



universidad
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL
DEPORTE

Curso Académico 2016/2017

REQUERIMIENTO DE FRECUENCIA CARDIACA EN
MOTOCICLISMO

Heart rate demand in motorcycling

Autor: Álvaro Poncela Pérez

Tutor: Dr. José Gerardo Villa Vicente

Fecha:

VºBº TUTOR

VºBº AUTOR

ÍNDICE

1. Introducción.....	6
2. Motociclismo: contextualización y análisis funcional	7
2.1. Contextualización del motociclismo	7
2.2. Análisis funcional del motociclismo.....	9
2.2.1. Personalidad del motociclista	9
2.2.2. Influencia de factores ambientales y protectores en el piloto	10
2.2.3. Carga de trabajo en el motociclismo.....	10
2.2.4. Perfil físico del motociclista.....	11
2.2.5. Análisis fisiológico de la competición	12
2.2.6. Preparación física en el motociclismo	13
2.2.7. Prevención de lesiones.....	14
3. Objetivos	15
4. Frecuencia cardíaca del piloto de motociclismo.....	15
4.1. Objetivos específicos.....	15
4.2. Metodología.....	16
4.2.1. Sujetos	16
4.2.2. Material.....	16
4.2.3. Método de la competición.....	17
4.2.4. Estadística.....	18
4.3. Resultados	20
5. Conclusiones.....	25
6. Futuras líneas de trabajo	25
7. Bibliografía	25
8. Anexos	29
8.1. Anexo I: Poster presentado en X Curso de Medicina y Traumatología del Deporte: “Deportista Veterano”. Toledo, 17 y 18 de febrero de 2017	29
8.2. Anexo II: Gráfica de la carrera obtenida con pulsómetro con GPS	30

AGRADECIMIENTOS:

A los pilotos que voluntariamente quisieron que su colaboración y participación pudiera realizar y presentar datos reales para este Trabajo Fin de Grado.

A mi Tutor por su orientación y dirección, y al Becario de Formación de Personal Universitario, D, David Suárez Iglesias, por la ayuda prestada en análisis de datos.

RESUMEN

El motociclismo es un deporte en auge mediático y tecnológico en el que las marcas invierten millones para que se den unos resultados deportivos que dependen tanto del equipo, de la moto y del piloto. Pero hay poca literatura respecto al deportista y se constata que parte de los pilotos no trabajan con un preparador físico que le prepare para rendir al máximo en la competición; y por otra parte que apenas hay datos fisiológicos como los referidos a la frecuencia cardíaca, cortisol o lactato en sangre. Sin embargo, es obvio pensar que todo el estrés psico-fisiológico al que se ve expuesto el piloto, la exigencia física requerida, la preparación física que debe tener para poder rendir a un gran nivel, invitan a que este deportista sea objeto de estudio del ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte en todas sus áreas de conocimiento por la multitud de factores estresantes para el sujeto que pueden implicar una carga fisiológica, física y psicológica considerable. Por esto, la motivación de este trabajo es la de profundizar un poco más en este campo que tiene una repercusión considerable pero que, en cambio, no ha despertado demasiado interés aún entre los investigadores de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Como aficionado a este deporte me motiva abordar un estudio al respecto que permita analizar, y poder describir, mediante el registro y monitorización de la frecuencia cardíaca, la carga fisiológica y/o estresante al que está sometido para tener un sustento en la programación y planificación de su preparación física.

Palabras clave: motociclismo, frecuencia cardíaca, actividad física.

Motorcycle sport is experiencing both a boom in the media and a technological boom, where manufacturers are investing millions in order to achieve results in the competition, which depend on the rider, the team of engineers and the bike. Despite this interest and investment, there is a lack of literature about the rider, though part of the available one shows that most of the riders do not work along a personal trainer to pursue maximum performance, as well as a lack of data about the physiological changes that the riders experience during the competitions (e.g. increase in blood lactate, salivary cortisol and heart rate). On the other hand, due to the great physiological stress that the rider is exposed to as well as the physical training he requires to perform at great levels, we relate this field of study to sport science. As such, the goal of this study is to deepen a bit more on this issue, for which not too many sports science professionals have taken interest on despite the great implications it has.

Key words: motorcycling, heart rate, physical activity.

1. INTRODUCCIÓN

Actualización

Según Rodríguez, Casimiro, Sánchez, Mateo y Zabala (2013) en su artículo sobre hábitos alimenticios de las promesas del motociclismo, sólo un 27% cuenta con un entrenador o preparador físico que controle y planifique sus entrenamientos, aunque este porcentaje se encuentra en alza en los últimos años y, seguramente, ahora mismo sea mayor. Por ello, Valentino Rossi, estrella y leyenda de este deporte, ha abierto una academia para jóvenes pilotos italianos en la que se controla su alimentación y entrenamientos, tanto en gimnasio como en su circuito de “*dirt track*” o en el “*Misano World Circuit*”, ya sea con moto de campo o de velocidad. Se están generalizando diversas prácticas de entrenamiento, como es el “*flat track o dirt track*”, como cuando los pilotos americanos dominaban en el mundial y venían de correr en su país en esta modalidad. A parte, vivimos una edad de oro en el motociclismo de velocidad, con cinco grandes pilotos que pueden ganar el mundial y en el que se están involucrando las marcas para entrar a competir. Además, en el 2016 se han vivido cambios de reglamentación que han dado como resultado una racha de ocho ganadores diferentes en ocho carreras, de los cuales cuatro han conseguido su primera victoria. Esta racha ha sido la más larga de la historia del mundial, algo que demuestra que lo que hemos visto demuestra el gran momento que vive esta modalidad, llegando a ser nueve los que han logrado la victoria este año, un récord (Lázaro, 2016).

Relevancia

Se ha visto que este es un deporte en el que el piloto tiene que competir resistiendo grandes temperaturas, tanto ambientales como corporales (Brown et al., 2016), expuesto a un gran estrés y con una alta frecuencia cardíaca que, según la búsqueda bibliográfica, implica valores promedio superiores al 80% de la frecuencia cardíaca máxima teórica (Gutiérrez, J., Puig, A., & Vives, J., 2002; Filaire, E., Filaire, M., & Scufflé, C., 2007). Ante esta situación, el piloto necesita estar preparado para poder soportar tanto estrés, tanto fisiológico como psicológico (Agombar, J., Reeves, C., & Thomas, S., 2013; Casimiro et al., 2013) para rendir a un gran nivel competitivo durante toda la carrera. Una mayor información al respecto es relevante pues es muy poca la bibliografía específica existente.

Método de revisión bibliográfica

La revisión bibliográfica que se ha llevado a cabo ha sido en las bases de datos tanto en Pubmed, como en Scielo, Dialnet y Google académico. La búsqueda se realizó utilizando palabras clave como “motorcycle”, “motorcycling”, “motorcycle racing”, “motorcycling rider”, “motorcycling and sport”, “motociclismo”, “valoración física motociclismo”, “preparación física motociclismo” y “motogp”.

2. MOTOCICLISMO: contextualización y análisis funcional

2.1. Contextualización del motociclismo

Los deportes de motor han sido un campo de conocimiento y estudio por el que las ciencias de la actividad física y del deporte no se han preocupado mucho debido, quizás, a la gran importancia que tiene la máquina sobre el piloto, perdiendo peso la parte humana, su estado de forma y consiguiente preparación, así como sus habilidades motrices (Casimiro et al., 2013).

El motociclismo es un grupo de modalidades deportivas en las que los sujetos van montados en motocicletas (Tabla 1). Tenemos motociclismo diversos tipos de motociclismo con sus respectivas modalidades, tal y como se recoge en la Web actual de la Federación Internacional de Motociclismo (FIM, 2016).

Por otro lado, no hay diferenciación entre hombres y mujeres en muchas modalidades, teniendo que competir juntos, aunque existan copas específicas para mujeres, como fue la Women's European Cup. Hay diversos ejemplos hoy en día de mujeres compitiendo contra hombres, como son María Herrera en el mundial de Moto3 (motociclismo de velocidad), Jenny Tinmouth (velocidad en carretera) o Laia Sanz (rallies).

El motociclismo de velocidad

Es un deporte individual en el que el deportista corre montado en una moto para tratar de ir lo más rápido posible y ganar la carrera. Es, además, un deporte de oposición directa porque hay unos rivales a los que tienes que ganar y que te encuentras en la pista. A veces, hay contacto de moto contra moto, los otros pilotos te estorban si vas más rápido y no puedes adelantar, por eso lo encuadramos como un deporte de oposición directa, más que nada porque tus adversarios buscan, generalmente, cumplir los mismos objetivos que tienes tú y harán lo posible para que ellos los cumplan y tú no. Además, salvo casos excepcionales, tampoco hay colaboración ya que, aunque haya equipos, es un deporte individual y, normalmente, tu compañero es tu primer rival ya que es con el que te van a comparar.

La temporada de un campeonato de motociclismo, se lleva a cabo mediante pruebas puntuables o Grandes Premios, que en el caso de MotoGP son 18 en el desarrollo de la temporada 2016, siendo éste, sin lugar a dudas, el campeonato de referencia en el mundo del motociclismo, en especial el de velocidad. Un campeonato como el de MotoGP se ve regulado, organizado y producido por diversos organismos, como IRTA, la MSMA, Dorna, dirección de carrera y la FIM. Dorna es, básicamente, quien lo produce mediáticamente, mientras que la IRTA es la asociación de equipos y representa su voto en la toma de

decisiones. Por otro lado, la MSMA es la asociación de constructores y aboga por los intereses de todos los constructores, y la FIM (Federación Internacional de Motociclismo) gobierna todo el deporte del motociclismo siendo, además de ser también un órgano sancionador; mientras que dirección de carrera tiene representantes de las anteriores para tomar decisiones sobre la carrera, por ejemplo, si es declarada en seco o en mojado en situaciones de un clima adverso (MotoGP, 2016).

Tabla 1.-Modalidades de competición en Motociclismo.

Tipos	Carrera circuito	Motocross	Trial	Enduro	Rallyes	Carrera en pista
Modalidad	MotoGP	Motocross–MXGP/MX2	Trial	Enduro	Cross-Country Rallies	Speedway Grand Prix
	Superbike/Supersport	Supercross	X-Trial	Super Enduro	Bajas	Speedway World Cup
	FIM CEV Repsol Moto3™ Junior WC	Motocross of Nations	Trial World Cup	ISDE Six Days' Enduro	Quads Cross-Country Rallies	Flat Track
	Supersport 300 WC	SuperMoto of Nations	Women Trial	FIM Enduro Vintage Trophy	VeteranCross-Country Rallies Trophy	World Speedway League
	Red Bull Rookies Cup	SuperMoto	Trial des Nations	Junior & Women SuperEnduro	Women Bajas	FIM Track Racing Sidecar 1000cc World Cup
	Superstock	Freestyle	125cc Trial	Junior Enduro	Quads Bajas	

Un Gran Premio se disputa, generalmente, en tres días: viernes, sábado y domingo. El viernes y sábado se disputan los entrenamientos libres, culminando con la sesión clasificatoria que otorga tu posición de salida en la carrera, que se disputa el domingo junto con la sesión de calentamiento. Durante estos días el piloto trabaja tanto en la pista sobre su moto, como en el box junto con su equipo técnico buscando mejorar la puesta a punto de su montura. Durante todo el fin de semana, uno de estos deportistas pasa cerca de tres horas pilotando su motocicleta, eso hace aproximadamente una hora al día; siendo la más dura la carrera, que son casi tres cuartos de hora ininterrumpidos y en los que, normalmente, vas al

máximo. Dependiendo de tu posición en carrera, obtendrás tu puntuación, siempre que quedes entre los quince primeros clasificados. Al final de temporada, gana el campeonato el que más puntos haya obtenido.

2.2. Análisis funcional del motociclismo

2.2.1. Personalidad del motociclista

Para poder competir al máximo rendimiento, es necesario tener una gran capacidad de concentración para mantenerse focalizado en la misma tarea durante cuarenta y cinco minutos (Berbel, 2009) teniendo que soportar un gran estrés fisiológico en el que, por aumento del cortisol de hasta el triple (Filaire et al., 2007), deshidratación y temperatura corporal (Achten y Jeukendrup, 2003) y otros factores como el uso del equipamiento (Bogdan, A., Konarska, M., Luczak, A., Pietrowski, P., & Sudol-Szopinska, I., 2012) y (Brown et al., 2016), las pulsaciones del piloto se disparan al 80-90% de su máximo (Filaire et al., 2007).

El piloto tiene que resistir un gran estrés, pero se ve ayudado por el término 'dureza de la personalidad' (Agombar et al., 2013) que otorga una resistencia protectora ante el estrés; una dureza de la personalidad que está influenciada por tres factores:

- 'Desafío': es el convencimiento de que la vida es modificable y verlo como una oportunidad de desarrollo personal.
- 'Compromiso': es la habilidad para implicarse profundamente y no darse por vencido.
- 'Control': es la creencia de sentir y actuar como si uno influyese sobre los eventos experimentados en la vida.

Se ha teorizado que esta dureza afecta al estrés de dos maneras: tanto cambiando la percepción del factor estresante y los pilotos se las ingenian para que no les afecte; como que la dureza te ayuda a superar situaciones estresantes, viéndolas como situaciones donde aprender y no como situaciones de las que huir (Agombar et al., 2013). De esta forma se ha visto que hay una correlación directa entre dureza de la personalidad y resultados, tanto entre pilotos profesionales y no profesionales, como dentro de los profesionales, medido en pilotos del Campeonato del Mundo de MotoGP, del Campeonato del Mundo de Resistencia y pilotos no profesionales (Agombar, et al 2013)

Casimiro et al. (2013) observaron que, si se lleva a cabo un programa para intervenir en la percepción del estrés, el rendimiento y la autoestima, se mejoran los resultados en carrera. Además, se disminuirán los niveles de estrés y se aumentará la "condición técnica, física y estado psicológico" (Casimiro et al., 2013), pero no se encontraron diferencias en cuanto a la autoestima.

2.2.2. Influencia de factores ambientales y protectores del piloto

Para preservar su seguridad en pista, los pilotos llevan cascos y monos de alta tecnología que suponen, por otro lado, un peso añadido además de un incremento de estrés fisiológico en forma de elevación de temperatura corporal (Bogdan et al., 2012 y Brown et al., 2016), añadido al hecho de que envuelven con el cuerpo un motor que emana calor.

Uno de los factores ambientales que modifican la frecuencia cardíaca y que se ve directamente relacionado con este deporte es la temperatura. Se ha visto (Achten y Jeukendrup, 2003) que con el aumento de la temperatura corporal se eleva en gran medida la frecuencia cardíaca en el ejercicio; por ello, Achten y Jeukendrup (2003) afirman que, en estas situaciones la frecuencia cardíaca no es un buen indicador de la intensidad del ejercicio, pero sí que lo es de la cantidad de estrés que llega a soportar el cuerpo. En cuanto al uso del equipamiento de protección del piloto, Bogdan et al. (2012) han evidenciado que sólo por el uso del casco aumenta la temperatura corporal, tanto la interna como la de la piel, habiendo diferencias de $0,76^{\circ}\text{C}$ en la piel ($2,8^{\circ}\text{C}$ en la temperatura de la piel de la cabeza) sólo por llevar el casco en un ambiente termoneutro, mientras que en el interior se incrementa también por $0,65^{\circ}\text{C}$. También se ven diferencias en las concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono en el hueco del casco donde se encuentran la cara. La concentración de oxígeno disminuye del 20% al 18%, mientras que la de dióxido de carbono aumenta, llegando a superar en un 3% los límites permitidos. Incluso la frecuencia cardíaca también se incrementa con el uso del casco en torno a 2,7ppm. Además del casco, también portan un mono de alta protección que, según el estudio de Brown et al. (2016), a 35°C de temperatura ambiente, se estima que la temperatura corporal interna aumente $0,02^{\circ}\text{C}$ por cada minuto de ejercicio. Hay que recordar también que, según Brown et al. (2016), con tanto calor y estrés corporal, pueden verse afectadas las capacidades cognitivas por el descenso del flujo sanguíneo en el cerebro, aumentándose así el riesgo de sufrir un accidente. Con todo esto, hay que destacar, todo el calor que expulsa la moto y que la temperatura del asfalto es mayor que la ambiental, por lo que es un agravante para estos factores; no pasemos por alto que los pilotos sudaban ya sólo con enfundarse el mono.

2.2.3. Carga de trabajo en el motociclismo

Además, entra en juego la fuerza en forma de tener que soportar nuestro cuerpo y la moto en pie en las curvas, fuertes frenadas y los múltiples cambios de dirección, con el estrés añadido de tener que hacerlo lo más rápido posible, con unos rivales que intentan vencerte y con el riesgo añadido de una caída que, en el peor de los casos puede ser fatal.

Gutiérrez et al. (2002), apuntan a que la carga física se encuentra en torno al 75% del VO_2 máx por las similitudes encontradas en la frecuencia cardíaca y lactato en sangre con su test de laboratorio (Lactato en la moto $3,65\pm 0,2$; lactato en laboratorio $4,8\pm 0,8$). Por eso, ubican esta práctica deportiva por debajo del umbral anaeróbico, situándola en la franja de intensidad de la resistencia aeróbica.

Como es normal en un deportista que se ve sometido a estas cargas de trabajo, es importante que lleve a cabo una correcta alimentación. Así, Casimiro, Muros, Rodríguez, Sánchez y Zabala (2012) muestran que, prácticamente la mitad de los pilotos no siguen las recomendaciones de cinco ingestas diarias, sino que realizan sólo tres. Además, un mínimo porcentaje llega a la ingesta recomendada de pan y cereales (30,8% y 15,4%), algo que se repite con las frutas y verduras. Llega a mostrarse, incluso, cómo una décima parte de los pilotos llegaban a disminuir el consumo de hidratos de carbono durante los entrenamientos, mientras que casi la mitad ni lo aumentaba ni lo disminuía; algo chocante ambas situaciones por la necesidad de hidratos que tiene un deportista a la hora de entrenar y competir. Por otro lado, exponen que una gran parte de la muestra (70%) controla su peso semanalmente, pero no controla su composición corporal, algo que debería ser normal puesto que a esa edad (15 años) el cuerpo experimente cambios relacionados con el crecimiento y consecuente ganancia de peso, pero no de peso 'sobrante' que es lo que se busca al pesar a un sujeto en la báscula. Incluso se ve que el 87% de la muestra dice seguir una dieta, pero los datos evidencian que sólo un cuarto sigue las indicaciones de un profesional. Es decir, sin una buena reposición de las fuentes energéticas, no se podrá atender a las demandas energéticas requeridas, y, por lo tanto, se afectarán los parámetros indicadores de las cargas metabólicas y fisiológicas que implica el motociclismo, siendo pues un factor determinante a controlar en los estudios de motociclismo. De esta forma se recomienda que no disminuyan la ingesta de hidratos de carbono durante las competiciones o entrenamientos y que lo aumenten en las carreras, que tomen cinco comidas al día, que incrementen la ingesta de agua los días de entrenamiento por encima de los dos litros, tomar tres raciones diarias de pan y cereales, así como las cinco piezas de fruta y verdura.

2.2.4. Perfil físico del motociclista

Es necesario que un piloto tenga una buena resistencia aeróbica debido a que trabajan en una franja de trabajo inferior al umbral anaeróbico (Gutiérrez et al., 2002); en conjunto con otras capacidades como fuerza, tanto fuerza-resistencia, coordinación intramuscular e intermuscular, y fuerza isométrica, así como equilibrio, agilidad, velocidad de reacción, amplitud de movimiento como trabajo preventivo y psicología (Berbel, 2009) ya que ésta juega un papel muy importante (Agombar et al., 2013). De esta forma la aportación del entrenador y preparador físico es muy importante debido a que, según el estudio de

Casimiro et al. (2013) “hay un elevado porcentaje de pilotos que no realizan programas específicos y sistemáticos de acondicionamiento físico”.

Si se compara a las jóvenes promesas de este deporte con adolescentes deportistas españoles (Casimiro et al., 2011), se ve que los pilotos son mucho menos pesados y bajos (-12,5kg y -4,7cm), además de tener un menor porcentaje de masa grasa y mayor de masa muscular, dando como resultado un somatotipo morfoectomorfo. En cuanto a los pliegues medidos se ve que sacan valores mucho más bajos en todos los pliegues, como en el abdominal (-7,6mm), el supra ilíaco (-6,9mm) o el supra espinal (-4,6mm). También han sacado valores más bajos en los perímetros medidos, como en el brazo, tanto relajado como contraído (-2,6 mm y -2,2mm). Por otro lado, se ha visto que los jóvenes motociclistas tienen unos resultados de fuerza isométrica lumbar muy elevados, así como el de agarre en las manos destacando el de la mano derecha presumiblemente porque ahí se encuentra el acelerador (402,1±74,5N contra 370,7±77,5N) mientras que la fuerza isométrica dada por la zona lumbar fue de 1182,7±189,3N). En cuanto a las piernas, los pilotos son capaces de desarrollar una media de 1399,4±232,8W de potencia en el CMJ, resultando una altura de salto de 34,8±5,0cm.

2.2.5. Análisis fisiológico de la competición

Un fin de semana de competición de motociclismo consta de varias sesiones: los entrenamientos libres, la clasificación y la carrera. Su importancia y, por lo tanto, esfuerzo y velocidad van aumentando a medida que pasan las sesiones. Según Capranica, D'Artibale, Tessitore, y Tiberi, (2007) se pasa más tiempo a altas frecuencias cardíacas (por encima del 90% de la FC_{máx}) según la sesión y su correspondiente importancia, aconteciendo un 67% en los entrenamientos libres, un 74% en la clasificación y un 83% en la carrera, que empezaron con un 77%, pero que a los 50 segundos ya era superior al 90%, para terminar en un 98% del máximo.

Además, también hay diferencias significativas en la frecuencia cardíaca pre-pilotaje entre los entrenamientos, la clasificación y la competición. Pero esta diferencia entre sesiones no se ve representada, en cambio, en los valores de lactato post-pilotaje que, como dato, alcanza el doble de los valores basales. Por otro lado, tampoco hay diferencias de valores de lactato entre las cilindradas de 1000cc y 600cc (4,5±1mmol/l). Estos datos que arroja el lactato son bastante parecidos con los mostrados por Gutiérrez et al. (2002) en cuanto a la diferencia entre categorías, medido entonces entre dos tipos de motos aún más diferentes que las del estudio de Capranica et al. (2007) (3,46±0,58mmol/l y 3,65±0,6mmol/l). Gutiérrez et al. (2002) muestran que el lactato medido sobre la moto en competición es parecido al medido en un test de laboratorio al 75% del máximo, de esta forma pueden hacer la relación

y situar la actividad en la moto por debajo del umbral anaeróbico, como resistencia aeróbica intensiva.

2.2.6. Preparación física en el motociclismo

Como describen Casimiro et al. (2013), está en aumento el número de jóvenes pilotos que cuentan con un preparador físico que controle sus entrenamientos, cada uno con sus medios y métodos, ya que el 88% considera que estar entrenado es determinante de cara al rendimiento, pero sólo el 27% cuenta con uno de ellos. En cuanto al número de sesiones que se realizan por semana, se ve que hay una diferencia entre el periodo competitivo y el preparatorio de, prácticamente, una sesión semanal. Abunda el número de pilotos que realizan entre 4 y 5 sesiones semanales (70%) en el periodo preparatorio, pero durante el periodo competitivo disminuye la dedicación al desarrollo de la condición física en torno a dos horas semanales menos. Si lo comparamos con deportistas de la misma edad, pero de otro deporte (baloncesto), se ve que los pilotos entrenan más veces por semana.

En cuanto al análisis de las capacidades físicas, la más relevante parece ser la resistencia, entrenada por el 95,7% de los pilotos, de los cuales utilizan la bicicleta un 95% y la carrera a pie un 80%, siendo un 70% los que le dedican 3-4 sesiones semanales. El 60% de los que corren a pie lo hacen entre 30 y 60 minutos, mientras que el mismo porcentaje de los que utilizan la bicicleta superan la hora de ejercicio por sesión. Como demuestran Gutiérrez et al. (2002), así como González y Alvero (2003) y Capranica et al. (2007) (citados en Casimiro et al., 2013) destacamos la resistencia como factor fundamental por el desarrollo de la resistencia aeróbica intensiva en las competiciones.

La segunda capacidad física más entrenada es la amplitud de movimiento (flexibilidad o movilidad articular), realizada por el 80,8% de forma habitual, pero sólo la mitad lo hace a diario; destacando los autores que la velocidad no fue citada, igual que la agilidad.

La tercera capacidad más entrenada por un 74% es la fuerza, mientras que el 65% lo hace 3 ó 4 veces por semana, favoreciendo así su desarrollo. Hay una gran variedad de medios utilizados en el entrenamiento de la fuerza, de los que destacan las máquinas (72%), las autocargas (71%) y los pesos libres (61%), siendo este último el adecuado, según el autor, para el desarrollo de la propiocepción y el equilibrio. Destacamos también la halterofilia y la electroestimulación por sus bajos porcentajes (11% y 13% respectivamente) ya que están muy por debajo de otros medios menos utilizados.

Sorprende que ninguno de los pilotos usase superficies inestables en sus entrenamientos ya que según Hibbs et al. (2008), Behm et al. (2010) y Sharrok et al. (2011) (citados en Casimiro et al., 2013), aumenta el número de grupos musculares que se implican para

favorecer “la coordinación y el control cinestésico, así como el fortalecimiento de los músculos y tejidos conectivos”. Además, el estudio de Casimiro (2013) arroja que no llevan a cabo ejercicios compensatorios el 73%, algo fundamental en situaciones de tanto estrés para la columna vertebral.

Por último, se destaca la utilización de motos de campo para el entrenamiento específico, siendo necesario según Rodríguez et al. (2010) (citado por Casimiro, 2013) el diseño de entrenamientos específicos para el desarrollo de la resistencia como entrenamiento específico.

2.2.7. Prevención de lesiones

Es obvio que un deporte en el que se sufren accidentes haya multitud de lesiones, y más aún si en los últimos tres años del campeonato del mundo de MotoGP se han rondado los mil accidentes entre las tres categorías, superándose incluso en este último año (Motorsport.com, 2016). Aparte de las lesiones sufridas por las caídas, también se ha visto una patología común en los pilotos de élite al pilotar una moto potente y pesada: síndrome compartimental en los antebrazos (Goubier y Saillant, 2003). Describe Berbel (2009) que se evidencia por la sensación de hormigueo y falta de sensibilidad en los brazos y manos, además de dolor y sensación de pesadez, así como calambres en la realización de ejercicio. Este es un verdadero problema para un piloto, porque las manos son fundamentales para pilotar al usar con ellas el acelerador, el freno y el embrague, siendo “fuentes importantes de agravamiento de lesión” (Berbel, 2009). Se recomienda que, cuando aparece el hormigueo, se realicen estiramientos en la zona, así como movilización de las articulaciones que se implican. Por la imposibilidad de realizar dichas tareas en medio de una competición, los pilotos optan por pasar por el quirófano para someterse a operación. Según el estudio de Barrera-Ochoa et al. (2016) los pilotos pueden hacerse dos tipos de cirugías que decide el cirujano, aunque suele depender del momento de la temporada y su tiempo de recuperación, lo que va a tener implicación directa con su entrenamiento. Muchos pilotos de alto nivel han pasado por el quirófano para operarse incluso más de una vez, como es el caso de Dani Pedrosa, un piloto de gran nivel, pero de muy baja estatura. El doctor Ángel Villamor, en una entrevista para el diario deportivo ‘As’ (2015) comenta que “no existe otra alternativa que la quirúrgica” y que hay dos tipos de intervenciones. Lo normal es abrir la fascia muscular para liberar presión, pero, ante recaídas en la lesión, se opta por la intervención más agresiva, la de retirar la fascia muscular para que no ejerza presión y que, cuando se regenere, lo haga adaptada al músculo, de forma que no oprimirá más los nervios y vasos sanguíneos. Barrera-Ochoa (2016) deja la decisión en manos del cirujano que, por lo normal, suele cogerse la menos agresiva durante la temporada por su más rápida recuperación. Según un estudio realizado en Japón por Fujisawa, Fukuda y Hirata (2005),

de las 25 lesiones que hubo, 17 fueron fracturas mientras el resto fueron esguinces, dislocaciones y contusiones. Además, las zonas más lesivas fueron el tronco, manos, clavícula y hombro, tobillos, cadera, rodillas y codos. Una marca muy conocida de equipamiento para el piloto ha desarrollado y conseguido, tras años de investigación, un airbag que va equipado por dentro del mono y que reduce en un 85% el impacto que recibe la clavícula, llegando a conseguir cero lesiones de hombro por impacto. Además, también han desarrollado un protector de espalda que ha eliminado las lesiones del tronco producidas por impacto, aunque no todavía por torsión y compresión (Hitting the apex, 2015).

Por otro lado, si atendemos al artículo (Berbel, 2009) destacamos la importancia de la flexibilidad y elasticidad para compensar “las retracciones propias de la postura del piloto”, tener la musculatura y articulaciones a punto para poder rendir, así como para prevenir las lesiones que puedan ocurrir en las caídas. Además, debido a la posición de pilotaje, la columna vertebral se ve expuesta debido a que recibe una gran cantidad de vibraciones en una situación de flexión, lo que podría provocar lesiones en el disco intervertebral por el desplazamiento del núcleo pulposo hacia la parte posterior, así como contracturas y sobrecargas musculares (Berbel, 2009). Por ello, se recomienda llevar a cabo una ejercitación de la musculatura de la espalda, realizar estiramientos tanto antes como después de realizar el ejercicio e, incluso, utilizar faja (Berbel, 2009).

3. OBJETIVOS

Los 2 principales objetivos de este trabajo son:

- Llevar a cabo una revisión bibliográfica para identificar los conocimientos científicos sobre el motociclismo en lo referente al piloto, y analizar el deporte, la competición como punto de partida de este trabajo.
- Cuantificar en parte las exigencias o carga fisiológica del deporte mediante la utilización de pulsómetros y datos GPS durante las sesiones de entrenamiento y de competición.

4. FRECUENCIA CARDIACA DEL PILOTO DE MOTOCICLISMO

4.1. Objetivos específicos

En una competición real, el XVII Trofeo Aniversario MotorLand Aragón 2016, se tuvo acceso a un total de 7 pilotos para que portaran un pulsómetro con GPS y se pudiera proceder a analizar si hay diferencias en la frecuencia cardiaca de los pilotos en función de los siguientes objetivos específicos:

- Diferencias según la parte del circuito que se encuentran (rectas, curvas, frenadas)

- Diferencias entre las sesiones de entrenamiento y competición
- Diferencias entre las sucesivas vueltas al circuito que integran cada una de las sesiones.

4.2. Metodología

4.2.1. Sujetos

4 pilotos de competición que participaron en el circuito mundialista de MotorLand Aragón, con diversos años de experiencia profesional y de edades comprendidas entre los 30 y 39 años. Tras informarles del objeto del estudio todos dieron voluntariamente su consentimiento para participar en el estudio y utilizar los resultados a tal efecto.

4.2.2. Material

Las pruebas realizadas consistían en medir el pulso de los pilotos durante todas las sesiones por lo que utilizamos dos modelos de pulsómetro y GPS: el Garmin Forerunner305 y el Garmin Forerunner 310XT y su software específico (Training Center) para el tratamiento de datos.

Los pilotos se pusieron la cinta del pulsómetro mientras que instalamos el GPS en la moto; unos lo llevaron en la parte alta de la horquilla de suspensión, otros en el carenado a la altura de su mano no dominante, o en la tija del manillar. Se llevó a cabo esta forma tan diversa de colocación ya que cada piloto llevaba una moto diferente, con lo que se buscaron los sitios más adecuados en cada caso (de fácil acceso, en lugares que no se calientan mucho y que no molesten ni estorben al piloto o moto).

Gracias a la toma con GPS, podemos saber en qué momento o parte del circuito tienen más pulsaciones y dónde recuperan, así como en qué vuelta tienen más media de pulsaciones. Para ello, tuvimos que activar los GPS y configurarlos para que, por cada paso por meta, saltase la vuelta automática en ese punto y así poder tener datos de vuelta a vuelta no sólo de tiempo, sino de pulso también.

Se realizó un análisis de la percepción de esfuerzo mediante la escala de Borg de 0-10 (Borg, 1982) de los pilotos de su vuelta a vuelta (Tabla 2). Para ello, se tomaron tiempos por vuelta de todos los pilotos durante la sesión, gracias al sistema de cronometraje de la organización. Mientras transcurrían las sesiones, desde el box, se iban apuntando los tiempos de cada piloto en la ficha de tiempos para que, tras la finalización de la sesión y la consecuente vuelta de los pilotos a los boxes, se les preguntaba, enseñándoles su vuelta a vuelta, su percepción de esfuerzo, enseñándoles la escala de Borg.

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

Tabla 2: Escala de Percepción de esfuerzo de Borg (de 0 a 10) (Borg, 1982)

4.2.3. Método de la competición

La competición en la que se realizaron las pruebas se desarrolló en dos días: el sábado y el domingo, en el circuito mundialista de Motorland Aragón, en la competición de Stock1000, en la que compiten con motos de serie mínimamente preparadas para la competición; neumáticos de competición, supresión de elementos luminosos como faros e intermitentes, utilización de neumáticos lisos de competición; así como un equipamiento para el piloto que, junto a la moto, deben de pasar por la homologación de la organización. Se pusieron a disposición de los pilotos los boxes del circuito para que pudiesen trabajar en las motos y su preparación, así como su estancia por la noche, mientras los pilotos dormían en sus propias auto caravanas aparcadas en las mismas instalaciones del circuito.

Problemas detectados en la toma y registro de datos:

El sábado se disputaron tres entrenamientos libres para después realizar los dos entrenamientos cronometrados, mientras el domingo se realizó el warm up (calentamiento) y más tarde la carrera. Para tu posición de salida en la carrera se toma el mejor tiempo que hayas realizado entre los dos cronometrados, por lo que, como un piloto no pudo disputar el cronometrado 1 por problemas con una pinza de freno, si bien pudo rodar en el 2º y así tener una buena posición de partida.

El domingo vivimos el 'warm up' y dos salidas, ya que tuvieron que parar la carrera a las pocas curvas por un accidente que sucedió en la primera curva y en el que una moto se

prendió fuego y un piloto se quedó dolorido en el asfalto. Tras abortar la carrera, los pilotos se volvieron a los boxes donde, más tarde, la organización decretó un protocolo de salida rápida.

Por problemas de entendimiento con algún piloto no se pudo tomar sus datos durante los dos primeros entrenamientos libres, en cambio, el resto ya fue bien. En otros pilotos el accidente sucedido en la salida de la carrera y su suspensión provocaron que la segunda salida tuviese un procedimiento más rápido, que acabó provocando un caos en los boxes, teniendo que activar los GPS en los garajes. A veces los pilotos se vieron forzados a salir antes de que se le cerrase el semáforo, con lo que no dio tiempo a activar su GPS, con lo que se perdieron datos suyos en carrera. De otro piloto no se obtuvieron algunos datos del primer entrenamiento cronometrado porque, básicamente, no lo disputó por problemas técnicos en su moto relacionados con una de las pinzas del freno delantero. Y, por último, un piloto no llegó a disputar la carrera por problemas en su moto, más concretamente, con el alternador, que hacía que su moto se quedase sin batería mientras rodaba en pista.

Otro problema que surgió fue acerca de la configuración del GPS para que marcase una vuelta al paso por la línea de meta. Para ello, en el GPS hay que habilitar la vuelta automática seleccionando la opción de marcar una posición, así, al pasar por dicho punto, salta la vuelta automática en el GPS. El problema es que a veces los comisarios no permitían el paso a la pista, por lo que la posición marcada era prácticamente el muro donde se enseñan las pizarras en carrera, estando la trazada al otro lado de la pista, con lo que no saltó la vuelta automática durante el sábado. De cara al domingo, el sábado por la noche salté a la pista para configurar los GPS justo en la trazada, acto que se notó, porque el domingo sí que saltó la vuelta automática al paso por la línea de meta, es decir, nuestro punto marcado, pero no en todos los pasos por el punto pues algunos pilotos, quizás por su colocación ya que, al ir abrazados a la parte alta de la horquilla, la antena no enfocaba directamente al cielo.

Ese fin de semana fue caluroso, un factor a tener en cuenta en estas competiciones. Por ejemplo, el primer entrenamiento del sábado se disputó con una temperatura de 20°C mientras que la carrera se disputó con 36°C. Temperaturas elevadas con las que el piloto compite portando un sotomono y el mono de competición junto con el casco, guantes y botas, sin pasar por alto que la temperatura del asfalto es mayor que la temperatura ambiente, así como todo el calor que expulsa el motor y sube la temperatura del entorno y otras partes de la moto, como el depósito o el chasis, por ejemplo.

Análisis de la frecuencia cardíaca de entrenamiento/competición

Por los datos del pulsómetro y GPS, vemos cómo hay ciertos momentos en los que tu pulso se dispara, como puede ser llegar a una curva, como la última, o cometer un fallo que pueda hacer que tengas un accidente, así como el momento y su importancia, como puede ser la salida y las primeras curvas de la carrera. Pero, ¿cómo y cuánto se ve afectado el pulso de un piloto en función de la práctica de este deporte?

Para interpretar los datos, hemos cogido tres puntos de referencia del circuito: uno después de una zona de gran concentración de curvas, otro después de las dos rectas que hay en el circuito, y la tercera zona en la frenada de la curva uno (Figura 1).

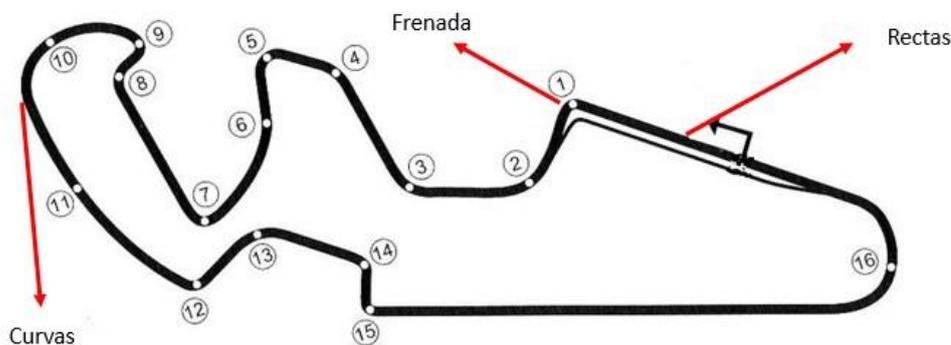


Figura 1.- Circuito de MotorLand con las curvas y los puntos tomados para el estudio.

¿Por qué hemos escogido estos puntos? El primero lo hemos situado a la salida de la décima curva puesto que, hasta ese momento, el circuito es una sucesión constante de curvas, con sus cambios de dirección, frenadas y aceleraciones. El segundo punto está situado en la recta de meta. Aunque sea más larga la recta 'de atrás', hemos escogido este punto puesto que entre las dos rectas sólo hay una curva y el pulso se ve muy influenciado por el estrés psicológico que produce dicho viraje. Así, entendemos, que habrá una recuperación más acumulada en la recta de meta y que se verá más representada en el pulsómetro puesto que no habrá ese estrés predecesor de la última curva. Para el tercer punto, el de la frenada, escogemos la frenada de la primera curva porque es la frenada más fuerte de todo el trazado según los pilotos. Aunque a la frenada de la última curva llegas con más velocidad, su paso por curva es mucho mayor que la primera curva puesto que su ángulo es mucho más abierto. Por otro lado, hemos desechado las primeras sesiones del sábado y el calentamiento del domingo porque iban más despacio y había menos temperatura ambiental y en la pista.

4.2.4. Estadística

Todos los datos se han introducido en una hoja Excel de Microsoft Office para Windows v10. Previamente ha sido necesario tratar los mismos en el software Training Center del

pulsómetro Garmin, de forma que se han calculado los promedios de cada una de las vueltas que integran las 4 diferentes sesiones (entrenamiento, 2 de clasificación y 1 de competición). Mediante dicha hoja Excel y el programa estadístico SPSS para Windows v21 con licencia de la Universidad de León se ha procedido a un análisis descriptivo de las siguientes variables: frecuencia cardíaca media de cada vuelta; de cada sesión; promedio de las sesiones, así como frecuencia cardíaca promedios de frenada, tras las curvas y en las rectas. Los resultados se expresan como valores medios \pm DS. El análisis de los resultados muestra que no siguen una distribución normal, por lo que se analizaron diferencias entre medias como datos no-paramétricos mediante test de Spearman, no encontrándose diferencias significativas, posiblemente condicionadas por el pequeño número de casos y la amplia varianza.

4.3. Resultados

Atendiendo a volares de la tabla 3, vemos que, de todos los promedios, el más alto es de la FC tras curvas (145 ppm), viéndose que, en el periodo de rectas, efectivamente, se da lugar a una recuperación ($-0,04 \pm 4,69$ ppm). Así podemos concluir que, de todas las acciones que hay en el motociclismo, la más exigente es realizar una secuencia de curvas, con lo que implica frenar, ir inclinado y levantar la moto acelerando. Además, también se evidencia la frenada como acción que sube el pulso del piloto ($143,96 \pm 69,28$ ppm).

Tabla 3.-Antropometría, Frecuencia Cardíaca y Tiempos de los pilotos en las vueltas de calentamiento, entrenamiento y competición en campeonato de Motociclismo.

	Promedio	DS
Edad (años)	37,33	18,74
Talla (cm)	176,67	4,51
Peso (Kg)	78,67	9,87
Peso moto/piloto (Kg)	1,98	1,08
Temperatura (°C)	34,00	2,51
Vueltas	7,00	0,00
FC media	142,16	67,78
FC inicio	140,21	66,80
FC frenada	144,37	69,28
FC curvas	145,36	68,88
FC recta	143,96	66,49
Tiempo (min:s:ms)	2:03:27	0,00
Tiempo decimal (min)	2,16	0,12
Diferencia frenada (ppm)	3,83	4,95
Recuperación (ppm)	-0,04	4,69

Valores promedio y desviación estándar (DS). Donde FC = Frecuencia Cardíaca.

En la Figura 2 se muestran las frecuencias promedio obtenidas del registro de cada una de las 6 vueltas al circuito que integran las 2 sesiones de entrenamiento y la de competición de los pilotos que participaron en el estudio. Se observa como el entrenamiento 1, considerado el de reconocimiento (tanto de la moto como del circuito) parece comportar un menor compromiso de frecuencia cardiaca y menor estrés). En cambio, no se aprecian diferencias entre el entrenamiento 2 y la competición, de forma que en ambos se alcanzan frecuencias cardiacas entre el 95-110% de la FC máxima teórica (=220-edad en años).

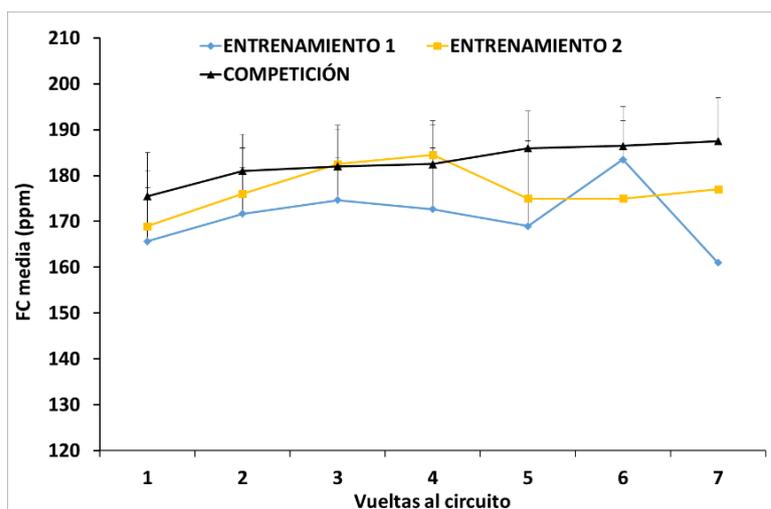


Figura 2: Frecuencia cardiaca en cada una de las 7 vueltas de los 3 tipos de sesiones de la competición en motociclismo. Valores medios y desviación estándar (DS).

En la Figura 3 se muestra cómo existe una clara tendencia a aumentar en cada una de las sesiones entre la frecuencia cardiaca promedio en la primera vuelta de la sesión y la última vuelta de dicha sesión; en concreto un 10,9%, 4,5% y 7% respectivamente en el entrenamiento 1, 2 y competición.

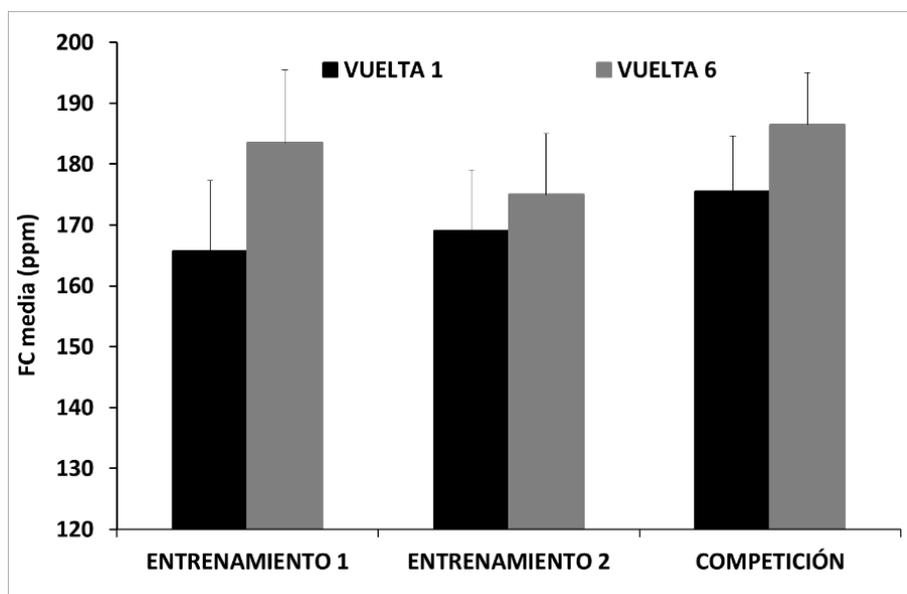


Figura 3: Frecuencia cardiaca promedio de la primera vuelta con la última de cada una de las 3 sesiones de entrenamiento y de competición. Valores medios y desviación estándar.

En la Figura 4 se representan las frecuencias cardiacas promedio obtenidas en cada una de las sesiones de entrenamiento y competición, representando su vez las del calentamiento realizado en la pista con la moto. Salvo las obvias diferencias significativas de éste último con el resto de sesiones ($p < 0,05$), se puede observar que la frecuencia cardiaca promedio alcanzan un valor por encima del 90% de la frecuencia cardiaca máxima obtenida en cada sesión de entrenamiento o competición, y que existe una tendencia a que este porcentaje de frecuencia cardiaca máxima sea mayor en el 2º entrenamiento y más en la competición.

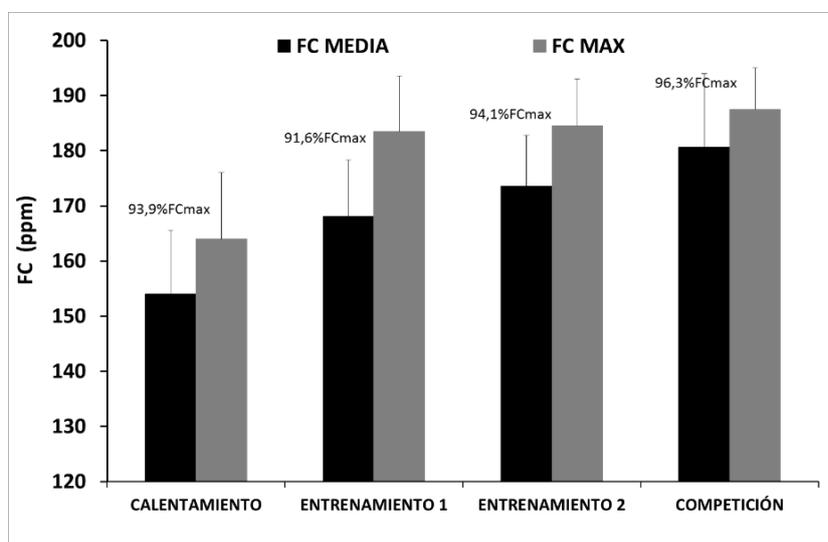


Figura 4: Frecuencia cardiaca promedio, máxima y porcentaje la frecuencia cardiaca promedio respecto de la máxima obtenida en cada una de las sesiones de calentamiento, entrenamiento y competición.

En la Figura 5 se muestra la frecuencia cardiaca promedio obtenida en cada una de las acciones relevantes del circuito en las sesiones de calentamiento, entrenamiento y competición. Estas acciones relevantes han sido la correspondiente a la obligada frenada, la obtenida tras las curvas y la observada en las rectas del circuito. Aunque no haya diferencias significativas, sí se aprecian diferencias entre las que muestran un comportamiento diferente relacionado con el estrés psico-físico que implican estas acciones relevantes en la conducción de la moto y obtención del rendimiento deportivo.

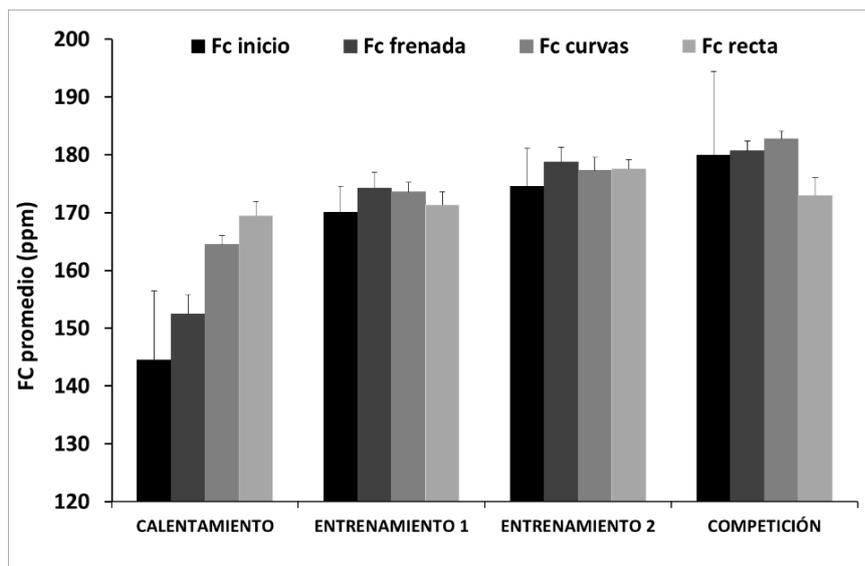


Figura 5: Frecuencia cardiaca promedio en cada acción relevante del circuito en cada una de las sesiones de calentamiento, entrenamiento y competición.

Se observa que en los tres puntos donde hemos tomado datos, donde mayor frecuencia cardiaca había era tras la zona de curvas, mientras que el más bajo era en la recta de meta, así como que la frecuencia cardiaca se incrementaba con la frenada de la primera curva tras venir de la zona de recuperación.

Vemos, además, que la diferencia entre la frecuencia cardiaca promedio y la máxima va disminuyendo a medida que aumenta la importancia o exigencia de la sesión, dándose la menor diferencia en la carrera (96,3% FC_{máx}). Por otro lado, la frecuencia cardiaca promedio va en un aumento constante en la carrera, del principio hasta el final, pudiendo llegar a verse mesetas, sobre todo en las últimas vueltas. Otro detalle a tener muy en cuenta es la diferencia entre la FC de inicio y la de frenada pues, recordemos, que el inicio coincide con el fin de la zona de rectas, por lo que la diferencia inicio-frenada será lo que se incrementa el pulso con esta acción. Aunque en la competición esta diferencia no es significativa (181 ppm en frenada contra 180 ppm de inicio), vemos que en los otros dos entrenamientos la diferencia de mayor (174 y 179 ppm contra 170 y 175 ppm).

Por las palabras de los pilotos, en cuanto a percepción de esfuerzo, esta disminuye si pilotan detrás de un piloto porque les es más cómodo al llevar su referencia. Además, ante un ritmo sostenido, la percepción de esfuerzo va aumentando poco a poco, llegando a valores de 8-9 sobre 10 en la escala de Borg, haciendo el sujeto 2 sus tres últimas vueltas de la carrera en una valoración de 9. En cambio, el sujeto 1 marcó como 8 su penúltima, mientras la última, a pesar de rodar ocho décimas más rápido que la anterior y marcar su vuelta rápida, fue un 5 de esfuerzo por el hecho de ir detrás de un piloto. También es

probable que esto sea por la secreción de adrenalina y por ir concentrado en ver dónde podría adelantar a su rival por ser la última vuelta.

De estos los participantes, los sujetos uno y dos llevan a cabo actividad física de forma regular, destacando en el primero la escalada como actividad preferida, realizándola unos tres días por semana, y en el segundo la carrera a pie, bicicleta y gimnasio; en cambio, los sujetos tres y cuatro no llevan a cabo ningún tipo de entrenamiento o actividad física. Por otro lado, el sujeto que más tiempo lleva compitiendo es el tercero, mientras que los dos primeros son considerados amateurs, es decir, llevan menos de dos años compitiendo a dicho nivel.

Atendiendo a las frecuencias cardíacas que se han llegado a alcanzar, la exigencia de este deporte parece, a priori, bastante alta. Pero, ¿tan altas cifras de pulsaciones se deben exclusivamente al ejercicio sobre la moto? Según la bibliografía, la frecuencia cardíaca se ve alterada por diversos factores como fisiológicos y ambientales (Achten y Jeukendrup, 2003). De los factores fisiológicos, nos encontramos con cambios cardiovasculares graduales con el transcurso del ejercicio en forma de aumento de la frecuencia cardíaca y descenso del volumen sistólico a pesar de no aumentar la carga de trabajo, que Hamilton et al. (Citados en Achten y Jeukendrup, 2003) llegan a situar en un 10% si no se ingieren líquidos durante el ejercicio. Otro factor fisiológico es la deshidratación que, como indicó Saltin (citado en Achten y Jeukendrup, 2003) acentúa los cambios destacados anteriormente y eleva la frecuencia cardíaca en un 7,4% al 4,2% de deshidratación. Otro factor que hace que la frecuencia cardíaca aumente es la secreción de cortisol que, como vemos en el artículo de Filaire et al. (2007), en este tipo de deportes se eleva llegando incluso al triple. Si nos fijamos en el estudio de Gutiérrez et al. (2002), el esfuerzo que realizan los pilotos de élite se encuentra en torno al 75% por valores de frecuencia cardíaca y lactato que midieron en test de pista. Como los pilotos profesionales compiten prácticamente en verano y con altas temperaturas, deducimos que nosotros hemos obtenido mayores valores de frecuencia cardíaca por el peor estado de forma de nuestros sujetos, así como, posiblemente, una mayor capacidad del piloto profesional para soportar un gran estrés psicológico.

Con el análisis que hemos realizado sobre el comportamiento de la frecuencia cardíaca vemos que con el paso de las vueltas va subiendo de una forma lineal hasta que se estabiliza la media en cierta zona. Además, no sigue un comportamiento regular, sino que va por picos. A parte, en la división del circuito en zonas que hemos llevado a cabo vemos como tras la zona de curvas la frecuencia cardíaca se encuentra muy elevada y que, generalmente, va disminuyendo con la predominancia de rectas. Por eso, el menor valor de frecuencia cardíaca lo encontramos al final de dicho tramo de rectas. Además,

comprobamos que, normalmente, con el hecho de realizar una frenada fuerte la frecuencia cardiaca sube ligeramente, así como en curvas determinantes como pasaba con la última curva del circuito.

5. CONCLUSIONES

1.-La escasa bibliografía existente sobre éste deporte que aporte información sobre la influencia fisiológica y metabólica sobre el piloto deportista y su aplicación a su preparación física. Ello invita a trabajar en éste ámbito para contribuir a generar conocimiento desde nuestro ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

2.-La alta frecuencia cardiaca que demanda este deporte ronda valores del 80-90% del máximo, pero se encuentra falseada por diversos factores psico-fisiológicos y ambientales que provocan una elevación de la misma, de forma que, para poder comprender sus exigencias físicas, es mejor atender a los valores de lactato en sangre. De esta forma, podríamos encuadrar este deporte desde el punto de vista fisiológico en la resistencia aeróbica intensiva.

3.-El incremento observado en la frecuencia cardiaca promedio de cada una de las sesiones puede ser indicador de la necesidad de una preparación física que permita mejorar su rendimiento por la acumulación de fatiga al ser un alto requerimiento psico-fisiológico, tanto para tu organismo, como para tu mente por tener que estar concentrado durante toda la prueba.

4.-Se ha constatado la pequeña, pero relevante, variabilidad en la frecuencia cardiaca promedio de cada una de las acciones relevantes de pilotaje en el circuito con la misma moto, por lo que la contribución de la preparación física en trabajar dichos aspectos puede ser un factor relevante en su rendimiento, tanto para afrontar mejor las diferentes partes de una pista como para disminuir la fatiga que provoca en nuestro organismo.

5.-La percepción subjetiva de esfuerzo del piloto muestra que se incrementa por lo general con la frecuencia cardíaca puesto que hay un acúmulo de fatiga, pero hemos visto que puede disminuir por el hecho de poder ir detrás de un piloto siguiendo su referencia.

6. FUTURAS LINEAS DE TRABAJO

De cara al futuro, sería muy interesante llegar a medir VO_2 mientras el piloto corre en el circuito para entender mejor la carga fisiológica de este deporte, así como ver las diferencias que hay entre motos de diferente tamaño y potencia con el mismo sujeto. De esta forma podríamos determinar si realmente hay diferencias entre pilotar motos diferentes ya que un sujeto suele estar preparado para un tipo de moto. Además, otro punto interesante y que se plantea con la creciente utilización del 'dirt track' como entrenamiento alternativo, sería la de

cuantificar la carga fisiológica de esta modalidad, para así tener un mayor control de los entrenamientos. Otra opción interesante a tener en cuenta es si hay diferencias entre circuitos (más grandes o más pequeños) por la concentración de curvas que tiene cada uno. De esta forma quizás viéramos diferencias de fatiga acumulada en función de la cantidad de tramos rectos que tiene el circuito, así como de una forma más clara la diferencia entre recta y frenada (rectas más largas suelen implicar frenadas más fuertes).

Por otro lado, este estudio ha sufrido una serie de problemas, por lo que sería interesante su repetición debido al conocimiento de los posibles fallos para su prevención, para poder confirmar con mayor fuerza la información que hemos hallado, así como intentar ampliarlo con tomas de lactato en sangre, temperatura de la moto antes y después de cada sesión, pesaje de los pilotos y control de la ingesta de líquidos realizada.

7. **BIBLIOGRAFÍA**

- Gutiérrez, J. A., Puig, A., & Vives, J. (2002). Control metabólico de las cargas de trabajo en motociclismo. *Apunts Medicina de l'Esport*, 140: 19-23
- Casimiro, A., Costa, R., Mateo-March, M., Rodríguez-Pérez, M., Sánchez-Muñoz, C., & Zabala, M. (2013). Efecto de un programa de intervención sobre el estrés percibido, autoestima y rendimiento en jóvenes pilotos de motociclismo de élite. *Revista de Psicología del Deporte*. 22 (1): 125-133.
- Casimiro, A., Muros, J., Ortega, F., Rodríguez, M., Sánchez, C., & Zabala, M. (2011). Physical profile of elite young motocyclists. *International Journal of Sports Medicine*. 32: 788-793.
- Casimiro, A., Muros, J., Rodríguez, M., Sánchez, C., & Zabala, M. (2013). Hábitos de entrenamiento en jóvenes pilotos de motociclismo de élite internacional. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. 13 (51): 621-625.
- Casimiro, A., Muros, J., Rodríguez, M., Sánchez, C., & Zabala, M. (2012). Hábitos alimentarios de los jóvenes pilotos de motociclismo de élite internacional. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. 12 (46): 195-207.
- Blasco, E., Fargueta, M., Martín, M., Monleón, C., & Olcina, R. (2015). Hábitos de entrenamiento en mujeres de élite internacional. *Nutrición Hospitalaria*. 32 (5): 2235-2241.
- Bogdan, A., Konarska, M., Luczak, A., Pietrowski, P., & Sudol-Szopinska, I. (2012) Methods of estimating the effect of integral motorcycle helmets on physiological and psycholocial performance. *International Journal of Occupation Safety and Ergonomics*. 18 (3): 329-342
- Filaire, E., Filaire, M., & Scanff le, C. (2007). Salivary Cortisol, heart rate and blood lactate during a qualifying trial and official race in motorcycling competition. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 47: 413-7.
- Agombar, J., Reeves, C., & Thomas, S. (2013). Personality hardiness at different levels of competitive motorcycling. *Perceptual & Motor Skills: Exercise & Sport*. 116 (1): 315-321.

- Capranica, L., D'Artibale, E., Tessitore, A., & Tiberi, M. (2007). Heart rate and blood lactate during official female motorcycling competitions. *International Journal of Sports Medicine*. 28: 662-666
- Goubier, J., & Saillant, G. (2003). Chronic compartment syndrome of the forearm in competitive motor cyclists: a report of two cases. *British Journal of Sports Medicine*. 37: 452-454
- Fujisawa, K., et al. (2005). Injuries in elite motorcycling in Japan. *British Journal of Sports Medicine*. 39: 508-511.
- Barrera-Ochoa, S., et al. (2016). Surgical decompression of exertional compartment syndrome of the forearm in professional motorcycling racers: comparative long-term results of wide-open versus mini-open fasciotomy. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 26 (2): 108-14.
- Achten, J., & Jeukendrup, A. (2003). Heart rate monitoring, applications and limitations. *Sports Med*. 33 (7): 571-538.
- Brown, J., Fitzharris, M; Croft, R., Rome de, L., Taylor, E., & Taylor, N. (2016). Thermal and cardiovascular strain imposed by motorcycle protective clothing under Australian summer conditions. *Ergonomics*. 59 (4): 504-513.
- Lázaro, C. (Octubre, 2016). Dovi gana al bochorno malayo. *Motociclismo*. 2513, 75-76.
- Villamor, A. (2015, 31 de marzo). La única solución efectiva es la cirugía. *As*, 29.
- Neale, M. (Productor) & Neale, M. (Director). (2015). *Hitting the Apex* [Película]. Estados Unidos: The First Movie Company.
- Federación Internacional de Motociclismo, FIM. (2016). *Sport*. Recuperado de <http://www.fim-live.com/en/sport/>
- Moto Grand Prix, MotoGP. (2016). *Organismos de gobierno*. Recuperado de <http://www.motogp.com/es/Inside+MotoGP/Organismos+de+Gobierno>
- Motorsport.com. (2016). *Las mil y una caídas del mundial de MotoGP*. Recuperado de <http://lat.motorsport.com/motogp/news/mil-y-una-caidas-mundial-motogp-846664/>

8. ANEXOS

8.1. Anexo I

Póster expuesto en el X Curso de Medicina y Traumatología del Deporte: “Deportista Veterano”. Toledo, 17 y 18 de febrero de 2017 en el que se mostraron parte de los resultados obtenidos en este Trabajo Fin de Grado.

REQUERIMIENTO DE LA FRECUENCIA CARDIACA EN PILOTOS VETERANOS DE MOTOCICLISMO DE VELOCIDAD

Poncela Pérez, Alvaro; Suárez-Iglesias, David; Villa Vicente, José Gerardo

Grupo de Investigación VALFIS (Valoración de la condición física en relación con la salud, el entrenamiento y el rendimiento deportivo) del Dpto de Educación Física y Deportiva e Instituto de Biomedicina de Universidad de León

INTRODUCCIÓN: El motociclismo de velocidad es un deporte en auge mediático y tecnológico que requiere gran concentración, equipamiento específico y soportar un gran estrés psico-físico y térmico (Casimiro et al, 2011), y en el que apenas existen datos fisiológicos sobre el piloto compitiendo con exposición a estrés y altas temperaturas, y que ayuden a su preparación física al requerirse buena resistencia aeróbica, fuerza, coordinación, agilidad, velocidad de reacción (Gutiérrez et al, 2002)

OBJETIVO: Analizar las demandas de frecuencia cardiaca en las sesiones de entrenamiento y competición

MÉTODOS: 8 pilotos de competición de 37±33 años, 176,67±4,51 cms, 78,67±9,87 kg; peso moto/piloto 1,98±1,08 kg, y 7±7 años de experiencia profesional, participantes en el circuito mundialista de MotorLand Aragón con temperatura ambiente 34°C, portaron pulsómetro Garmin forerunner 305 y GPS Garmin Forerunner 310XT en moto. Se registraron los tiempos oficiales por vuelta y frecuencia cardiaca media de cada vuelta y en las 2 sesiones de entrenamiento y 1 de competición. No hay diferencias significativas (test de Spearman) con SPSS para Windows v21.

RESULTADOS: En las 7 vueltas el tiempo promedio fue de 2:03:27 min: segs alcanzándose altas frecuencias cardiacas (91,6% - 93,6% de FCmax), alcanzando en la sesión de entrenamiento 1 (la de reconocimiento del circuito) la menor frecuencia cardiaca, y observándose en entrenamiento 2 y competición una tendencia a aumentar y a alcanzar la mayor frecuencia cardiaca en la última vuelta.

Figura 2: Frecuencia cardiaca media de cada vuelta de las 7 vueltas de cada una de las sesiones de competición y de entrenamiento 1 y 2. *entre entrenamientos y competición; # = comparación entre 2 y competición. Pruebas de significación: *p<0,05.

Figura 3: Frecuencia cardiaca media de la primera y última vuelta de cada una de las 2 sesiones de entrenamiento y de competición. *entre entrenamientos y competición; # = entre 1 y 6 vueltas. Pruebas de significación: *p<0,05.

Figura 4: Frecuencia cardiaca máxima registrada y porcentaje de frecuencia máxima en cada vuelta de la última oferta de cada una de las sesiones de entrenamiento y competición. *entre entrenamientos y competición; # = entre 1 y 6 vueltas. Pruebas de significación: *p<0,05; # = entre 1 y 6 vueltas. Pruebas de significación: *p<0,05.

CONCLUSIÓN: La alta y progresiva frecuencia cardiaca del piloto de motociclismo exige analizar los factores que influyen en la misma para una preparación física acorde al alto rendimiento demandado

BIBLIOGRAFIA:

1-Gutiérrez, J. A., Paig, A., & Vives, J. (2002). Control metabólico de las cargas de trabajo en motociclismo. *Apunts Medicina de l'Esport*, 140 19-23

2-Casimiro, A., Maros, J., Ortega, F., Rodríguez, M., Sánchez, C., & Zabala, M. (2011). Physical profile of elite young motocyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 32: 788-793

8.2. Anexo II

Gráfica de la carrera obtenida con pulsómetro con GPS Garmin Forerunner 310XT.

ZOOM



Gráfica de la carrera obtenida con pulsómetro con GPS Garmin Forerunner 305.

