga aguda-crónica de la semana anterior.

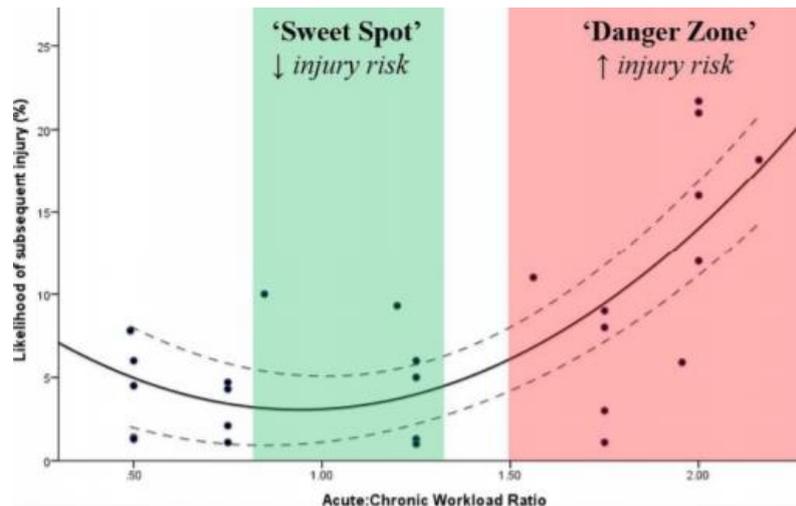


Figura 1. Riesgo de lesión en función de la carga de entrenamiento. Gabbett, Hulin, Blanch y Whiteley (2016).

Además, las exigencias de la competición obligan a los preparadores físicos a integrar su trabajo en las tareas técnico-tácticas del equipo. Con esta idea, Seirul-lo (2017), explica como el entrenamiento coadyuvante o complementario, es un elemento clave en la prevención de lesiones de los deportistas. El deporte, en sí tiene componentes lesivos por repetición de patrones de movimiento, el trabajo propuesto por Seirul-lo propone trabajar los elementos compensatorios para recuperar la estabilidad muscular.

En resumen, en los deportes modernos, será fundamental controlar el nivel de carga de nuestros deportistas para evitar el aumento del riesgo lesivo, para optimizar su constante rendimiento deportivo y a su vez, el preparador físico no ha de controlar únicamente las cargas, sino estudiar los movimientos deportivos y realizar trabajos complementarios y compensatorios para de nuevo, evitar que aumente el riesgo lesivo.

2.5 Estructuración de cargas en el balonmano de élite

Siguiendo clasificaciones de (Blázquez y Hernández 1994 citado por Cuadrado y Grimaldi 2011) los deportes de equipo son actividades de cooperación-oposición las cuales conllevan a la realización de esfuerzos intermitentes.

Son actividades competitivas, donde se juega contra otro equipo y este tiene una influencia directa en el juego y en la participación de los deportistas.

En el balonmano el deportista corre, anda, salta, regatea, ejerce altas fuerzas y contactos con los oponentes y es golpeado, esto produce discontinuidad y una gran complejidad en la medición de los esfuerzos realizados.

El modelo teórico "FitnessFatigue" propuesto por (Banister 1991 citado por Impellizzeri, Rampini, Coutts, Sassi y Marcora 2004), establece como cada estímulo de entrenamiento provoca un incremento de la condición física, ofreciendo de esta manera un estímulo positivo al deportista a la vez que provoca un aumento de la fatiga, estímulo negativo. En este modelo nos explica que, si los niveles de fatiga permanecieran elevados, la mejora del rendimiento resultaría improbable. Sin embargo, si el descenso de la fatiga se produce más rápido que la pérdida de condición física, permitiendo una adaptación al entrenamiento, producirá un aumento del

rendimiento. De manera sencilla, este concepto se expresa a través de una fórmula matemática.
 Rendimiento = condición física - fatiga

En el propio estudio de Impellizzeri, Rampini, Coutts, Sassi y Marcora (2004) se explica que el resultado del entrenamiento depende de la carga externa e interna soportada por el deportista. Estas dos, son variables relacionadas, la carga interna o estrés fisiológico dependerá de la carga externa que surge en función de los estímulos físicos que realiza el deportista. A su vez, los procesos de recuperación, diferentes en cada individuo son los que se encargaran de facilitar la eliminación de la fatiga, permitiendo la adaptación al entrenamiento, y por tanto una mejora del rendimiento.

En la figura 2, se observan los conceptos explicados anteriormente de manera esquemática. Se aprecia como el proceso de entrenamiento viene caracterizado por la carga externa que se le someta al deportista y las características individuales de este. Estas características individuales, son un concepto simple; la edad, el peso o el nivel de condición física determinaran como el sujeto asimile esta carga externa provocando en cada caso una carga interna diferente. Se destaca, como además de los conceptos de cargas, el esquema hace referencia a la importancia de la recuperación de estos estímulos de cargas, comentando metodologías objetivas y subjetivas, para finalmente realizar una valoración fisiológica del resultado del entrenamiento.



Figura 2. Proceso de entrenamiento. (Impellizzeri et al., 2004)

2.6 Metodologías de cuantificación de la carga de entrenamiento

En la actualidad existen multitud de posibilidades para controlar la carga externa soportada durante las sesiones de entrenamiento en los deportes de equipo. Desde el control más básico del tiempo de duración de la práctica deportiva como indicador de volumen, al análisis de la frecuencia cardíaca (FC), determinando así la intensidad de los entrenamientos y ejercicios, a la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) o los dispositivos de time motion analysis comúnmente conocidos como GPS, que analizan más de 150 variables con una frecuencia de 10 Hz para ofrecer un registro completo de la actividad deportiva.

En este estudio nos centraremos en el estudio de los dispositivos de monitorización y de la percepción subjetiva del esfuerzo. A continuación, analizamos estas dos metodologías de cuantificación de cargas.

2.6.1 RPE

Tal y como se explica en el estudio de Campos y Toscano (2014), en los últimos años, se ha generalizado el uso de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) para el control de la CI en los deportes de equipo. Se trata de una herramienta barata, práctica y precisa para valorar las respuestas individuales a las sesiones de entrenamiento de campo. Este método se basa en el uso de una escala de Borg-10, como se puede apreciar en la figura 3, a través de la cual los deportistas valoran de manera subjetiva e individual la percepción del esfuerzo que han realizado. En este estudio, se utiliza la escala de Borg-10, ya que es la utilizada habitualmente por los deportistas del club, principalmente por el motivo que es la que más fácilmente se comprende por los deportistas cuando son jóvenes, ya que están habituados a medir por ejemplo sus resultados escolares sobre 10.

ESCALA DE Borg	
0	NADA
1	MUY MUY LIGERO
2	MUY LIGERO
3	LIGERO
4	MODERADO
5	UN POCO PESADO
6	PESADO
7	
8	MUY PESADO
9	
10	EXTREMADAMENTE PESADO

Figura 3. Escala de Borg-10 (1985).

Por otro lado, es fundamental conocer que existen diferentes alternativas a la escalera de Borg representada en la figura 3. También se puede cuantificar las cargas externas a través de Borg (6-20) como se puede apreciar en la figura 4.

RPE Number	% of Effort	Description of Effort
6	20% Effort	No Exertion At All
7	30% Effort	Very, Very Light (Rest, Extremely Weak)
8	40% Effort	
9	50% Effort	Very Light (Very Weak)
10	55% Effort	Light (Weak)
11	60% Effort	
12	65% Effort	Moderate
13	70% Effort	Somewhat Hard --- Steady Pace
14	75% Effort	
15	80% Effort	Hard (Strong, Heavy)
16	85% Effort	Very Hard (Very Strong)
17	90% Effort	
18	95% Effort	Very, Very Hard (Extremely Strong)
19	100% Effort	
20	Exhaustion	Maximal

Figura 4. Escala de Borg 6-20 (1985).

Además, existen multitud de adaptaciones de este concepto realizadas por diferentes autores. Pero, fundamentalmente todos buscan ofrecer al deportista una manera sencilla e intuitiva de cuantificar los esfuerzos que acaba de realizar, ya sea en una escalera de 10, de 20 o 6-20.

En el estudio de Campos y Toscano (2014) se explica que esta escala debe ser valorada por los deportistas 30 minutos después de la práctica. En cambio, en la entrevista realizada a Font (10 de diciembre 2018), este nos explica que estos 30 minutos, no se contabilizan, sino que después de la sesión de estiramientos y por tanto antes de que los jugadores vayan al vestuario, es el momento indicado para pasar este sencillo test. Este proyecto, se realiza con el Senior B del Futbol Club Barcelona, que sigue la misma pauta de actuación que realiza Roger con el primer equipo, y por tanto el RPE, será registrado después de los estiramientos sin contabilizar los 30 minutos. Además, Roger que habitualmente trabaja con el primer equipo, explica que estos son deportistas profesionales, que, al fin y al cabo, llevan practicando el deporte muchos años, esto les ofrece un gran conocimiento sobre sí mismos y una alta percepción del esfuerzo pudiendo diferenciar fácilmente entre una valoración en la escala de Borg-10 de 8 o 9.

Es fundamental, entender como explica Cuadrado, Chiroso, Chiroso, Tamayo y Martínez (2012), que este procedimiento conocido como Percepción subjetiva del Esfuerzo (PSE) o Rate of Perceived Exertion (RPE) en inglés se trata de un indicador de carga interna del entrenamiento.

En ocasiones, como explica Casamichana, Castellano y Blanco-Villaseñor (2012), esta metodología también puede utilizarse como medio para cuantificar la carga interna de un ejercicio o bien de una sesión completa. Desde el punto de vista del preparador físico, esto ofrece una herramienta sencilla al entrenador que de manera conjunta al preparador físico busca ofrecer ciertos niveles de carga controlados a sus deportistas. Enlazando con la explicación previa de carga aguda-carga crónica, el RPE nos proporciona una metodología simple para mantener un valor límite de 0.8 y 1.3 de desviación de cargas entre microciclos e incluso calcular el porcentaje de cambio de la semana actual respecto a la semana anterior.

Por un lado, tal y como explica Font (10 de diciembre 2018) es imprescindible destacar la importancia de valorar estos datos de manera individual y de manera grupal. De esta manera, podremos apreciar la diferencia de la percepción de un mismo estímulo entre varios

componentes del equipo y a la vez observar el desarrollo grupal. A continuación, se muestra en la figura 5 un Excel realizado por Bastida, Gómez, Hernández, y Pino (2018) en el cual podemos apreciar cómo se analiza de manera individual, de manera grupal y también se tiene en cuenta el volumen de las sesiones en base a los minutos de duración.

SEMANA 1															
Rival anterior:															
Rival próximo:															
JUGADOR	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES		
	RPEmus	RPEglobal	MINUTOS	RPEmus	RPEglobal	MINUTOS	RPEmus	RPEglobal	MINUTOS	RPEmus	RPEglobal	MINUTOS	RPEmus	RPEglobal	MINUTOS
1	7	6	60	7	6	60	7	6	60	7	6	60	7	6	60
2	8	6	40	5	6	40	8	8	40	8	8	40	8	6	40
3	7	7	50	7	7	50	7	7	50	7	7	50	7	7	50
4	6	7	70	6	7	70	6	7	70	6	7	70	6	7	70
5	6	7	90	6	7	90	6	7	90	6	7	90	6	7	90
6	5	8	30	5	8	30	5	8	30	5	8	30	5	8	30
7	6	7	60	6	7	60	6	7	60	6	7	60	6	7	60
8	5	8	40	5	8	40	5	8	40	5	8	40	5	8	40
9	4	7	50	4	7	50	4	7	50	4	7	50	4	7	50
10	5	8	70	5	8	70	5	8	70	5	8	70	5	8	70
11	6	7	80	6	7	80	6	7	80	6	7	80	6	7	80
12	5	7	30	5	7	30	5	7	30	5	7	30	5	7	30
13	5	7	60	5	7	60	5	7	60	5	7	60	5	7	60
14	5	6	40	5	6	40	5	6	40	5	6	40	5	6	40
15	4	5	50	4	5	50	4	5	50	4	5	50	4	5	50
16	3	5	70	3	5	70	3	5	70	3	5	70	3	5	70
17	3	4	90	3	4	90	3	4	90	3	4	90	3	4	90
18	6	6	30	6	6	30	6	6	30	6	6	30	6	6	30
19	5	7	90	5	7	90	5	7	90	5	7	90	5	7	90
20	6	8	90	6	8	90	6	8	90	6	8	90	6	8	90
MEDIA RPEmus	5,35			5,35			5,35			5,35			5,35		
MEDIA RPEglobal	6,85			6,85			6,85			6,85			6,85		
MEDIA MINUTOS	60			60			60			60			60		
MÁXIMA RPEmus	8			8			8			8			8		
MÍNIMA RPEmus	3			3			3			3			3		
MÁXIMA RPEglobal	8			8			8			8			8		
MÍNIMA RPEglobal	4			4			4			4			4		
CARGA MUSCULAR	321			321			321			321			321		
CARGA GLOBAL	393			393			393			393			393		
TOTAL CARGA SESIÓN	720			720			720			720			720		
TOTAL CARGA TOTAL SEMAN.															3600
TOTAL CARGA MUSCULAR															1605
TOTAL CARGA GLOBAL															1995

Figura 5. Bastida, Gómez, Hernández, y Pino (2018)

Por otro lado, Se destaca que se trata de una metodología no invasiva, que como explican Diaz, Pallarés y Bradley (2013), el RPE tiene altos niveles de correlación si es comparada con otras metodologías de cuantificación de la carga interna por medio de marcadores fisiológicos como la concentración de ácido láctico en sangre capilar, las diferentes rutas metabólicas de obtención de energía y especialmente la frecuencia cardiaca. Casamichana, Castellano, Calleja, Román y Castagna (2013) grafican estas correlaciones. En la figura 6, observamos la correlación entre la distancia recorrida y la RPE con una correlación de Pearson de $r=0,76$. Una correlación considerada muy alta según (Hopkins, et al., 2009 citado por Morales, apuntes de metodología 2018).

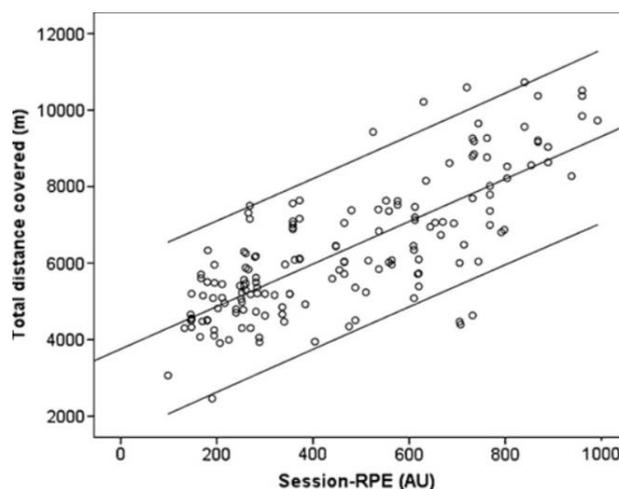


Figura 6. Casamichana, Castellano, Calleja, Román y Castagna (2013)

En la figura 7, se observa la relación entre el player load, valor que viene registrado por un dispositivo de time motion analysis y la RPE. La relación vuelve a ser muy alta con una correlación de Pearson de $r=0,74$.

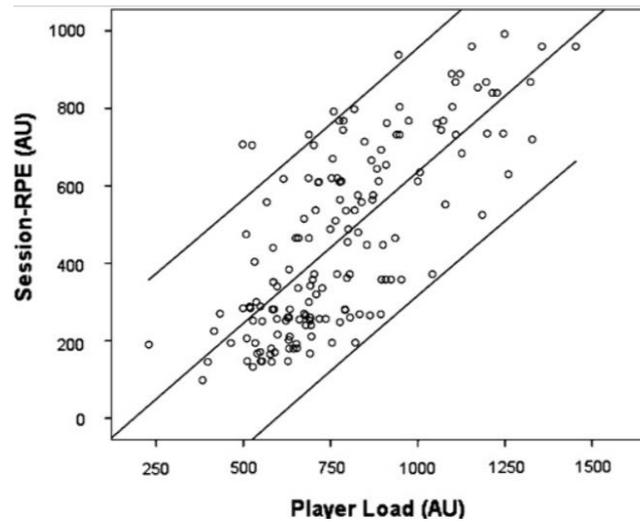


Figura 7. Casamichana, Castellano, Calleja, Román y Castagna (2013)

Esto, permite tomar la RPE como un método válido y reproducible para la cuantificación del entrenamiento en deportes colectivos como el balonmano. No obstante, es imprescindible reconocer que tiene ciertas carencias y tal y como explica en la entrevista realizada Font (10 de diciembre 2018), se trata de una metodología que ellos utilizan para complementar la información proporcionada por los dispositivos de time motion analysis, obteniendo por un lado valores con un carácter muy objetivo de carga externa y por otro lado valores subjetivos como indicadores de carga interna.

Además, tal y como se describe en el estudio de Gaudino, Iaia, Strudwick, Hawkins, Alberti, Atkinson, y Gregson (2015) y explica Buscà (comunicación personal), el RPE multiplicado por el tiempo de entrenamiento es un indicador de carga muy utilizado por los preparadores físicos ya que combina una variable de percepción de carga interna como es el RPE y una variable de volumen y por tanto carga externa como es el tiempo de entrenamiento. El producto de estas variables se realiza utilizando el tiempo en la unidad de minutos y se denomina habitualmente y se denominará a partir de ahora como RPE*TL (RPE por Training Load). El estudio de Gaudino, Iaia, Strudwick et al. (2015) compara esta variable con las distancias recorridas a alta velocidad, mostrando una correlación de $r=0,61$, impactos con una $r=0,729$ y aceleraciones con una $r=0,631$.

2.6.2 Sistemas de time motion analysis

El dispositivo de time motion analysis utilizado por el futbol club Barcelona, es un dispositivo de la marca RealTrack Systems, también conocido como WIMU (Wireless Inertial Moviment Unit), a través del cual se analizan variables de carga externa. Estos sistemas, son utilizados por todos los primeros y segundos equipos en entrenamientos y en competiciones en función de la normativa de las diferentes federaciones. Estos constan de 3 componentes: una banda pulsómetro, un dispositivo compacto y un peto en el cual se guarda este dispositivo de manera ajustada, cómoda y simple.

Font (10 de diciembre 2018), explica que los sistemas de monitorización WIMU han sido testeados por expertos y especialistas del club, siendo estos los que mejores resultados obtuvieron. A su vez, Carmona, Gómez, Bastida y Ortega (2018) comprobaron la validez del dispositivo inercial WIMU PRO para el registro de la frecuencia cardíaca en una prueba de campo verificando de esta manera la capacidad de estos dispositivos para la obtención de la frecuencia cardíaca. A continuación, en la figura 8, vemos una gráfica de dispersión del WIMU PRO y el Polar Team 28 uno de los dispositivos más avanzados y fiables del mercado; obteniendo una correlación de Pearson de $r=0,95$.

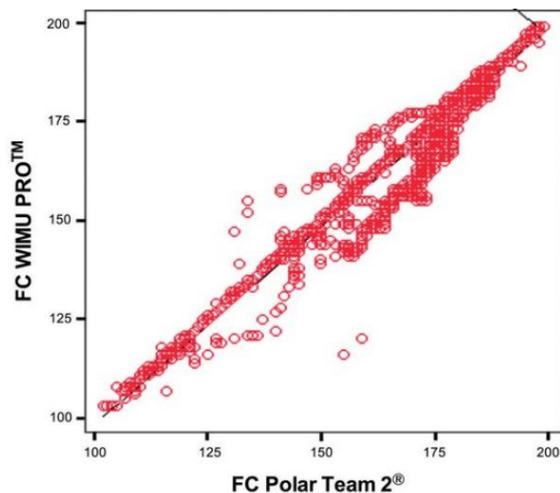


Figura 8. Carmona, Gómez, Bastida y Ortega (2018)

A su vez, el estudio de Bastida, Gómez, Hernández, y Ortega (2018) concluyen que el dispositivo WIMU PRO es un instrumento válido y fiable para el análisis del posicionamiento en condiciones de interior en balonmano. De esta manera, validamos la fiabilidad de estos dispositivos, pese a eso, es cierto que como todo instrumento tecnológico puede sufrir errores o desconexiones que alteren los datos analizados.

A través de las comunicaciones personales con Roger Font, preparador físico del primer equipo de balonmano y Xavi Reche preparador físico de la sección de básquet y responsable del área de investigación de ciencias del deporte del F.C. Barcelona, paso a describir el funcionamiento básico del WIMU PRO. Primero de todo es necesario entender que se trata de un dispositivo complejo que puede llegar a obtener más de 150 datos sobre la práctica del deportista. Estos datos son transmitidos de manera directa a un ordenador que ejerce de centralita, desde el cual podremos observar todos los registros de nuestros jugadores.

Roger, especifica que, de toda esta fuente de datos, él trabaja con el player load, las distancias recorridas, distancias a alta velocidad y aceleraciones y deceleraciones de alta intensidad. Estas 5 variables miden, por un lado, el volumen en el caso de la distancia, la carga de intensidad submáxima en el caso de las distancias a alta velocidad y la carga de intensidad máxima en el caso de las aceleraciones y deceleraciones. Por otro lado, Reche (12 de diciembre 2018) explica que el player load mide la cantidad de movimiento en función de las fuerzas que detecta el acelerómetro del dispositivo en los tres ejes del espacio. Es cierto, que existe una falsa creencia provocada por la patente de este concepto por una empresa la cual unificaba diferentes variables para extraer una “carga del jugador”. Sin embargo, y como veremos a continuación, el player load trabaja como indican Boyd, Ball y Aughey (2011) con una fórmula trigonométrica la cual solapa las fuerzas en los tres ejes solapándolas en una sola suma de cargas.

$$\text{Player load} = \sqrt{\frac{(a_{y1} - a_{y-1})^2 + (a_{x1} - a_{x-1})^2 + (a_{z1} - a_{z-1})^2}{100}}$$

where

a_y = Forward accelerometer

a_x = Sideways accelerometer

a_z = Vertical accelerometer

Figura 9. Fórmula de cálculo del Player Load a través de las aceleraciones en los tres ejes del movimiento. Boyd, Ball y Aughey (2011).

Actualmente, se están realizando estudios en el departamento de ciencias del deporte del futbol club Barcelona comparando los registros de player load entre los diferentes deportes profesionales, estudiando de esta manera como las particularidades de cada deporte comportan ciertos patrones de cargas o intensidades.

Entendiendo de donde proviene este dato, Reche (12 de diciembre 2018) especifica que el player load lo interpretan como una variable de volumen, igual que el tiempo o la distancia, y que este es sensible a la intensidad ya que depende de las fuerzas con las que actuamos.

Es fundamental entender, que el player load como refleja la figura 9, utiliza únicamente variables propias de la acelerometría. Por tanto, es cierto que en el F.C. Barcelona se recogen los datos mediante los dispositivos de time motion analysis pero si únicamente se quisiera registrar el player load se podría utilizar un acelerómetro.

En cuanto a aspectos y líneas de futuro de estos sistemas, tanto Font (10 de diciembre 2018) como Reche (12 de diciembre 2018) comentan la importancia de mejorar el registro en las acciones de muy alta intensidad a la vez que intentar ir un paso por delante en la planificación de cargas, en la que los dispositivos registren la actividad pero que a la vez sean capaces de prevenir ciertos momentos de alta lesionabilidad.

Finalmente, es clave comentar, que el dispositivo de monitorización únicamente registra la carga externa a la que se le expone al deportista. Para tener en cuenta la carga interna, los deportistas también pasan el test de RPE una vez finalizado el entrenamiento, además de realizar unos test de wellness cada mañana para valorar la recuperación. De esta manera, se tienen en cuenta cargas externas, cargas internas y variables de recuperación teniendo una visión amplia del trabajo realizado por el jugador, como ha percibido este trabajo y como se recupera después de éste.

3. Metodología

- Hipótesis:
 - El RPE y el RPE*TL tienen una alta correlación con el player load.
- Objetivos principales:
 - Estudiar y comprender las bases de los dispositivos de time motion analysis y el RPE como metodologías de cuantificación y control de cargas.
 - Estudiar y comparar las variables RPE, RPE*TL y Player Load.
 - Analizar las correlaciones que se establezcan entre las variables estudiadas utilizando todos los recursos y metodologías disponibles.
- Objetivos secundarios:
 - Observar las diferencias de los estímulos de carga externa entre las diferentes posiciones de juego.
 - Participar en el registro y la cuantificación de cargas en el Barça B, equipo de División de Honor Plata masculina.
 - Entender cómo se regulan las cargas de manera individualizada en el Barça B, equipo de División de Honor Plata masculina.
- Muestra:
 - Equipo División de honor Planta, balonmano FCB.
 - Solo se utilizan los datos de los jugadores de campo, se excluye del estudio a los porteros por las diferencias que presenta sus acciones y juego respecto a los demás.
- Variables:
 - Carga de entrenamiento obtenida a través del RPE, que a su vez se compara con la carga de entrenamiento obtenida a través del cálculo del Player Load.
 - Carga de entrenamiento obtenida a través del RPE por el tiempo (RPE*TL), que a su vez se compara con la carga de entrenamiento obtenida a través del cálculo del Player Load.
- Instrumentos de medida:
 - 14 dispositivos de monitorización indoor y una tabla de registro del RPE
- Definición de la intervención:
 - Mi intervención consistirá en ayudar y realizar las mismas tareas que el preparador físico del equipo realiza a diario con el equipo. Participando de esta manera en la recogida de datos tanto del RPE, como del tiempo de entrenamiento, como del Player Load. También ayudaré en la estructuración y dosificación de cargas individualizadas para los diversos jugadores del equipo. Además, seré el responsable de los dispositivos en los partidos, llevando a cabo su preparación y registro de la actividad durante los encuentros.
- Procedimiento:
 - Durante seis meses, del 1 de octubre al 20 de marzo, recogeré los datos de los 14 jugadores de campo del Senior B del FCB. Obtendré el RPE, el tiempo de entrenamiento y el player load durante estos seis meses para posteriormente comparar los registros de ambos datos.
- Análisis de los datos:
 - Los datos serán analizados en el periodo posterior a la recogida de datos y estos serán comparados a nivel individual y colectivo a través de correlaciones de Pearson y líneas de tendencia lineales. Se utilizará el Excel y el Jasp para realizar los cálculos.

- Criterios de calidad:

Este trabajo se realiza con los dispositivos WIMU PRO correspondientes al segundo equipo de balonmano del FCB. En el marco teórico y en las entrevistas tanto Font (10 de diciembre 2018) como Reche (12 de diciembre 2018), confirman que los dispositivos funcionan de manera correcta y en el caso de cualquier alteración en el funcionamiento de estos, el preparador físico me informaría que los datos pueden haber sido alterados por cualquier error logístico.

En el marco teórico se ha explicado el correcto funcionamiento de los dispositivos de monitorización y la validez del RPE. Finalmente es clave comentar que Reche (12 de diciembre 2018), comenta que el player load es la variable idónea para la realización de este trabajo, ya que es una variable que complementa volumen e intensidad de manera individualizada por sesión de trabajo sin depender de factores externos de posicionamiento.

- Aspectos éticos:

A continuación, explicaré que aspectos éticos tendré en cuenta para la protección de datos de todos los participantes en este proyecto. Primero de todo, es necesario que tanto los participantes, como el club y los entrenadores firmen un consentimiento informado en el cual se explique los objetivos y requerimientos del trabajo, ofreciéndoles un conocimiento completo de todos los aspectos y dándoles libertad de participación en el estudio. Además, se le informará que este puede abandonar el proceso si lo desea.

Para respetar la privacidad de los diferentes jugadores profesionales que participen, no indicaremos el nombre de los jugadores, se los representará como Jugador 1, jugador 2... y su posición de juego. De esta manera, no se publicará ninguna información personal y se podrá valorar las características de los participantes en función de su posición. Tampoco se publicarán fotografías ni videos donde se les pueda reconocer de manera visual.

El estudio no influirá en la actividad habitual de los deportistas, tampoco se realizará ningún tipo de extracción de sangre o tejidos ni se registrarán imágenes. Ellos realizarán el ejercicio que habitualmente les pauta el entrenador y posteriormente se analizarán los datos registrados por el GPS.

Acabada la prueba se hará una exposición con los técnicos y jugadores que lo deseen haciendo que la propia investigación repercuta positivamente en el club y la formación de estos.

4. Resultados:

A continuación, se expondrán los resultados obtenidos de los diversos cálculos realizados para el análisis de los datos. En estos cálculos, intervienen 4 variables: el RPE (RPE), el Player Load (PL), el tiempo de entrenamiento (TL) y el RPE multiplicado por el tiempo de entrenamiento (RPE*TL).

4.1 Análisis colectivo de los datos

El primer análisis que se ha realizado consiste en agrupar todos los datos de todos los jugadores, discriminando a los porteros. De esta manera, obtenemos una visión con un carácter general de la relación que se establece entre las diferentes fuentes de información.

4.1.1 Análisis colectivo del RPE y Player Load

Primeramente, se agrupan los datos de todos los jugadores de RPE y Player Load y se realiza la correlación de Pearson. El coeficiente de correlación es $r=0,5252$ y la $p < 0,01$. A continuación, se expone el gráfico resultante con la línea de tendencias de carácter lineal:

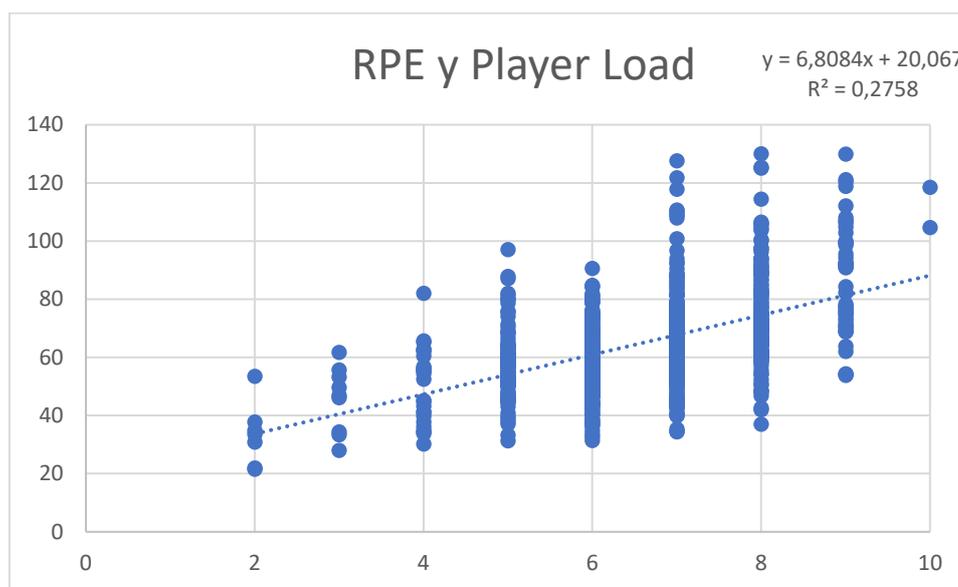


Figura 10. Gráfico que combina la variable player load en el eje Y y la variable RPE en el eje X. En su zona superior derecha, se muestra la ecuación de la línea de tendencia lineal también representada en la gráfica y la R^2 .

4.1.2 Análisis colectivo del RPE*TL y Player Load

El segundo análisis que se realizó consiste en agrupar todos los datos de RPE por el tiempo de sesión y Player Load, realizando así la correlación de Pearson. El coeficiente de correlación es $r = 0,6241$ y la $p < 0,01$. A continuación, se expone el gráfico resultante con la línea de tendencias de carácter lineal:

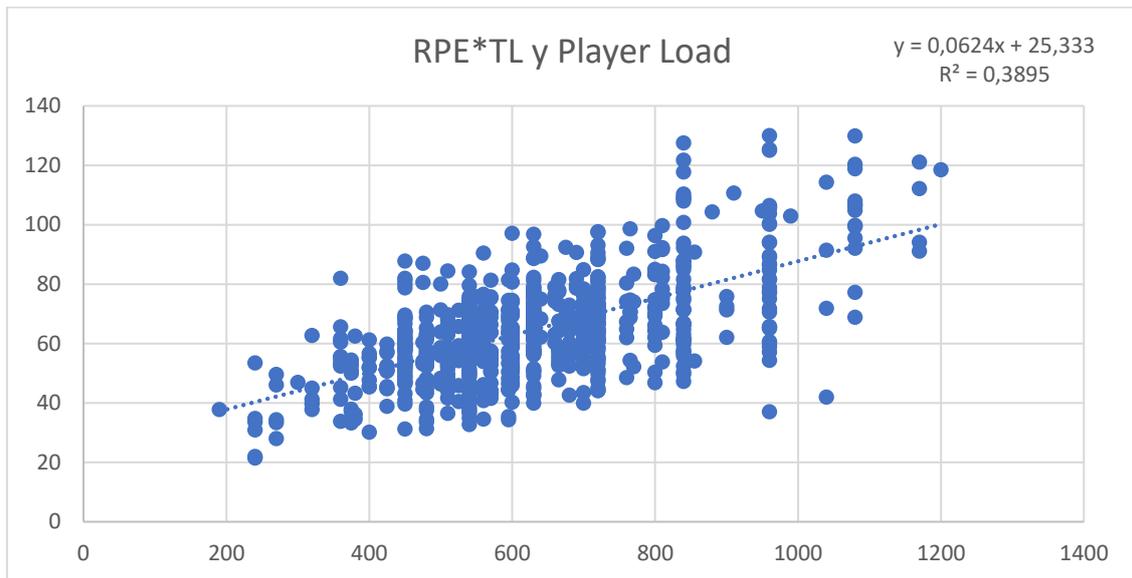


Figura 11. Gráfico que combina la variable player load en el eje Y y la variable RPE*TL en el eje X. En su zona superior derecha, se muestra la ecuación de la línea de tendencia lineal también representada en la gráfica y la R^2 .

4.1.3 Análisis colectivo del TL y Player Load

El tercer análisis que se realizó consiste en agrupar todos los datos de tiempo de sesión y player load realizando así la correlación de Pearson. El coeficiente de correlación es $r = 0,37565841$ y la $p < 0,01$. A continuación, y como en los casos anteriores, se expone el gráfico resultante con la línea de tendencias de carácter lineal:

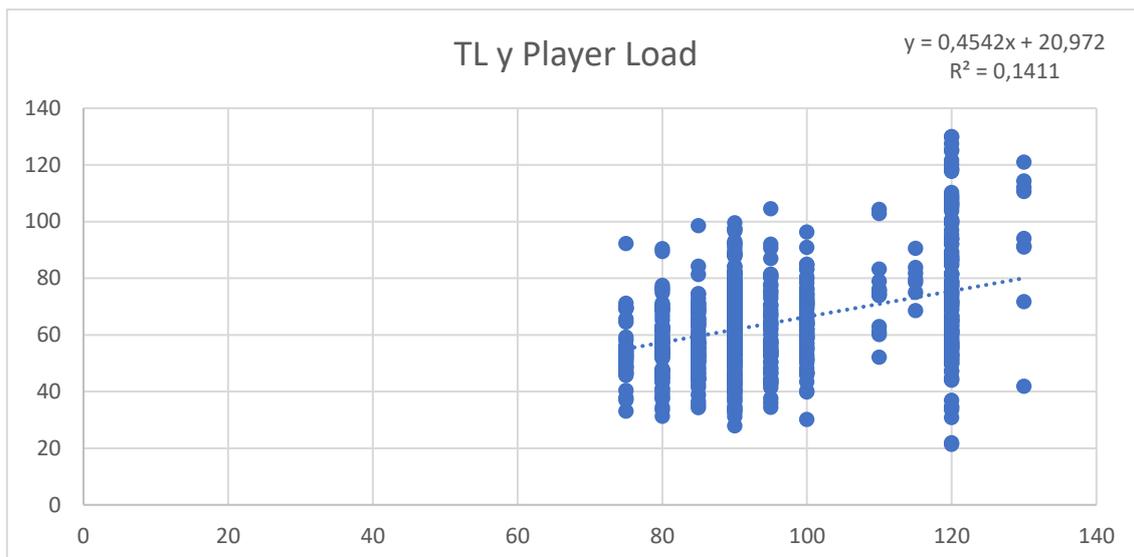


Figura 12. Gráfico que combina la variable player load en el eje Y y la variable TL (tiempo de entrenamiento) en el eje X. En su zona superior derecha, se muestra la ecuación de la línea de tendencia lineal también representada en la gráfica y la R^2 .

4.2 Análisis por jugador de los datos

Posteriormente, se analizaron las correlaciones de RPE y RPE*TL con el player load de manera individualizada, identificando a los diferentes jugadores en función de la posición de juego. Extremo izquierdo (EI), lateral izquierdo (LI), central (C), lateral derecho (LD), extremo derecho (ED), pivote (P).

Tabla 1: Descripción de la media, la desviación estándar, los mínimos y máximos, la correlación de Pearson y la P de manera individualizada en función de la posición y calculado mediante el RPE-PL y el RPE*TL-PL

POSICIÓN	RPE					RPE*TL				
	M±SD	Min	Max	r	P	M±SD	Min	Max	r	P
EI 1	6,56±1,40	4	10	0,61	<0,01	634±189,6	320	1200	0,81	<0,01
EI 2	6,63±1,34	3	9	0,56	<0,01	633,4±174,9	270	1170	0,66	<0,01
EI 3	6,69±1,17	4	9	0,62	<0,01	652,9±182,4	360	1170	0,82	<0,01
LI 1	6,46±1,62	2	9	0,46	<0,01	614,5±179,0	240	1080	0,62	<0,01
LI 2	7,00±1,13	5	9	0,54	<0,01	679,5±178,5	375	1170	0,73	<0,01
LI 3	6,77±1,13	3	9	0,44	<0,01	647,6±153,9	270	960	0,51	<0,01
C 1	6,00±1,30	2	8	0,65	<0,01	575,3±159,4	190	1040	0,78	<0,01
C 2	6,63±1,36	4	10	0,55	<0,01	635,8±169,3	320	1170	0,53	<0,01
C 3	6,33±1,19	4	9	0,47	<0,01	618,5±175,5	360	960	0,43	<0,01
LD 1	6,66±0,83	4	8	0,41	<0,01	643,3±112,8	450	960	0,74	<0,01
LD 2	6,39±1,33	3	9	0,55	<0,01	607,9±157,8	270	1040	0,45	<0,01
ED 1	6,43±1,59	2	9	0,74	<0,01	618,0±184,6	240	1080	0,75	<0,01
P 1	6,46±1,23	4	9	0,66	<0,01	632,7±164,7	320	1080	0,82	<0,01
P 2	6,32±1,20	2	9	0,47	<0,01	609,1±163,8	240	1040	0,59	<0,01

Si se analiza gráficamente el comportamiento de ambas variables de carácter individual respecto a los resultados grupales:

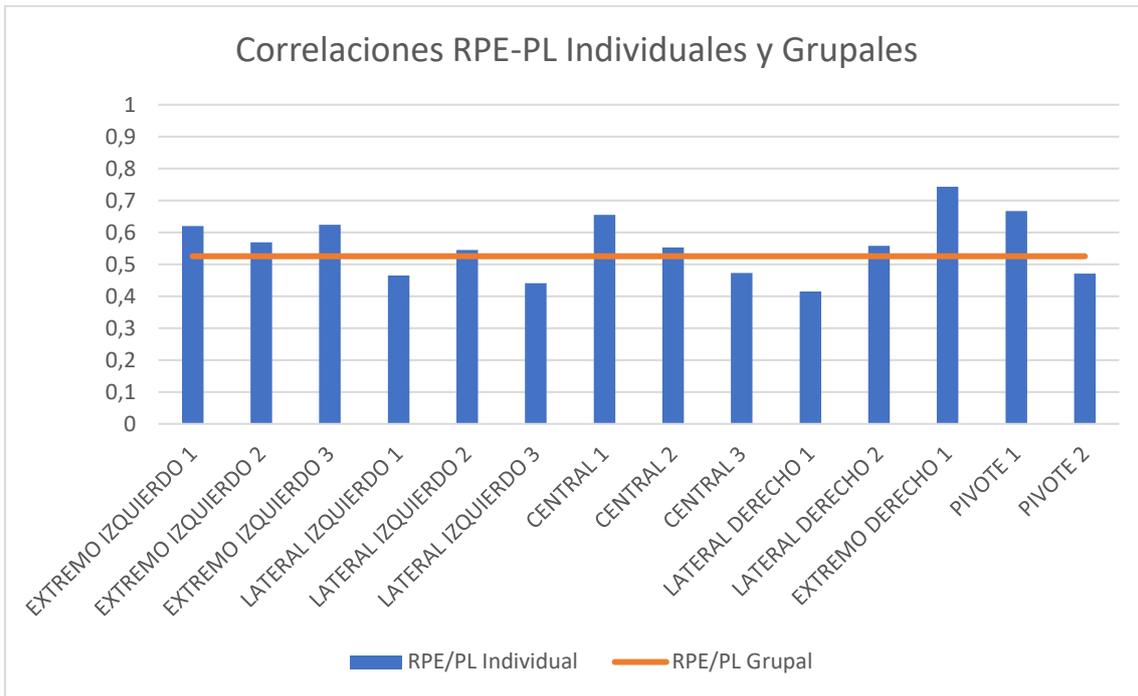


Figura 13. Gráfico que expone los resultados de las correlaciones de Pearson entre el RPE y el PL individuales en el eje Y, respecto a la resultante de la correlación colectiva correspondiente a las dos variables representada por la línea horizontal naranja.

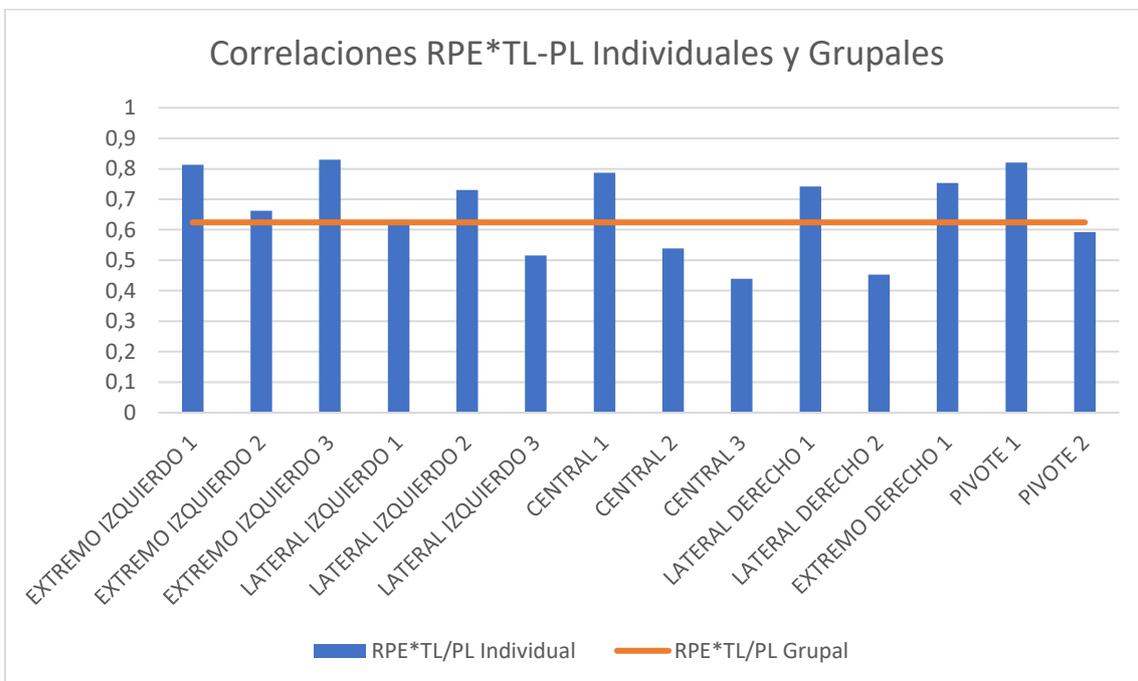


Figura 14. Gráfico que expone los resultados de las correlaciones de Pearson entre el RPE*TL y el PL individuales en el eje Y, respecto a la resultante de la correlación colectiva correspondiente a las dos variables representada por la línea horizontal naranja.

4.3 Análisis en función del MD

Por otro lado, se analizó el comportamiento de las correlaciones en función de la proximidad al día de partido (MD) de manera grupal e individual utilizando las correlaciones RPE-PL y RPE*TL y PL.

4.3.1 Análisis en función del MD del RPE y el PL

Primero se muestran los resultados grupales de la correlación RPE-PL:

Tabla 2: Descripción de las correlaciones de Pearson entre las variables RPE-PL en función de la proximidad al día de partido.

MD	Coefficiente de correlación RPE-PL
-5	0,276
-4	0,568
-3	0,489
-2	0,480
-1	0,315
MD	0,717

A continuación, se muestran los resultados diferenciados por jugador y su posición de juego.

Tabla 3: Descripción de las correlaciones de Pearson entre las variables RPE-PL en función de la proximidad al día de partido por jugador y en función de su posición.

MD:	EI 1	EI 2	EI 3	LI 1	LI 2	LI 3	C1	C2	C3	LD 1	LD 2	ED 1	P1	P2
-5	-0,05	-0,04	0,34	-0,29	0,15	-0,32	-0,13	0,07	-0,01	0,48	0,02	0,57	0,77	0,11
-4	0,69	0,84	0,31	0,48	0,54	0,69	0,73	-0,04	0,19	0,87	0,83	0,65	-0,01	0,69
-3	0,46	0,68	0,68	-0,17	0,90	0,54	0,68	0,46	0,21	0,30	0,33	0,77	0,46	0,47
-2	0,69	0,54	0,75	0,34	0,61	0,60	0,61	0,46	0,01	0,27	-0,06	0,90	0,63	0,55
-1	0,44	0,42	0,41	0,27	0,61	0,20	0,56	0,27	-0,20	0,23	0,63	0,32	0,75	0,12
MD	0,55	0,39	0,39	0,80	0,52	0,74	0,90	0,75	0,94	0,21	0,74	0,96	0,83	0,62

Para poder observar esta gran cantidad de datos, se realiza un gráfico de líneas para poder observar su comportamiento de manera más simple.

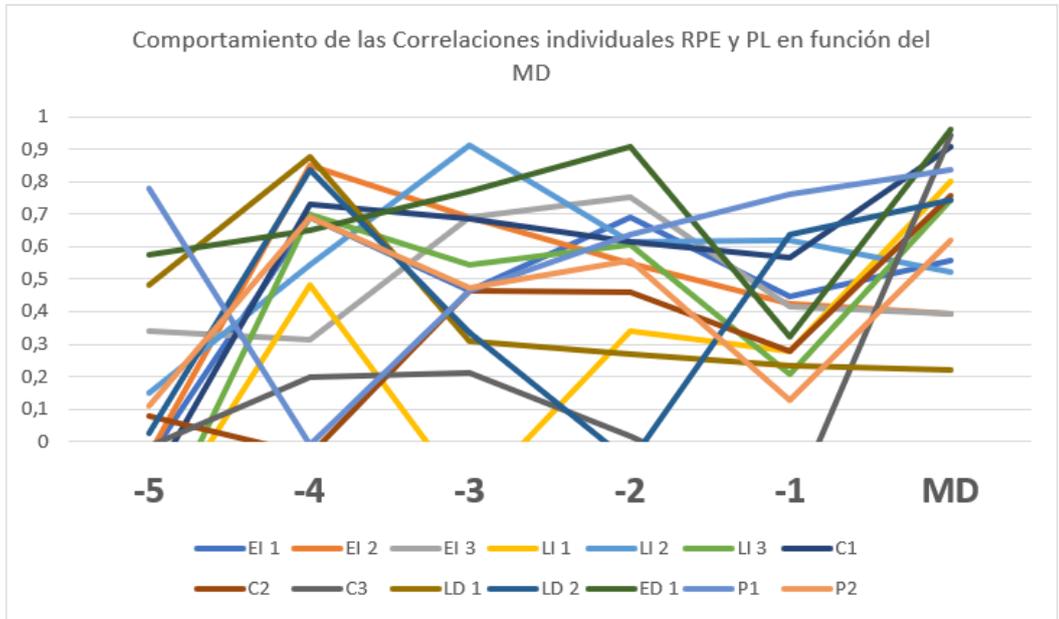


Figura 15. Gráfica lineal que representa la resultante de la correlación de Pearson de cada jugador en el eje Y, respecto al día de entrenamiento en función de la cercanía al día de partido en el eje X.

Por otro lado, se ha realizado el promedio de las correlaciones por jugador en función del día de partido. Se realiza una gráfica para describir el comportamiento de las variables RPE-PL durante la semana.

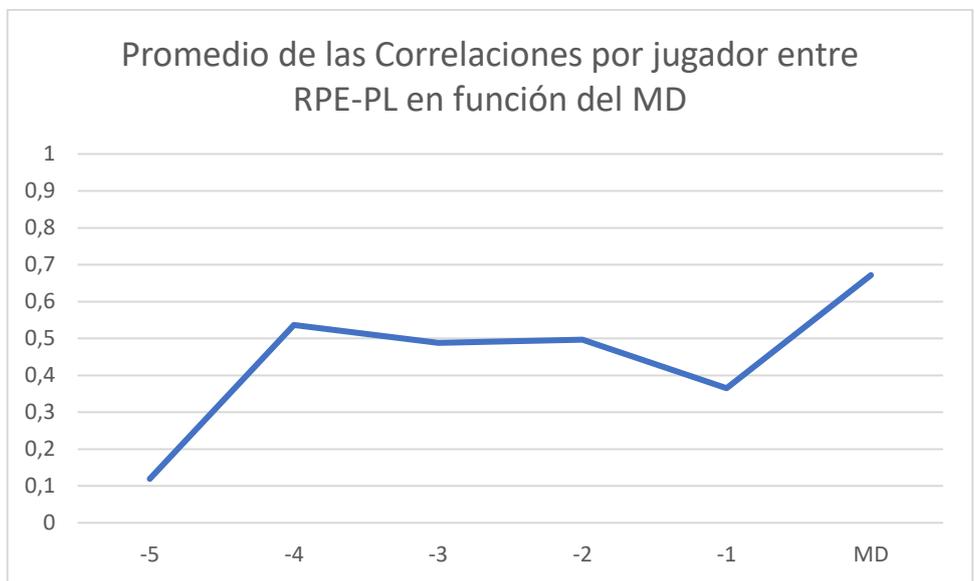


Figura 16. Representación gráfica de los resultados de los promedios de las correlaciones por jugador en función del MD entre RPE-PL.

A partir del análisis de este gráfico, se estudió la influencia negativa del día -5, mediante correlaciones de Pearson individuales, aplicando el color verde a todos aquellos sujetos que expresan mejoría.

Tabla 4: Exposición de la variabilidad del resultado de las correlaciones obviando las sesiones realizadas el día -5 y comparando estos resultados con los coeficientes sin realizar esta distinción.

Posición	Coeficiente de Correlación sin -5	Coeficiente de Correlación
EXTREMO IZQUIERDO 1	0,688	0,619
EXTREMO IZQUIERDO 2	0,602	0,569
EXTREMO IZQUIERDO 3	0,656	0,623
LATERAL IZQUIERDO 1	0,566	0,464
LATERAL IZQUIERDO 2	0,594	0,544
LATERAL IZQUIERDO 3	0,448	0,440
CENTRAL 1	0,728	0,654
CENTRAL 2	0,532	0,552
CENTRAL 3	0,509	0,472
LATERAL DERECHO 1	0,395	0,414
LATERAL DERECHO 2	0,554	0,557
EXTREMO DERECHO 1	0,762	0,742
PIVOTE 1	0,637	0,666
PIVOTE 2	0,503	0,471

Por otro lado, si se analizan los entrenamientos nocturnos, considerados aquellos que finalizan más tarde de las 21 horas, se observa que en el 60,08% de los casos hay una tasa de aumento de la fatiga subjetiva o RPE respecto a la ecuación lineal definida por cada sujeto.

4.3.2 Análisis en función del MD del RPE*TL y el PL

A continuación, se muestran los resultados en función del MD de la correlación entre RPE*TL y PL de todo el grupo.

Tabla 5: Descripción de las correlaciones de Pearson entre las variables RPE*TL-PL en función de la proximidad al día de partido.

MD	Coeficiente de correlación RPE*TL-PL
-5	0,428
-4	0,765
-3	0,640
-2	0,661
-1	0,564
MD	0,717

Posteriormente, se analiza la correlación en función del día de partido individualmente:

Tabla 6: Descripción de las correlaciones de Pearson entre las variables RPE*TL-PL en función de la proximidad al día de partido por jugador y en función de su posición.

MD:	EI 1	EI 2	EI 3	LI 1	LI 2	LI 3	C1	C2	C3	LD 1	LD 2	ED 1	P1	P2
-5	0,77	0,72	0,89	0,77	0,80	0,54	0,80	0,80	0,99	0,58	0,58	0,87	0,88	0,65
-4	0,93	0,87	0,89	0,71	0,80	0,91	0,86	0,47	0,15	0,86	0,91	0,88	0,83	0,86
-3	0,53	0,85	0,76	0,30	0,79	0,77	0,93	0,82	0,56	0,84	0,74	0,65	0,86	0,27
-2	0,80	0,58	0,79	0,62	0,84	0,88	0,84	0,82	0,48	0,83	0,55	0,92	0,86	0,71
-1	0,87	0,70	0,78	0,52	0,80	0,72	0,75	0,70	0,39	0,67	0,87	0,86	0,82	0,56
MD	0,56	0,39	0,39	0,80	0,52	0,74	0,91	0,76	0,94	0,21	0,74	0,96	0,83	0,62

Como en el apartado anterior, estos resultados se grafican utilizando el gráfico de líneas:

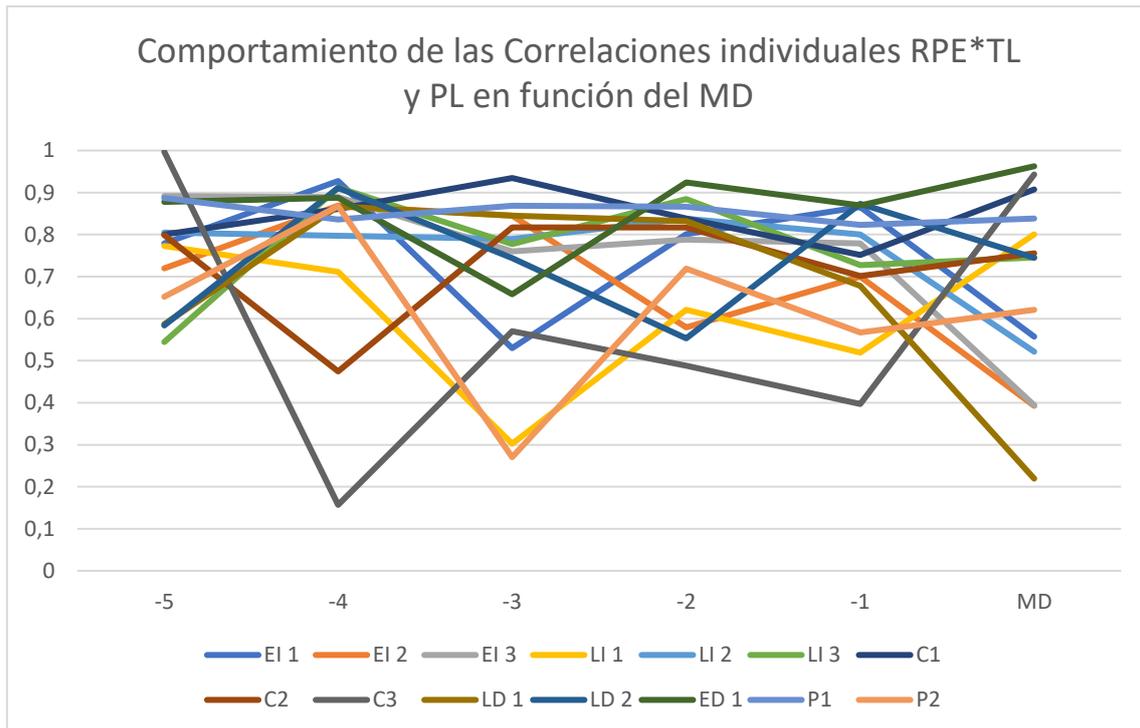


Figura 17. Gráfica lineal que representa la resultante de la correlación de Pearson de cada jugador en el eje Y, respecto al día de entrenamiento en función de la cercanía al día de partido en el eje X.

Por otro lado, se ha realizado el promedio de las correlaciones por jugador en función del día de partido. Se realiza una gráfica para describir el comportamiento de las variables RPE*TL-PL durante la semana.

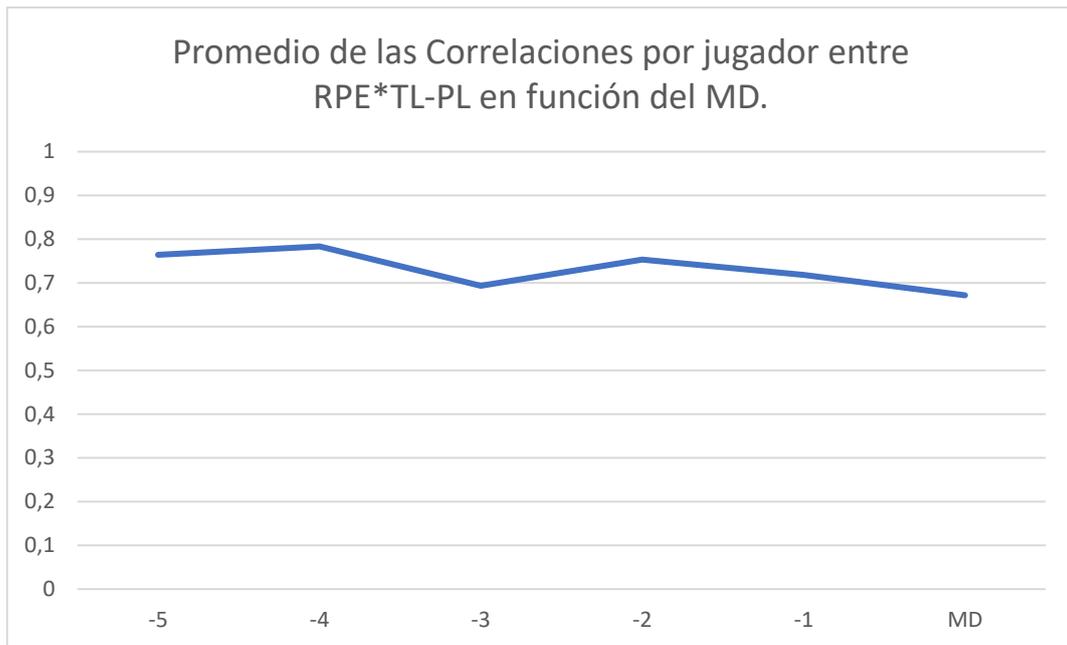


Figura 18. Representación gráfica de los resultados de los promedios de las correlaciones por jugador en función del MD entre RPE*TL-PL.

4.4 Análisis de los datos en función del tipo de sesión

Finalmente, se estudian los datos y sus correlaciones de Pearson en función del tipo de sesión de entrenamiento planteada. Se diferencia en dos grandes grupos, sesiones únicamente de pista, las cuales incluyen los días de partido y, por otro lado, sesiones de fuerza en el gimnasio más pista.

4.4.1 Análisis del RPE y PL en función del tipo de sesión

A continuación, se muestra una tabla, donde se puede apreciar la correlación de todas las sesiones utilizando el RPE y el Player Load y, por otro lado, las correlaciones que se establecen diferenciando las sesiones de gimnasio y pista y las sesiones de pista, identificando con el color verde aquellas agrupaciones que presentan mejoría respecto a los datos no discriminados:

Tabla 7: Evolución de las correlaciones de Pearson entre RPE-PL por jugador, en función del tipo de sesión.

Posición	Coficiente Sesiones Pista	Coficiente Gimnasio + Pista	Coficiente Sin Discriminar sesiones
EXTREMO IZQUIERDO 1	0,803	0,443	0,619
EXTREMO IZQUIERDO 2	0,359	0,607	0,569
EXTREMO IZQUIERDO 3	0,794	0,492	0,623
LATERAL IZQUIERDO 1	0,653	0,083	0,464
LATERAL IZQUIERDO 2	0,693	0,484	0,544
LATERAL IZQUIERDO 3	0,561	0,365	0,440
CENTRAL 1	0,775	0,534	0,654
CENTRAL 2	0,476	0,653	0,552
CENTRAL 3	0,415	0,556	0,472
LATERAL DERECHO 1	0,153	0,353	0,414
LATERAL DERECHO 2	0,406	0,663	0,557
EXTREMO DERECHO 1	0,829	0,635	0,742
PIVOTE 1	0,686	0,548	0,666
PIVOTE 2	0,479	0,490	0,471

4.4.2 Análisis del RPE*TL y PL en función del tipo de sesión

También se han estudiado el comportamiento de las correlaciones, diferenciando por la composición del entrenamiento con los parámetros RPE*TL y Player Load, identificando con el color verde aquellas agrupaciones que presentan mejoría respecto a los datos no discriminados:

Tabla 8: Evolución de las correlaciones de Pearson entre RPE*TL-PL por jugador, en función del tipo de sesión.

Posición	Coficiente Sesiones Pista	Coficiente Gimnasio + Pista	Coficiente Sin Diferenciar
EXTREMO IZQUIERDO 1	0,895	0,672	0,813
EXTREMO IZQUIERDO 2	0,524	0,710	0,662
EXTREMO IZQUIERDO 3	0,895	0,734	0,829
LATERAL IZQUIERDO 1	0,671	0,446	0,621
LATERAL IZQUIERDO 2	0,703	0,771	0,730
LATERAL IZQUIERDO 3	0,688	0,355	0,515
CENTRAL 1	0,672	0,820	0,786
CENTRAL 2	0,368	0,667	0,538
CENTRAL 3	0,369	0,499	0,439
LATERAL DERECHO 1	0,459	0,820	0,741
LATERAL DERECHO 2	0,193	0,611	0,452
EXTREMO DERECHO 1	0,787	0,719	0,753
PIVOTE 1	0,842	0,775	0,820
PIVOTE 2	0,661	0,529	0,591

5. Discusión de los resultados

5.1 Discusión del análisis colectivo de los datos

En este apartado, se analizarán los resultados desde una perspectiva teórica, buscando razonar la naturaleza de los valores representados en el apartado anterior. Se seguirá la estructura definida en el punto 4.

Primero, se discutirán los resultados del análisis colectivo de datos. En este análisis, se realizaron 3 tipos de correlaciones: RPE-PL, RPE*TL-PL y TL-PL. Tal y como reflejan los datos, el tiempo de entrenamiento, de manera aislada, tiene una correlación moderada con el player load, correspondiendo con una $r=0,375$. A partir de estos resultados se puede concluir que el tiempo no es una variable útil para correlacionar con el player load. Esto, no significa que el tiempo de entrenamiento no sea un dato importante en cuanto a la cuantificación de cargas, sino que este dato y el player load no están midiendo lo mismo. El tiempo mide el volumen de la sesión, pero discrimina la intensidad y por tanto se aleja de la realidad del player load el cual combina volumen e intensidad.

En cambio, el RPE y el RPE*TL tienen una correlación alta respecto al player load, siendo el RPE*TL la variable con una $r=0,624$ de Pearson más cercana al $r=1$ de las 3 variables estudiadas, con una notable diferencia respecto al RPE que obtiene un $r=0,525$. Si comparamos los resultados, con los obtenidos en el estudio de Casamichana, Castellano, Calleja, Román y Castagna (2013) en el cual la correlación que se establece entre RPE y player load es de 0,74, se aprecia que no hemos obtenido unos resultados altos respecto a este estudio. La diferencia puede venir dada por aspectos que diferencian claramente los dos trabajos, estos aspectos son el deporte y el momento de medir el RPE.

Por un lado, el proyecto de Casamichana, Castellano, Calleja, Román y Castagna (2013) analiza las variables en el fútbol, utilizando el player load en 2D a diferencia de este proyecto que analiza las variables en el balonmano utilizando el player load 3D. La naturaleza de ambos deportes es bien distinta, en el fútbol tal y como explica Font (10 de diciembre 2018), la variable distancia recorrida es clave para la cuantificación de cargas en este deporte. Esta variable tiene una estrecha relación con el player load que trabaja con la acelerometría, a diferencia del balonmano, donde las variables más influyentes son los impactos y las fuerzas de lucha ejecutadas junto a las aceleraciones y deceleraciones. De estas 4 variables, las dos primeras no son influyentes en el acelerómetro y por tanto reducen la efectividad de este como instrumento de cuantificación de cargas.

Por otro lado, el preparador físico del F.C. Barcelona del segundo equipo realiza la medición del RPE inmediatamente después de acabar la sesión. Este aspecto, puede afectar de manera directa y alterar el resultado principalmente cuando el entrenamiento ha tenido un final intenso y el jugador no ha tenido tiempo de recuperarse de ese estímulo, aumentando su RPE con relación a la misma medida realizada 15 minutos más tarde.

5.2 Discusión del análisis por jugador de los datos

Tal y como explica Font (10 de diciembre 2018) en el marco teórico de este trabajo es imprescindible destacar la importancia de valorar el RPE de manera individualizada. La percepción de un mismo estímulo por diferentes sujetos es diferente y por tanto estudiar el comportamiento y la asimilación de las cargas jugador por jugador es un elemento esencial en los deportes de equipo. Además, el significado de las propias siglas de RPE (Percepción Subjetiva del Esfuerzo) la definen como una medida no objetiva. También Campos y Toscano (2014) lo definen como una herramienta barata, práctica y precisa para valorar las respuestas individuales a las sesiones de entrenamiento de campo, proporcionando la información necesaria para que se desarrolle el análisis de manera individual.

Como se demuestra en los resultados, la individualización del análisis mejora los resultados de las correlaciones, a la vez que nos destaca aquellos jugadores que tienen un comportamiento respecto a las cargas más irregular. Cuantificando estos datos, la correlación RPE-PL de manera colectiva resultaba con una $r=0,525$. El promedio de las diferentes correlaciones resultantes del análisis individual es de $0,567$, además de ofrecer valores de $r=0,74;0,66;0,65;0,62;0,61$ de algunos de los componentes del estudio muy por encima de la correlación resultante del análisis conjunto. Respecto a los 14 jugadores que forman parte del proyecto, 9 de estos expresan una mejoría en su correlación de Pearson individualizada respecto a la correlación colectiva.

Por otro lado, las correlaciones individuales resultantes de las variables RPE*TL-PL también expresan un valor mayor a la resultante del análisis colectivo si calculamos el promedio, aumentando de $r=0,624$ del grupo a $0,664$ del promedio de los resultados individuales. Además, 11 de los 14 jugadores aumentan el valor de r , cuando el cálculo se realiza con este procedimiento respecto al procedimiento colectivo.

5.3 Discusión del análisis en función del MD

Analizando los resultados del apartado anterior y a través de una comunicación personal con Buscà, se observa la necesidad de segmentar los datos en todas aquellas agrupaciones lógicas que logren agrupar los datos recogidos en función de la naturaleza del entrenamiento. Una de las pautas utilizadas por la gran mayoría de los preparadores físicos, es asignar la distribución de cargas del microciclo en función del día de partido (MD). A partir de este día y contando de manera regresiva, se estructuran las cargas y por tanto en este apartado se analizarán los resultados de este estudio. El mismo procedimiento se ha realizado con las variables RPE-PL y RPE*TL-PL de manera grupal e individual.

La variable RPE-PL calculada de manera colectiva en función del MD, únicamente ha mostrado un aumento en la resultante de la correlación de Pearson colectiva sin diferenciar el MD en 2 de los 6 días. La jornada -5, -3, -2, -1, dan resultados muy bajos, destacando específicamente el día -5 que obtiene la correlación menor con una $r=0,276$. En cambio, las jornadas -4 y el MD ofrecen resultados más altos que la r de Pearson sin diferenciar los días en función del partido, destacando específicamente el día de partido con una $r=0,717$. A nivel individual el análisis es complejo, pero este refleja fundamentalmente un comportamiento muy irregular de las correlaciones a lo largo de la semana a la vez que presenta una gran reducción en las correlaciones el día -5 y un gran aumento el MD en la mayoría de los jugadores. A través de estos

resultados se concluye que la percepción subjetiva del esfuerzo el día -5 está muy afectada por el desgaste físico y psicológico de la competición además de la fatiga causada por los desplazamientos que el equipo realiza en los partidos de fuera de casa, tanto es así que el coeficiente de correlación individual sin el día -5 presenta un aumento en 9 de los 14 jugadores. En cambio, el MD ofrece una información muy distinta. A diferencia de los entrenamientos, en el día de partido el RPE se obtiene cuando los jugadores están en el vestuario, entre 10 y 15 minutos después de la finalización del partido. Este indicador, muestra como el procedimiento seguido por el preparador físico en los entrenamientos puede afectar el resultado del RPE y por tanto el resultado de las correlaciones con el player load.

Para acabar la discusión de los datos en función del día de partido de las variables RPE y player load, se ha estudiado la influencia del horario de entrenamiento en la percepción subjetiva del esfuerzo. Concretamente, se han diferenciado aquellos entrenamientos que tienen una finalización posterior a las 21 horas. En este caso, no se ha podido diferenciar en función del MD por la poca cantidad de datos dentro de cada agrupación. Para estudiar este fenómeno se han utilizado las ecuaciones que representan la línea de tendencia lineal resultante de la correlación individual de RPE y player load y se estudia si el valor de RPE es inferior o superior al player load de la sesión respecto a la recta. En el 60,08% de los casos, se da una fatiga subjetiva superior a la ecuación lineal, por tanto, y como se ha comentado en los apartados anteriores la subjetividad de los esfuerzos viene determinada por múltiples condicionantes, uno de ellos se podría determinar que es la hora del entrenamiento, concretamente los entrenamientos que finalizan por encima de las 21 horas presentaran una desviación de los resultados.

Por otro lado, la variable RPE*TL, muestra un aumento de la correlación al realizar la diferenciación en función del MD en 4 de los 6 días. Si se analizan estos resultados se puede observar como el día -4 y el MD muestran una alta correlación, en cambio, como sucedió anteriormente el día -5 es la jornada que presenta unos valores de correlación más bajos.

Sin embargo, individualmente hablando los resultados describen correlaciones altas tal y como se puede observar en la gráfica de la figura 16. También se puede apreciar, como a diferencia del MD con la variable RPE, utilizando la variable RPE*TL hay varios sujetos que presentan correlaciones medias y bajas. Este motivo se da porque se ha tenido que estimar la duración de la sesión del MD en 120 minutos ya que no se ha podido utilizar el tiempo real de actividad al no poder disponer de los nombres de los jugadores.

5.4 Discusión del análisis de los datos en función del tipo de sesión

Finalmente, se ha estudiado como afecta la agrupación de los datos en función del tipo de entrenamiento. Se ha diferenciado dos contenidos principales: aquellos entrenamientos que solo contienen entrenamiento técnico-táctico de pista y aquellas sesiones que se realiza un trabajo de fuerza específico en el gimnasio y posteriormente el entrenamiento de pista.

Las correlaciones RPE-PL, con esta diferenciación comparadas con los resultados individuales sin discriminar el tipo de entrenamiento presentan un aumento de las correlaciones en las sesiones de pista. En concreto, 8 de 14 jugadores aumentan las correlaciones con esta diferenciación. En cambio, únicamente 5 de 14 jugadores tienen una resultante de la correlación mayor con la diferenciación en las sesiones de fuerza que en las correlaciones sin diferenciación. A partir de este segundo dato, se puede deducir que la influencia de las sesiones de fuerza altera el RPE disminuyendo la correlación con el player load. Los dispositivos de time motion analysis no registran este tipo de trabajo, además para no causar molestias a los jugadores se ponen y activan al acabar el trabajo de fuerza.

Por otro lado, las correlaciones que se establecen entre el RPE*TL-PL diferenciando los entrenamientos de fuerza y pista y únicamente los de pista tiene un comportamiento distinto. Respecto a las correlaciones individualizadas sin diferenciar los entrenamientos, este proceso de diferenciación únicamente produce mejoras en la correlación de las variables en 7 de los 14 jugadores tanto en las sesiones de pista como en las de gimnasio y pista. Por tanto, se aprecia un comportamiento muy regular que no destaca la alteración significativa del RPE en ninguna de las distinciones.

6. Conclusiones

La hipótesis de este trabajo: “el RPE y el RPE*TL tienen una alta correlación con el player load” se ha demostrado en base a los resultados relacionados con la clasificación de las correlaciones de (Hopkins, et al., 2009 citado por Morales, apuntes de metodología 2018). Esta hipótesis se ha demostrado mediante las correlaciones del grupo peor por otro lado, se ha comprobado que el tiempo no es una variable que determine la carga relacionada con el player load. Disponer de una variable subjetiva que relacione con un elemento de la cuantificación de cargas objetivo nos proporciona gran información para analizar como nuestros jugadores asimilan las cargas propuestas en el entrenamiento.

También, se ha podido observar la importancia de la individualización en este tipo de medidas y la diferenciación en función de los tipos de sesión, ya que los jugadores y los entrenamientos tienen naturalezas muy diferenciadas que hay que estudiar y valorar de manera individual. Este proceso de individualización y distinción aumenta los resultados de las correlaciones en la mayoría de los jugadores.

Por un lado, en cuanto a los datos resultantes del análisis RPE-PL, se ha podido observar como el tiempo en el que se mide este indicador subjetivo es fundamental, y como el día de partido en el cual se tomaba la medida 10 minutos más tarde es el día que expresa una correlaciones notablemente superiores a los demás. Además, el aumento significativo de correlación en los días de entrenamiento únicamente de pista indica la influencia negativa del trabajo de pesas no percibido por la acelerometría. Por el otro lado, los resultados del análisis RPE*TL-PL, han ofrecido resultados con correlaciones más altas que el RPE-PL y, por tanto, se ha demostrado que el producto de estas dos variables es una mejor unidad para relacionar con el player load. En esta variable, la diferenciación en función del día de partido ha influenciado de manera muy positiva, aumentando las correlaciones entre ambas variables.

Disponer de todo este tiempo me ha permitido realizar una recogida de datos durante 6 meses y posteriormente analizarlos de manera grupal, individual y en función de diversos criterios. Personalmente, creo que disponer de registros de 67 entrenamientos de 14 jugadores distintos, acumulando un total de 784 valores de RPE y 784 valores de PL totalmente individualizados aportan una gran solidez a los resultados que se expresan en este proyecto.

Este trabajo de final de grado me ha permitido poder profundizar y desarrollar durante todo el cuarto curso del grado en ciencias de la actividad física y el deporte este proyecto. He cumplido con los objetivos planteados desde inicio de curso, llegando a comprender las bases de los dispositivos de time motion analysis y el RPE como metodologías de cuantificación y control de cargas. Estudiando y comparando las variables RPE, RPE*TL y Player Load y participando en el registro y la cuantificación de cargas en el Barça B, equipo de División de Honor Plata masculina.

A lo largo de la realización de este trabajo, mi tutor, Xavier de Blas me ha ofrecido su ayuda y conocimientos en todo aquello que he necesitado, a la vez que guiado en todo el proceso. Por eso mismo, quería agradecer y reconocer su labor. También quiero mencionar a Roger Font, Xavi Reche y Bernat Buscà que ha través de diferentes comunicaciones personales me han aportado su alto grado de experiencia, pudiendo utilizar esta para desarrollar de mejor manera este proyecto. Finalmente, quiero agradecer al F.C. Barcelona, concretamente a los jugadores del senior B y su preparador físico, Pep Mesas, que me han permitido poder utilizar, manipular y controlar los dispositivos de time motion analysis y los datos que han resultado de los entrenamientos. Sin su autorización y colaboración este proyecto no habría sido posible.

7. Limitaciones del trabajo y líneas futuras

En este apartado, se explicarán las limitaciones que ha tenido este estudio, a la vez que se comentará que dirección tomaría este proyecto si se siguiese investigando y profundizando en esta temática.

Primeramente, he de reconocer que los conocimientos acerca de la teoría del entrenamiento, el control de cargas y los dispositivos de time motion analysis al inicio de este proyecto eran prácticamente nulos. Es cierto, que, a lo largo de este año, he profundizado y aprendido mucho, pero existen muchos conceptos que aún tengo que aprender y experimentar para poder tener en cuenta de cara a futuras investigaciones. El tiempo también ha sido un factor determinante, que pese a disponer de todo el curso, el análisis de los datos no se ha empezado a realizar hasta mes y medio antes de la entrega final, buscando obtener una fuente de datos sólida que validasen los resultados del proyecto.

En segundo lugar, medir en el RPE inmediatamente después de acabar el entrenamiento, es un factor que como se ha visto en los resultados ha podido afectar en las correlaciones. Personalmente, no he podido intervenir en este aspecto, pero si dependiese de mí, en base a estos resultados cambiaría el comportamiento de medición dejando siempre 15 minutos a los jugadores para posteriormente medir el RPE.

Como líneas futuras de este proyecto, creo que sería fundamental conocer los nombres de los jugadores de los cuales analizo los datos. Conocer el perfil de cada jugador, su edad, ritmo de vida y todos aquellos factores que puedan alterar su percepción subjetiva del esfuerzo es sin duda clave. Teniendo estos datos y tiempo para realizar un estudio en profundidad utilizaría el registro para no únicamente estudiar el comportamiento del player load, sino de otras variables y analizar su influencia y vinculación con el RPE. Además, se utilizaría el tiempo real de entrenamientos y partidos y no el acumulado, a la vez que se registrarían los entrenamientos y se crearía una base de datos de referencia donde se guardase por ejercicio y entrenamiento la cantidad de actividad realizada por el jugador. De esta manera, si realizamos un mismo ejercicio a inicio de temporada y a mitad, podremos comparar las respuestas físicas de aceleraciones, deceleraciones, impactos, player load etc. determinando el estado físico del jugador y su implicación y desgaste en el ejercicio.

Finalmente, quiero comentar que como líneas futuras que ya me han surgido de este proyecto, es presentar un informe al F.C. Barcelona en el que muestre los resultados de este proyecto y explique las conclusiones extraídas de este. Este informe me lo ha pedido Roger Font, preparador físico de primer equipo de balonmano, ya que ellos han realizado estudios similares, pero únicamente realizando correlaciones grupales y por tanto quieren ver el comportamiento de las correlaciones individuales y agrupadas por el tipo de entrenamiento y proximidad al día de partido. También a través de Toni Rubiella, profesor de balonmano de la facultad, presentaré un póster con los resultados de este proyecto en el congreso We Share Handball, punto de encuentro anual de la comunidad del balonmano español tanto en el ámbito técnico y táctico como en el entorno de la preparación física.

8. Referencias bibliográficas:

- Álvarez, J. y Murillo, V. (2016). Evolución de la prevención de lesiones en el control del entrenamiento. *Revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 171, 37-58.
- Bastida, A., Gómez, D., Hernández, A., y Ortega, J. (2018). Validez y fiabilidad de un dispositivo inercial (WIMU PRO TM) para el análisis del posicionamiento en balonmano. Recuperado en https://www.researchgate.net/publication/325036912_VALIDEZ_Y_FIABILIDAD_DE_UN_DISPOSITIVO_INERCIAL_WIMU_PRO_TM_PARA_EL_ANALISIS_DEL_POSICIONAMIENTO_EN_BALONMANO
- Blanch, P., y Gabbett, J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute: chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50, 471-475.
- Borg, G. (1985). *An introduction to Borg's RPE-scale*. Mouvement Publications.
- Boyd, J., Ball, K., y Aughey, J. (2011). The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, 311-321.
- Campos, M. y Toscano, F. (2014). Monitorización de la carga de entrenamiento, la condición física, la fatiga y el rendimiento durante el microciclo competitivo en fútbol. *Asociación de preparadores físicos*. 12, 23-36.
- Carmona, I., Gómez, C., Bastida, A., y Ortega, J. (2018). Validez del dispositivo inercial WIMU PRO para el registro de la frecuencia cardiaca en un test de campo. *Revista internacional de ciencias del deporte*, 14, 9-16.
- Casamichana, D., Castellano, J., Blanco, Á., y Usabiaga, O. (2012). Estudio de la percepción subjetiva del esfuerzo en tareas de entrenamiento en fútbol a través de la teoría de la generalizabilidad. *Revista de Psicología del Deporte*, 21, 35-40.
- Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., San Román, J., y Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27, 369-374.
- Casamichana, D., Castellano, J., Gonzalez, J., Román, J., y Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27, 369-374.
- Cuadrado, J. y Grimaldi, M. (2011). *Medios para Cuantificar la Carga Interna de Entrenamiento en Deportes de Equipo. La Frecuencia Cardiaca, el Consumo de Oxígeno, la Concentración de Lactato en Sangre y la Percepción Subjetiva del Esfuerzo: Una Revisión*. Recuperado en <https://g-se.com/medios-para-cuantificar-la-carga-interna-de-entrenamiento-en-deportes-de-equipo.-la-frecuencia-cardiaca-el-consumo-de-oxigeno-la-concentracion-de-lactato-en-sangre-y-la-percepcion-subjetiva-del-esfuerzo-una-revision-1434-sa-857cfb2720d32f>
- Cuadrado, J., Chirisa, L. J., Chirisa, I. J., Tamayo, I., y Martínez, D. (2012). La percepción subjetiva del esfuerzo para el control de la carga de entrenamiento en una temporada en un equipo de balonmano. *Revista de psicología del deporte*, 21, 331-339.
- Diaz, A., Pallarés, J., Bradley, P. (2013). Cuantificación de la carga física y psicológica en fútbol profesional: diferencias según el nivel competitivo y efectos sobre el resultado en competición oficial. *Revista de Psicología del Deporte*, 22, 1-6.

- Fernández, F., Chiroso L., y Chiroso I. (2002). *Validez del uso de la RPE en el control de la intensidad de entrenamiento en balonmano*. Recuperado en https://www.researchgate.net/profile/Luis_Chiroso_Rios/publication/287473096_Validity_of_the_use_of_RPE_in_monitoring_training_intensity_handball/links/574c6ac808ae82d2c6b9643f/Validity-of-the-use-of-RPE-in-monitoring-training-intensity-handball.pdf
- Gabbett, J., Hulin, T., Blanch, P., y Whiteley, R. (2016). *High training workloads alone do not cause sports injuries: how you get there is the real issue*. Recuperado en <https://bjsm.bmj.com/content/50/8/444.short>
- García, J., Isabel, P., Cañadas, M. (2010). Valoración de la carga de entrenamiento. Una experiencia real con un equipo de baloncesto de la liga EBA. *Revista Internacional de Deportes Colectivos*, 5, 4-17.
- Gaudino, P., Iaia, F., Strudwick, A., Hawkins, R., Alberti, G., Atkinson, G., y Gregson, W. (2015). Factors influencing perception of effort (session rating of perceived exertion) during elite soccer training. *International journal of sports physiology and performance*, 10, 860-864.
- Hernández, D., Casamichana, D., y Sánchez, J. (2017). la cuantificación de la carga de entrenamiento como estrategia básica de prevención de lesiones. *Revista de Preparación Física en el Fútbol*, 24, 33-39.
- Impellizzeri, M., Rampinini, E., Coutts, A., Sassi, A. y Marcora, S. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 1042-1047.
- Matveev, L. (1985). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Librerías Deportivas Esteban Sanz.
- Medina, J., & Lorente, V. (2016). Comparación entre las cargas planificadas y ejecutadas en el entrenamiento de fútbol sala: la doble escala. Retos. *Nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 29, 48-52.
- Morales, J. (2018). Apuntes de clase de metodología.
- Mujika, I. (2006). Métodos de cuantificación de las cargas de entrenamiento y competición. *Kronos: revista universitaria de la actividad física y el deporte*, 10, 45-54.
- NASA. (2013). *Columbia accident investigation board*. Recuperado en <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20040040191>
- Pujals, C., Rubio, V., Márquez, O., Iglesias, I., y Ruiz-Barquín, R. (2016). Estudio epidemiológico comparativo sobre lesiones deportivas en una muestra española de 25 distintos deportes. *Revista de Psicología del Deporte*, 25, 271-279.
- Seirul-lo, F. (2017). *El entrenamiento en los deportes de equipo*. Barcelona: Autor Editor.
- Serveis Mèdics del Fútbol Club Barcelona. (2009). Guia de Pràctica Clínica de les lesions musculars. Epidemiologia, diagnòstic, tractament i prevenció. *Apunts Medicina de l'Esport*, 44, 179-203
- Torres, C., y Sánchez, C. (2017). El deporte, el entrenamiento deportivo y los entrenadores. *Revista digital Buenos Aires: Educación Física y Deportes*, 22, 234.
- Zurutuza, U., Castellano, J., Echeazarra, I., y Casamichana, D. (2017). Absolute and Relative Training Load and Its Relation to Fatigue in Football. *Frontiers in Psychology. Volumen 8*, 878.

9. Comunicaciones personales

En este trabajo, se ha recibido información y orientación a través de entrevistas personales por parte de Roger Font y Xavi Reche. Estas entrevistas se han usado para este trabajo a modo de información teórica.

- Font, R. Comunicación personal 10 de diciembre 2018. Servicios técnicos y de investigación FCB.
- Font, R. Comunicación personal 8 de abril de 2019. Servicios técnicos y de investigación FCB.
- Reche, X. Comunicación personal 12 de diciembre 2018. Servicios técnicos y de investigación FCB.