



USO DE LA CÁPSULA DE INFRARROJOS COMO AYUDA ERGOGÉNICA

Propuesta de investigación

Ciencias de la Actividad Física Y el Deporte y Educación Primaria

Alumno: Alberto Fernández Andrés

Director: Diego Moreno Pérez

Curso: 5º

Fecha: 25/05/2022

ÍNDICE

RESUMEN/ABSTRACT.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	5
2.1 Factores determinantes del rendimiento en resistencia	6
2.1.1 VO ₂ max.....	6
2.1.2 Umbral anaeróbico (UAN).....	8
2.1.3 Eficiencia energética	9
2.1.4 Capacidad y potencia anaeróbica	10
2.2 Ayudas ergogénicas	12
2.2.1 Mecánicas.....	12
2.2.2 Psicológicas	13
2.2.3 Farmacológicas.....	13
2.2.4 Fisiológicas	14
2.2.5 Nutricionales	14
2.3 Técnica de infrarrojos.....	16
2.3.1 En salud (Terapias)	16
2.3.2 Lámparas	17
2.3.3 Textil o ropa cerámica	18
2.3.4 Cápsula Infrarrojos en salud.....	19
2.3.6 Uso de la cápsula en deporte	20
2.4 Cuadro-resumen de principales artículos	20
3. OBJETIVO E HIPÓTESIS DEL ESTUDIO	23
4. METODOLOGIA	23
4.1 Muestra.....	23
4.2 Material.....	24
4.3 Diseño experimental	24
4.4 Análisis de datos	29
5. OBJETIVOS DE ESTUDIO E HIPÓTESIS	29
6. CONCLUSIONES	30
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

RESUMEN

En este trabajo de fin de grado se revisan las principales ayudas ergogénicas utilizadas en el deporte, prestando más importancia a aquellas que funcionan con radiación infrarroja, que serían las saunas FIR, las lámparas de infrarrojos, las prendas cerámicas y las cápsulas FIR.

En la literatura científica existen varios estudios sobre el uso de la cápsula FIR en el ámbito de la salud, encontrando varios beneficios de su uso. Por el contrario, no existen estudios de su uso en el ámbito deportivo. Con esta propuesta se pretende estudiar los posibles beneficios de su uso en deporte.

Con el propósito de encontrar una nueva forma de ayuda ergogénica se realiza esta propuesta de intervención para comprobar los efectos del uso de la cápsula PHOTON en corredores con experiencia. Para ello compararemos los resultados de un programa de entrenamiento de un grupo de corredores que usarán la cápsula tres veces por semana con los resultados de un grupo de control que tomarán 5 gramos de maltodextrina como efecto placebo.

Palabras clave: Radiación infrarroja lejana, cápsula infrarroja, consumo de oxígeno máximo, ayuda ergogénica.

ABSTRACT

In this final degree project, the main ergogenic aids used in sports are reviewed, giving more importance to those that work with infrared radiation, which would be FIR saunas, infrared lamps, ceramic garments and FIR capsules.

In the scientific literature there are several studies on the use of the FIR capsule in the field of health, finding several benefits of its use. On the contrary, there are no studies of its use in sports. This proposal aims is to study the possible benefits of its use in sports.

With the purpose of finding a new form of ergogenic aid, this intervention proposal is carried out to verify the effects of the use of the PHOTON capsule in experienced runners. To do this, we will compare the results of a training program in a group of

runners who will use the capsule three times a week, to the results of a control group who will take 5 grams of maltodextrin as a placebo effect.

Keywords: Far infrared radiation, infrared capsule, maximum oxygen consumption, ergogenic aid.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de ayudas legales que posibilitan mejorar el rendimiento de los deportistas es un aspecto muy importante en el deporte de alta competición puesto que genera una ligera ventaja que ayudará a mejorar los resultados deportivos.

Existe un gran número de estudios realizado sobre las diferentes ayudas ergogénicas que se utilizan en el deporte, pero sobre el uso de cápsulas de infrarrojos no hay casi estudios de su aplicación en deportistas, por lo que me parece muy interesante poder comprobar si su uso tendría efectos beneficiosos para los deportistas. Aunque es un método que necesita un material muy específico que sería la cápsula, sería muy cómoda de utilizar para el deportista, puesto que solo tendría que introducirse en ella durante un tiempo y esperar los beneficios.

Una de las motivaciones para realizar este trabajo ha sido poder investigar y conocer más sobre las diferentes ayudas que se pueden utilizar en el deporte, muchas de ellas derivadas del campo de salud, y poder realizar una nueva investigación que no se ha realizado anteriormente, pudiendo descubrir los resultados durante este proceso.

Con esta investigación pretendo profundizar sobre las diferentes ayudas ergogénicas ya existentes y utilizadas en el deporte, además de tratar de descubrir los efectos del uso de la cápsula de infrarrojos en los deportistas de atletismo, pudiendo observar su rango de mejora, y las diferencias con otros deportistas de atletismo que realizan el mismo tipo de entrenamiento.

2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La resistencia se podría definir como “capacidad física y psíquica de mantener un esfuerzo en fatiga o retardando la fatiga” (Esteve-Lanao, 2009). Esta se puede clasificar en función de su forma de trabajo (Isométrica o dinámica), en la cantidad de masa muscular implicado en la acción pudiendo ser local si implica menos de 1/6 de la musculatura corporal o general si implica más de 1/6 de la musculatura corporal, también se puede clasificar en función de la vía energética predominante pudiendo ser aeróbica o anaeróbica, por la duración de la prueba siendo corta si

dura entre 30'' y 2', siendo media si dura entre 2' y 10' y siendo larga si dura más de 10'.

2.1 Factores determinantes del rendimiento en resistencia

Principalmente existen cuatro factores que determinan el rendimiento en resistencia. Estos son el consumo de oxígeno máximo ($VO_2\text{max}$), el Umbral anaeróbico del sujeto y su eficiencia energética, en pruebas con una duración superior a los 30, en cambio, en ejercicios o pruebas que duren menos de 30' la capacidad y la potencia aeróbica serán un factor determinante del rendimiento del sujeto (Esteve-Lanao 2009).

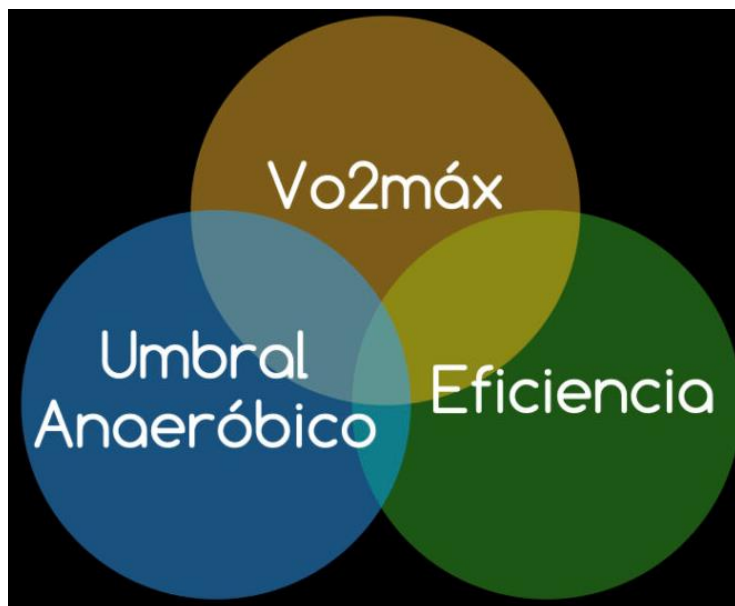


Figura2.1 Factores determinantes del rendimiento en resistencia en pruebas de más de 30'. (Esteve-Lanao 2009)

2.1.1 $VO_2\text{max}$

La potencia aeróbica, indica el $VO_2\text{max}$, siendo un buen predictor de rendimiento en personas con nivel bajo o medio de rendimiento (Esteve-Lanao 2009).

Según Maldonado-Martín (2007), el $VO_2\text{max}$ es un factor muy importante de analizar en personas desentrenadas, esto se debe a que en atletas de alto rendimiento su $VO_2\text{max}$ máximo va a tener niveles muy parecidos por lo que este factor no será un indicador fiable del rendimiento de los deportistas.

Este factor indica el nivel a partir del cual el VO_2max no aumenta más y se mantiene estable. Siendo en la literatura científica su incremento una de las formas más comunes para indicar la eficacia de un entrenamiento.

Con sujetos desentrenados, prácticamente cualquier actividad propuesta servirá para mejorar el VO_2max . En niveles superiores se requerirán actividades con una intensidad que supere el 70% de la frecuencia cardíaca máxima (FCmax), aunque parece que frecuencias por encima del 90% podrían dar mayores beneficios (Swain y Franklin 2002).

El VO_2max puede mejorarse hasta un 25% en sujetos adultos desentrenados, mientras que para deportistas expertos el consumo máximo de oxígeno no mejora, si no que varían la velocidad a la que alcanzan el consumo máximo de oxígeno, esto quiere decir, que los atletas entrenados aumentarían la velocidad en la que alcanzan este consumo máximo de oxígeno (Esteve-Lanao 2009).

Para determinar el VO_2max se suelen realizar test de medición directa, continua y con incremento de velocidades hasta que el atleta este fatigado. Para determinar si el sujeto ha alcanzado el VO_2max , Doherty, Nobbs y Noakes (2003) propusieron algunos criterios que eran, alcanzar una meseta del VO_2 , una frecuencia cardíaca superior al 95% de la FCmax según la edad o un cociente respiratorio de 1,1 o mayor.

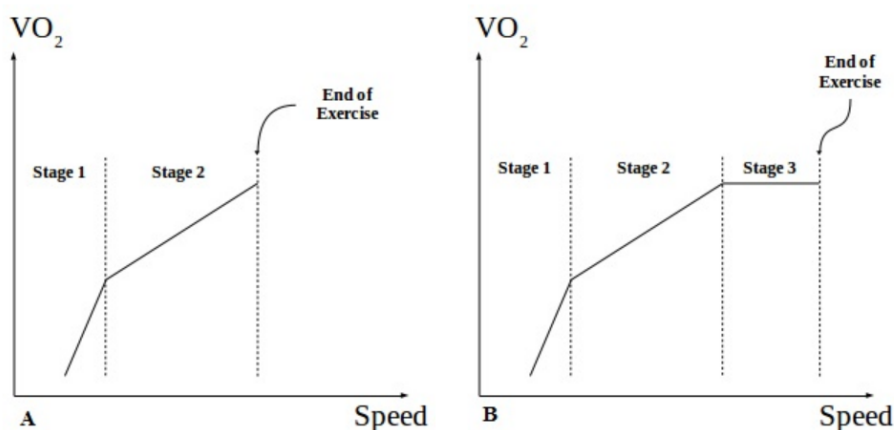


Figura 2.2 Evolución del consumo de oxígeno en una prueba incremental. (A) no se alcanza la meseta, (B) Se alcanza la meseta.

2.1.2 Umbral anaeróbico (UAN)

Es una zona de rendimiento que no se puede mantener por un tiempo prolongado, siendo este representado por el porcentaje de consumo de oxígeno máximo en el que se produce. Para analizar a los deportistas en más interesante la velocidad a la que se alcanza el UAN (Moreno 2013).

Las formas más comunes de determinar el UAN (Esteve-Lanao 2009) suelen ser mediante test progresivos, con escalones entre 3' y 5' de duración a velocidad constante y con registro de la frecuencia cardiaca. Para confirmar los valores obtenidos se puede realizar el mismo test incremental, pero aumentando la duración de los niveles entre 10' y 20' con el objetivo de alcanzar niveles estables de lactato (La) en el sujeto.

Otras formas de determinar el umbral anaeróbico son mediante el análisis del lactato en sangre, buscando a partir de que velocidad se produce un incremento significativo de los niveles de lactato en sangre. El incremento significativo sería cercano a + 2mMol/L. Siendo en este incremento donde se situaría el umbral láctico. (Skinner y McLellan, 1980)

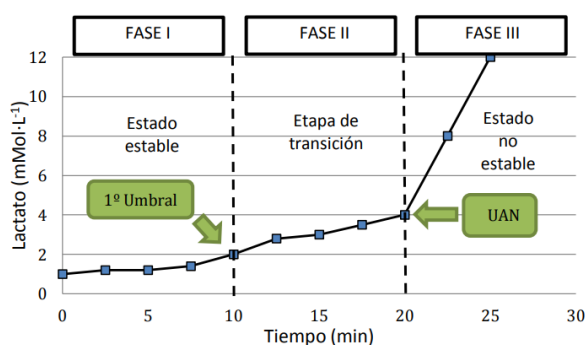


Figura 2.3 Modelo trifásico de Skinner y McLellan (1980)

Es importante tener en cuenta qué método se ha utilizado para determinar el UAN, puesto que los resultados pueden variar si se realizan diversos test, por lo que será importante exponer el test utilizado, y realizar el mismo test si se quiere realizar comparaciones entre los niveles del UAN en distintos momentos de la temporada o con otros deportistas. (Esteve-Lanao 2009)

Basset y Howley (2000), determinaron que la velocidad a la que se alcanza el UAN es el mejor predictor fisiológico en las carreras de resistencia.

2.1.3 Eficiencia energética

La eficiencia energética representa la capacidad del deportista de gastar la menor cantidad de energía posible a una velocidad o carga de trabajo determinadas (Esteve-Lanao 2009). El cuerpo humano utiliza alrededor del 20% para el ejercicio, utilizando el 80% restante para generar y expulsar calor.

Debido a esto es el factor más determinante en deportistas muy entrenados en deportes de larga duración, apareciendo como factores limitantes la termorregulación, la fatiga neuromuscular y la energía almacenada. (Péronnet, 2001; Noakes, 2003)

Para Maldonado-Martin (2007), la eficiencia mecánica depende de la cantidad de unidades motoras que recluta el deportista para producir el movimiento deseado, por esto en un programa de entrenamiento los deportistas optimizarán el reclutamiento de unidades motoras, permitiendo mejorar el rendimiento una vez alcanzado el VO_2 max en atletas entrenados.

Basset y Howley (2000) indican que cada individuo tiene un VO_2 diferente para correr a una misma velocidad estando el VO_2 determinado en gran medida por la eficiencia energética de cada deportista.

La economía de carrera es el VO_2 utilizado a una determinada velocidad, por lo que para medirlo la duración de la carga debe ser de 3' o más dado que este es el tiempo que tarda el VO_2 en estabilizarse, dado que al comienzo de las cargas existe una predominancia anaeróbica. (Esteve-Lanao 2009)

Las mejoras en la economía de carrera se han realizado principalmente mediante mejoras nerviosas de la fuerza, al mejorar la fuerza se produce una menor sollicitación al sistema muscular, y las mejoras de la rigidez musculotendinosa, comportándose los tendones y ligamentos como un muelle,

permitiendo a las piernas una mayor rigidez, dando una ventaja mecánica y reduciendo el gasto energético de la carrera. (Millet et al 2002).

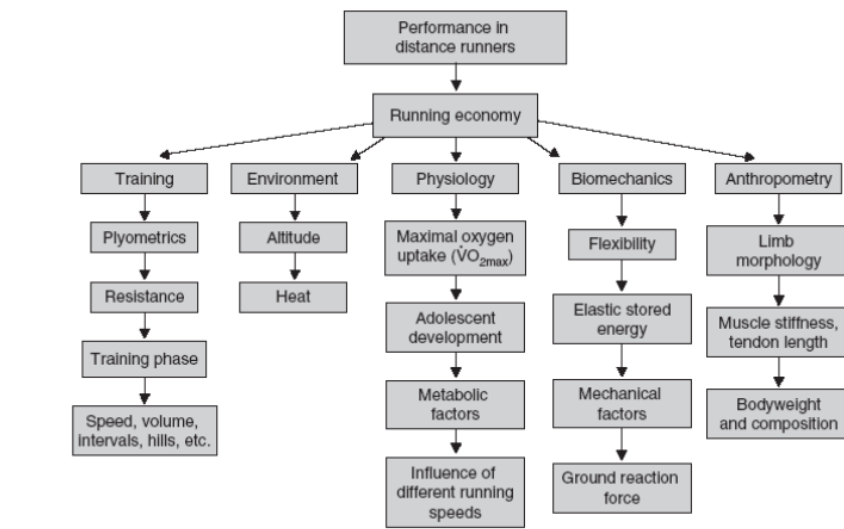


Figura2.4 Factores que influyen en la eficiencia energética (Saunders et al 2004)

2.1.4 Capacidad y potencia anaeróbica

Este factor no se considera determinante en algunas pruebas de larga duración dado que la capacidad anaeróbica se da con intensidades por encima de la potencia aeróbica máxima (PAM) y que el deportista debe tener la capacidad de mantener un esfuerzo de predominio glucolítico o ha de ser capaz de generar mucha energía con el metabolismo glucolítico por unidad de tiempo (Weyand et al. 2006).

Dada la dificultad que existe de medir el lactato en cada repetición, para programar el entrenamiento del deportista se suele utilizar el porcentaje de sus marcas en la distancia (Esteve-Lanao 2009).

	Intensidad (% de la marca	Intensidad (% VAM)	Duración de una repetición	Pausas entre repeticiones	Recuperación entre bloques
Potencia Láctica	100%-98%	-	0-6"	2-5'	>5'a 15'
Capacidad Aláctica	97-95%	-	6-15"	2-5'	>5'a15'
Potencia Láctica	95-91%	120-130%	30-90"	2-5'	>5'
Capacidad Láctica	86-81%	105-115%	30-50" a 2-4'	1-3'	>5'

Figura2.5 Referencias de cargas de entrenamiento anaeróbico.

Astrand, Rodahl, Dahl y Strømme (2010) explican que la potencia anaeróbica aporta una mayor cantidad de energía durante los 2 primeros minutos, siendo relevado por la potencia aeróbica a medida que se alarga el ejercicio.

(Péronnet y Thibault, 1989) indicaron que la capacidad anaeróbica no es determinante a la hora de conseguir marcas personales en carreras por encima de los 10 kilómetros de distancia, aunque sí que podría ser determinante en carreras tácticas al tener que cambiar de velocidad en función de los rivales. Por otro lado, en carreras de menos de 5 kilómetros de distancia la capacidad anaeróbica sí que es un factor determinante.

La importancia de la capacidad anaeróbica se debe a que una vez alcanzado el VO₂max, la única forma de aumentar la intensidad será la de aumentar la producción anaeróbica de energía, siendo el lactato el principal referente de medición de esta capacidad (Esteve-Lanao 2009).

2.2 Ayudas ergogénicas

Las ayudas ergogénicas son aquellas que permiten al deportista alcanzar mejores marcas de las que podría alcanzar si su uso. (Odriozola 2000) son aquellas sustancias, métodos, fármacos, equipamientos, máquinas, etc., que permiten mejorar la capacidad del organismo de los individuos. Es cierto que un individuo que este adaptado metabólicamente a un tipo de ejercicio podrá obtener menos ventajas del uso de estas ayudas.

Existen ayudas que producen beneficios en el deportista mientras que hay otro tipo de ayudas que al ser recomendadas por personas sin el conocimiento necesario pueden ser inútiles o incluso perjudiciales para la salud (Meza y Cabezas 2012).

Existen algunos deportistas que son capaces de experimentar con algunas sustancias sin conocer realmente sus posibles efectos positivos o negativos, preocupándose únicamente de tratar de mejorar su rendimiento. (Wilmore y Costill 2004).

2.2.1 Mecánicas

Son aquellas ayudas que recibe el deportista que están relacionada con las características de los materiales utilizados o incluso algunas características del cuerpo humano.

En el deporte siempre se busca optimizar los materiales utilizados para mejorar la marca de la competición, la comodidad de realizar el ejercicio, la facilitación de realizar una técnica correcta, etc. La biomecánica se encarga de estudiar las diferentes oportunidades que se presentan gracias a la continua evolución tecnológica. Esto se puede ver en cómo ha evolucionado los tejidos utilizados por los ciclistas, los esquiadores, en otros deportes no solo ha evolucionado el textil, sino que también los materiales de las zapatillas, la suela utilizada... Otro tipo de ayudas mecánicas puede influir en la técnica de los deportistas, permitiendo la biomecánica estudiar el ángulo de salida óptimo en lanzamientos u objetos con el fin de mejorar la marca. (Meza y Cabezas 2012)

Las mejoras en los instrumentos y materiales utilizados en el deporte provocan mejoras en el rendimiento, por lo que los nuevos materiales utilizados en la ropa, en el suelo, o en la pelota del deporte puede provocar mejoras en el rendimiento de los deportistas (Urdampilleta, Gómez-Zorita, Martínez-Sanz 2012).

2.2.2 Psicológicas

Son aquellas técnicas y estrategias de entrenamiento psicológico utilizadas para mejorar el rendimiento deportivo de los sujetos, mejorando las acciones en situaciones de estrés, un mejor control de la ansiedad, tener la capacidad de motivarse..., permitiendo al deportista optimizar su mentalidad en competición y mejorar sus resultados (Odriozola 2000) y (Meza y Cabezas 2012).

Madrid et al (2006) indica que las ayudas psicológicas aumentaran la confianza, seguridad, motivación y rendimiento de los individuos en la competición.

2.2.3 Farmacológicas

Las ayudas farmacológicas normalmente son aquellas sustancias que se toman para aumentar el rendimiento orgánico.

La preparación farmacológica del deportista tratará de contribuir de forma legal los entrenamientos para lograr un mejor rendimiento complementándolo con una buena alimentación para mantener un alto ritmo metabólico, pero, estas ayudas también pueden ser utilizadas con el fin de lograr un mayor rendimiento físico mediante el uso de sustancias prohibidas (Odriozola 2000).

Urdampilleta et al (2015), Indica que el uso de Inmunomoduladores como ayuda farmacológica ayudara a reducir el daño y la inflamación muscular posterior al ejercicio, siendo uno de los más utilizados el glicofosfopeptical (AM3) que acelera la recuperación. Otra ayuda farmacológica serían los antioxidantes, que deben ser tomados en periodos de transición,

disminuyendo la inflamación y el dolor muscular. También es común el uso de antiinflamatorios no esteroideos, estos son medicamentos con efecto analgésico, antipirético, y antiinflamatorio, destacando el ibuprofeno, por el uso común entre los deportistas, aunque su uso no mejora la recuperación muscular, pudiendo llegar a impedir que se realicen adaptaciones al entrenamiento deportivo.

2.2.4 Fisiológicas

Son aquellas técnicas físicas que potencian el funcionamiento del organismo como podría ser las infusiones sanguíneas, el bicarbonato sódico, el cítrico sódico...

Según Meza y Cabezas (2012) el calentamiento también puede ser considerado una ayuda fisiológica, puesto que eleva la temperatura corporal del organismo permitiendo mejorar el rendimiento de los deportistas desde el comienzo de la prueba, optimizando también las reacciones enzimáticas del organismo.

También, Mezas y Cabezas (2012) estudiaron otro tipo de ayudas como la infusión sanguínea, esta ayuda permitiría a los glóbulos rojos transportar una mayor cantidad de oxígeno, proporcionando una ventaja a los deportistas que utilizan este método, ya que aumentarían su $VO_2\text{max}$, aunque este método es considerado como dopaje en el deporte, puede tener utilidad en el campo de la salud, ya que no perjudica la salud del que lo utiliza.

2.2.5 Nutricionales

Son las modificaciones de la dieta que permiten una mejora del rendimiento deportivo, puede ser suplementación de hidratos de carbono, ácidos grasos, vitaminas...

Este tipo de ayuda ergogénica es de las más utilizadas en el deporte, aunque en muchas ocasiones es utilizada sin ayuda profesional y sin supervisión, y en muchos casos se utilizan ciertas ayudas debido al patrocinio de alguna

empresa que favorece su consumo sin haber sido suficientemente contrastado con otros estudios (Madrid et al 2006).

Además, Odriozola (2000) indica que con una adecuada alimentación en la que se ingiere una buena y equilibrada alimentación en cantidad y calidad no sería necesaria ninguna suplementación, añadiendo que el exceso de algunas sustancias como vitaminas y minerales podría ser perjudicial para el deportista, disminuyendo su rendimiento deportivo. Por este motivo solo recomienda tomar suplementación si anteriormente se ha detectado un déficit, y la ingesta de los suplementos podría ayudar a evitar patologías y regular el metabolismo.

Las ayudas ergogénicas nutricionales son uno de los elementos necesarios para la recuperación total del deportista es la recuperación de los niveles de glucógeno muscular y la rehidratación de los músculos, indicando que la ingesta de alimentos y bebidas debe realizarse 30 minutos después del entrenamiento o la competición, indicando que si se retrasa esta ingesta 2 horas se podría reducir a la mitad la recuperación de glucógeno muscular (Urdampilleta et al 2015).

Una de las ayudas ergogénicas con más evidencia científica sería la creatina, dado que su ingesta permitiría a los deportistas aumentar su fuerza y su energía muscular acelerando el tiempo de recuperación en ejercicios intensos y de corta duración. Su ingesta aumenta los niveles de ATP y de fosfocreatina muscular, facilitando su resíntesis, aunque su uso puede tener algunos efectos secundarios, como el aumento de peso, calambres musculares y malestar gastrointestinal si se ingiere una dosis mayor a la recomendada (Meza y Cabezas 2012).

Las ayudas ergogénicas nutricionales son las más utilizadas, y ayudarán al deportista si se tiene en cuenta el tipo de ejercicio y el sistema energético que predomina en esa actividad (Madrid et al 2006).

2.3 Técnica de infrarrojos

Es una técnica que irradia cortas ondas electromagnéticas en un rango de 8 a 14 μm , produciendo efectos biológicos en los humanos. Aunque no se ha entendido el mecanismo exacto de cómo funciona esta técnica ha sido utilizado en muchos ámbitos terapéuticos enfermedades vasculares, produciendo dilatación microvascular, mayor flujo de sangre y un ligero aumento de la temperatura donde la técnica es aplicada (Leung et al 2011).

Según Vatansever (2012) la radiación infrarroja cubre un rango de longitud de onda de 750nm hasta 100 μm , siendo utilizada para aliviar o tratar ciertas enfermedades o malestares. El desarrollo de la tecnología ha permitido aumentar los beneficios del uso de las bandas de radiación infrarroja lejana (FIR) que transfieren la energía en forma de calor, siendo esta absorbida por los termorreceptores de la piel humana, siendo la energía absorbida y a la vez emitida en forma de radiación de cuerpo negro.

Existen diferentes mecanismos que funcionan por infrarrojos, que serían las saunas FIR, las lámparas de infrarrojos, las prendas cerámicas y las cápsulas FIR. Todos ellos son utilizados en el ámbito de la salud, debido las ventajas asociadas a su uso en la literatura científica.

2.3.1 En salud (Terapias)

Una de las ventajas del uso del FIR respecto a la terapia termal tradicional para Shui et al (2015) sería el de poder evitar los efectos secundarios como serían las infecciones o las quemaduras. Por este motivo ha sido una técnica muy empleada para promover la salud. Hay varias formas de realizar una implementación clínica en general. Una de ellas sería colocar placas cerámicas a unos 20 cm del paciente con el objetivo de aumentar su temperatura corporal, manteniendo siempre esta temperatura por debajo de los 40°C conocida como estimulación local de FIR. Otra forma de empleo es mediante las saunas FIR, creando calor mediante el uso de la sauna, (Vatansaber y Hamblin 2012) introducía a las personas durante 15 minutos en una sauna FIR a 41° una vez al día durante cinco semanas, con la

diferencia de que las saunas FIR calientan el cuerpo del paciente sin la necesidad de calentar el aire, produciendo su uso efectos térmicos y no térmicos, como el aumento del flujo sanguíneo, alivio de la fatiga, o el dolor, reducción de la presión arterial, mejorar la función endotelial, facilitar la dilatación capilar.

Vatansever y Hamblin (2012) explican que la energía FIR ejerce movimiento rotacional y vibracional en los enlaces formados por las moléculas, asociando sus efectos al aumento de temperatura epidérmica pero los niveles de FIR que no producen un calentamiento detectable en la piel también pueden tener efectos biológicos.

2.3.2 Lámparas

El uso de las lámparas de emisión FIR son muy caras y por eso su uso no es demasiado alto, por el contrario, se usan lámparas de radiación mixta, es decir, que emiten ondas de radiación más cortas, y en algunos casos visibles al ojo humano. Siendo este tipo de lámparas las que predominan en la mayoría de las saunas FIR. La exposición a estas lámparas durante 30 minutos permitió la inhibición de la proliferación y el factor de crecimiento endotelial vascular. También indujo la fosforilación del óxido nítrico y aumento la formación de la nitrotirosina (Vatansever 2012). El uso de Lámparas FIR tiene efectos beneficiosos en la salud de los pacientes, pero es muy poco utilizado debido al elevado precio del material.

Según Santos E Campos y Latorre (2017) las lámparas FIR están siendo utilizadas con aplicaciones médicas, habiendo sido comprobados sus efectos beneficiosos para la salud, produciendo un aumento de la temperatura corporal, y elevando la movilidad de los tejidos tisulares. Siendo uno de sus principales usos la reducción y alivio de dolores en puntos locales, como pueden ser las manos y los pies.

Cristiano (2019) indica que las lámparas FIR se utilizan para calentar grandes zonas de todo el cuerpo, aumentando la absorción de los productos cosméticos, mejorando la circulación sanguínea local, aliviando el dolor

muscular y articular, siendo su uso muy sencillo puesto que no requiere gel y puede aplicarse directamente en la piel o a través de la ropa. Estas lámparas son habitualmente utilizadas para las saunas IR.

2.3.3 Textil o ropa cerámica

El textil cerámico está constituido por micropartículas compuestas por la oxidación de algunos minerales como el aluminio, el hierro y el magnesio. Teniendo estas prendas cerámicas una longitud de onda de entre 6 y 14 μ m. Esto puede provocar muchos efectos físicos, químicos y biológicos sin contacto directo (Leung et al 2012).

En el artículo de Nunes et al (2018) se pretendía comprobar el efecto que tendría en deportistas profesionales del fútbol sala el uso de prendas cerámicas FIR mientras dormían, teniendo como objetivo acelerar la recuperación muscular de los jugadores. Para comprobar su efecto dividieron al equipo en dos grupos, el primero de ellos usaría las prendas de cerámica, mientras que el otro grupo recibiría un placebo. Tras dos semanas de estudio, en el que el grupo que utilizaba las prendas cerámicas las utilizaba durante 8 horas, no se encontraron grandes diferencias entre los dos grupos, aunque se podía encontrar pequeñas diferencias en los test de velocidad de 5 metros realizados.

Para comprobar la Influencia de la cerámica FIR sobre la contracción esquelética Leung et al (2011) realizó un estudio experimental con músculo de rana, obteniendo como resultado un aumento en la proliferación muscular, pudiendo de esta forma prevenir la fatiga en los músculos. También se comprobó que el oxido nítrico intracelular de las células C2C12 aumenta después de recibir una radiación FIR continua de 24 horas, además de tener un efecto antioxidante de las células CaM.

Bontemps et al (2021) realizaron una revisión bibliográfica sobre el uso de las prendas FIR en el deporte para tratar de comprender los posibles usos de estas y entender las actuales limitaciones científicas, llegando a la conclusión de gracias al efecto de termorregulación y su función hemodinámica pueden

mejorar el rendimiento de los deportistas facilitando su recuperación, consiguiendo su principal efecto cuando las prendas están en contacto directo con la piel, debido a que sus efectos han sido probados en ámbitos como la medicina y la fisioterapia.

La mayoría de los estudios realizados sobre la cerámica FIR estudian los efectos de su utilización posterior al ejercicio, pero también existen algunos estudios que prueban sus efectos durante el ejercicio, como en el estudio realizado por Leung et al (2013) en el que se estudió el uso de camisetas cerámicas en 5 personas en una carrera de 30' sin encontrar grandes diferencias en la sensación de cansancio, en la temperatura corporal y en la estabilización de la respiración y el ritmo cardíaco.

Loturco et al (2016) realizaron un estudio en deportistas de fútbol en el que se estudiaba el dolor percibido tras los entrenamientos de 120 minutos dos veces al día. Los futbolistas fueron divididos en dos grupos, unos utilizaban las prendas cerámicas FIR al menos 10 horas al día por la noche, mientras que el otro grupo recibía un placebo. Aunque no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos, los deportistas que usaron las prendas cerámicas tenían menos dolor percibido 48 y 72 horas después de los entrenamientos.

En los estudios de Leung et al (2011) y Bontemps et al (2021) se encuentran mejoras en la recuperación muscular, previniendo la fatiga muscular. Por el contrario, en los estudios de Nunes et al (2018), Leung et al (2013) y Loturco et al (2016) no se encuentra ninguna diferencia significativa derivada del uso de las prendas cerámicas FIR.

2.3.4 Cápsula Infrarrojos en salud

Según Staninger (2004) la energía infrarroja penetra en los tejidos una profundidad de más de un centímetro, pudiendo llegar a más de 5cm si el material utilizado es de alta calidad. Los tejidos corporales son capaces de absorber el 93% de la radiación emitida, llegando a altas temperaturas sin causar quemaduras en la piel. A diferencia de las saunas convencionales la

cápsula de infrarrojos puede inducir en el doble o el triple de volumen de sudor, permitiendo un aumento del flujo sanguíneo y una disminución de la presión arterial.

El uso de la cápsula es similar al de las saunas FIR y también permite acelerar la penetración del FIR en las células y los órganos que han sido afectados por alguna enfermedad. Los efectos del uso de la cápsula son (Staninger 2004):

- Aumento de la elasticidad del tejido de colágeno en mayor medida que con el calor convencional
- Disminución de la rigidez articular.
- Alivio del dolor muscular.
- Aumento de la producción de endorfinas.
- Aumento del flujo sanguíneo similar al producido durante la actividad física.
- Acelerar la recuperación de los edemas.

2.3.6 Uso de la cápsula en deporte

Prácticamente no hay artículos científicos sobre los efectos de las cápsulas FIR en el deporte, siendo su uso más común similar al de las saunas FIR.

2.4 Cuadro-resumen de principales artículos

En la siguiente tabla se sintetizan los principales artículos y estudios donde se han estudiado los diferentes usos infrarrojos (ropa cerámica, saunas FIR, lámparas de infrarrojos) y su relación con una posible mejora de recuperación muscular de los deportistas después de la actividad física realizada y sus efectos biológicos sobre el cuerpo humano.

Referencia	objetivos	metodología	resultados	conclusiones
Vataneber y Hamblin 2012	Observación del Far infrared radiation (FIR) para la estimulación de células y tejidos y su posible uso para tratamientos médicos	Deductivo-Experimental FIR con lámparas de calor a 41º 15 min y a 34º 20 min una vez al día durante 5 semanas. FIR en saunas alrededor de 40º, 20 min tres veces por semana durante 3 meses.	-FIR retrasa la aparición de la fatiga inducida por la contracción muscular. -Aumento de la producción de calmodulina (Proteína ácida intracelular) y NO en RAW. -Inhibe el peróxido intracelular y el peróxido inducido lipopolisacárido producido por lo macrófagos.	El uso del FIR favorece al incremento del ATP, aumenta el consumo de oxígeno y el potencial de la membrana mitocondrial. También incrementa el flujo sanguíneo.
Nunes et al 2018	Comprobar si el uso nocturno de la cerámica FIR podría acelerar la recuperación muscular e influir en el rendimiento de jugadores de fútbol sala.	Enfoque experimental Se evalúa a 20 jugadores de fútbol sala durante 2 semanas de pretemporada. Se dividieron en dos grupos, uno recibía placebo y otro usa ropa biocerámica 8h. (En la noche) Se realizó test countermovement jump (CMJ) and squat jump (SJ) y sprints de 5, 10 y 15 m. Haciéndose los test una vez a la semana.	No hubo diferencias significativas entre el grupo que usaba las prendas cerámicas y el grupo que recibía placebo.	Hipótesis de estos resultados debido a que la exposición al FIR no fue suficiente, aunque se pueden observar pequeñas mejoras en los test CMJ y SJ. Y mejora significativa en el test de 5m.
Leung et al 2011	Comprobar si la cerámica FIR tenía influencia en la contracción del músculo esquelético.	Método experimental con músculos de rana	La proliferación celular fue mayor en los músculos en los que se usó el FIR. Liberación reducida de la enzima LDH. No hubo diferencias en los niveles de caM y No en las células C2C12. Las pulseras cFIR pueden prevenir la fatiga en los músculos.	El óxido nítrico intracelular aumenta en las células C2C12 después de una irradiación continua de 24 horas. El cFIR tiene un efecto antioxidante en las células CaM según los porcentajes de

			El cFIR podría normalizar la acidificación de los músculos después de las contracciones musculares.	viabilidad celular y los ensayos de liberación LDH.
Leung et al 2012	Investigar los efectos de la irradiación biocerámica en conejos y estudiar sus efectos en corto plazo en la artritis inflamatoria inducida por LPS. comprobar la posibilidad de que la biocerámica tenga el efecto beneficioso de prevenir el daño por oxidación en los tejidos óseos.	Método experimental en conejos.	El grupo al que se le inyectó LPS en la rodilla tratado con biocerámica tuvo una significativa reducción de artritis.	Efecto protector de la biocerámica en el tejido inflamatorio y, posteriormente, en el alivio del dolor.
Bontemps et al 2021	Resumir la evidencia científica sobre el uso de prendas FIR en el deporte y entender las limitaciones científicas actuales.	Revisión bibliográfica	Las prendas que emiten FIR pueden ser de interés para el rendimiento y la recuperación a través de su efecto en la termorregulación y la función hemodinámica.	El principal efecto del FIR se produce cuando está en contacto con la piel, habiendo sido probados sus efectos en medicina y fisioterapia.

3. OBJETIVO E HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

A continuación, se presentan los objetivos que me he propuesto durante la realización del TFG

Objetivos:

- Conocer la literatura científica sobre las diferentes ayudas ergogénicas en el deporte
- Investigar una nueva forma de ayuda ergogénica para atletas.

Hipótesis:

- El uso de las ayudas ergogénicas tiene un efecto determinante en el rendimiento de los deportistas.
- La cápsula PHOTON tiene resultados significativos como ayuda ergogénica.

4. METODOLOGIA

En vista de lo que se ha escrito en el apartado interior, se aprecia una falta de estudio sobre el uso de las cápsulas infrarrojos en la recuperación de los deportistas después de la carga física producida por el entrenamiento, indicándonos la necesidad de realizar más estudios sobre este tema para analizar en profundidad los posibles beneficios que se obtienen al utilizar estas cápsulas. Por este motivo se realiza la siguiente propuesta de investigación en la que evaluaremos las posibles ventajas de su uso en deportistas.

4.1 Muestra

Para este estudio analizaríamos 30 sujetos que estén acostumbrados al entrenamiento de resistencia, por lo que no podrán ser atletas principiantes.

Para tener una muestra más homogénea, y comparar atletas de un nivel similar, evitando comparar atletas avanzado de gente recreacional, pondríamos los siguientes criterios de inclusión:

- Más de 10 años de entrenamiento sistemático.
- Vo_2max de al menos 60ml/kg/min.
- Entre 18 y 40 años.

Como criterio de exclusión se debería tener en cuenta si el atleta sufre alguna lesión o alguna molestia fuerte que le impida realizar los entrenamientos.

4.2 Material

El material que vamos a utilizar sería el siguiente:

- Para medir el lactato en Mmol/L (Lactate Pro Arkay INIC, Amstelveen, NED).
- Para medir el CK (Reflotrón, Roche Diag GmbH, Alemania).
- La cápsula de infrarrojos sería (Energy Vital, España).
- Pista de atletismo de Pozuelo.
- Máquina de Yo-Yo.
- Programa de Excel para registrar los datos obtenidos.

4.3 Diseño experimental

Se realizaría un test inicial a los atletas en los que se mediría:

- | | | |
|---------------------|------------|-------------------------------|
| - CK en reposo | Se mediría | Lactato 0',5',10',15' después |
| - 2 triples saltos | → | Fc máx. |
| - 3000 metros lisos | | RPE |

Tras el test inicial se realizaría el test de daño muscular

- | | | |
|-------------------------------------|------------|---|
| - Test yo-yo (10x8 RPE 10 $r'=1'$) | Se mediría | - CK 0h,24h,72h después |
| | → | - Agujetas en cuádriceps, isquios y gemelos |

Después se realizarían las dos semanas de entrenamiento.

Durante estas semanas se mediría:

- La calidad del sueño mediante escalas.
- La fatiga muscular (RPE)

Habría 2 grupos:

Uso de la cápsula 3 veces por semana
1°C por encima de la T° Corporal—30'

5 gramos de maltodextrina diarios

Dos semanas después se repetiría el mismo test.

Figura 4.3.1 Esquema del diseño experimental

El estudio se realizaría en la pista de atletismo de Pozuelo durante el mes de octubre, realizándose los test en la pista de atletismo y en el gimnasio, realizándose las mediciones en Boadilla.

Las mediciones que se realizarían serían las siguientes:

El miércoles de la primera semana se realizaría el primer test, tras recibir los consentimientos necesarios por parte de los atletas, se les mediría el CK en reposo, y realizarían un calentamiento de 20 minutos de carrera continua en la zona 1, unos ejercicios de familiarización con el yo-yo y cuatro esprines de 50 metros al 90% con un descanso de dos minutos entre cada sprint (4x50m 90% $r'=2'$). Después del calentamiento se realizarían los test de campo que consistirían en realizar dos triples saltos, con dos minutos entre saltos, y una prueba de 3000 metros lisos.

Después de la realización de estas pruebas se tomarían los niveles de lactato obtenido en lóbulo de la oreja en Mmol/L, nada más acabar la prueba, a los cinco minutos, a los diez y a los quince. También se apuntaría la frecuencia cardiaca máxima alcanzada por el deportista y su índice de esfuerzo percibido (RPE) quince minutos después de finalizar la prueba.

Una vez realizado estos test, se realizaría los test de daño muscular en el yo-yo, realizando 10 series de 8 repeticiones con una RPE de 10 con un descanso de un minuto entre series. (10x8 RPE 10 $r'=1'$). Después de este test se mediría los niveles de CK al terminar la prueba, 24 horas después de la prueba y 48 horas después, también se medirían las agujetas a los cinco minutos de terminar de los cuádriceps, isquiotibiales y gemelos.

Bienvenida	Consentimientos	
	CK reposo	5'
Calentamiento	20' VT1	
	CD	
	familiarización yo-yo	50'
	4x50m 90% r'=2'	
Test de campo	2x Triple salto r'=2'	
	3000ml	15'
Variables	Lactato 0', 5, 10' y 15'	
	Fcmax	
	RPE final	15'
Test daño muscular	yo-yo 10x8 (10) r'=1'	15'
Variables	CK 0' post	
	DOMS	5'
Tiempo total		90'

Figura 4.3.2 Test que realizarían los deportistas

Este test se realizará durante tres miércoles seguidos.

Al día siguiente se medirá el CK a los sujetos antes del entrenamiento que consistirá en 30 'de carrera continua en zona 1 con un RPE de 3 sobre 10.

El viernes se medirá el CK de los deportistas y realizarán un entreno de 30' de carrera en zona 1, después realizarán 2 series de 4 repeticiones de 500 metros en la zona 6, alcanzando la velocidad del VOmax con un descanso entre repeticiones de 40" y de 2'30" entre series (30' Zona 1 + 2x4x500 Zona 6 (vVOmax) r'=40" R'=2'30" + 10' Zona 1).

El sábado realizarían un entreno de 90' de carrera en zona 1.

El domingo correrían 30' en zona 1 y harían tres series de 3000m en zona 5 con una RPE de 8/10 con 5' de descanso entre series y 10 min de carrera en zona 1 para terminar.

La segunda semana se realizarían los siguientes entrenamientos:

- El lunes harían 90' en zona 1 con una RPE de 2-3/10.
- El martes correrían 60' en zona 1 con una RPE de 2-3/10.

- El miércoles se realizaría el mismo test que la semana pasada, repitiéndose también el jueves el mismo entrenamiento y medición del CK.
- El viernes de la segunda semana se mediría el CK antes de entrenar y se realizaría una carrera de 50' en zona 1.
- El sábado se realizaría un trote de 40' en zona uno.
- El domingo se realizarían 20' de carrera continua en zona 1, 12 repeticiones de 200m al 107% de la VAM con un descanso de 20" entre repeticiones y para terminar una carrera de 10' en zona 1.

La tercera semana realizarían:

- El lunes de la última semana se descansaría.
- El martes se realizaría una carrera de 30' en zona 1.
- El tercer miércoles se realizaría el mismo test que los miércoles anteriores.

Los sujetos serían divididos en dos grupos 1:1 de manera aleatoria recibiendo un grupo el tratamiento de los infrarrojos los lunes, miércoles y viernes que consistiría en introducirse en la cápsula durante 30' tres veces por semana con una temperatura 1°C por encima de su temperatura corporal, mientras que el otro grupo tomará 5 gramos de maltodextrina diarios para que haga de efecto placebo.

semana 1	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo 1
Evaluaciones / Entrenos	(no intensidad)	(no intensidad)	TEST 1x3000 (pozuelo) 2 x Triple salto desde pies juntos a foso r'=2' Squat yoyo: 10x8 (10) explfrenar abajo r'=1' Variables: lactato, RPE, VAS, rendimiento,	Medición de CK <i>[5' en Beadilla]</i> 30' Z1 (RPE 3/10) <i>(después de la medición)</i>	Medición CK <i>[5' en Beadilla durante la mañana]</i> + 30' Zona 1 + 2x4x500 Zona 6 (vVO _{2max}) r'=40" R'=2'30" + 10' Zona 1 <i>(después de la medición de CK)</i>	90' Zona 1 (RPE 2-3/10)	30' Zona 1 + 3x3000 Zona 5 (ritmo "10k") RPE 8/10 R'=5' + 10' Zona 1
tratamiento cápsula			Sesión infrarojos		Infrarojos post e		
semana 2	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
Evaluaciones / Entrenos	90' Zona 1 (RPE 2-3/10)	60' Zona 1 (RPE 2-3/10)	Ídem miércoles pasado	Medición de CK <i>[5' en Beadilla]</i> 30' Z1 (RPE 3/10)	Medición CK <i>[5' en Beadilla durante la mañana]</i> + 50' Zona 1 (RPE 3/10) <i>(después de la medición de CK)</i>	40' Zona 1	20' Zona 1 + 12x200 107% VAM r'=20" (ritmo 1500 actual) + 10' Zona 1
tratamiento cápsula	Infrarojos		Infrarojos		Infrarojos		
semana 3	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
Evaluaciones / Entrenos	-	30' Zona 1	Ídem miércoles pasado				
tratamiento cápsula	Infrarojos		Infrarojos				

Figura 4.3.3 Distribución de los test y entrenamientos de la propuesta.

Además, se tendrá el control de la calidad del sueño, las horas dormidas, la fatiga total 5' después de entrenar, el RPE 5' después de entrenar, la fatiga total 1 hora después de entrenar. Para ello, los atletas deberán rellenar la siguiente tabla.

Nombre deportista:							
SEMANA Nº:2							
DÍA	FECHA	CALIDAD DEL SUEÑO (0-10)	HORAS DORMIDAS	FATIGA TOTAL (5' DESPUÉS DE DESPERTARSE)	RPE (5' DESPUÉS DE ENTRENAR)	FATIGA TOTAL 1H DESPUÉS DE ENTRENAR - TEST (1-10)	COMENTARIOS
L							
M							
X							
J							
V							
S							
D							

Figura 4.3.4 Tabla de recogida de datos

Para medir la fatiga después de despertarse y la percepción del esfuerzo después del entrenamiento utilizarán la siguiente escala de Borg:

Escala moderna de Borg	
0	Nada
1	Muy, muy suave
1	Muy suave
2	Suave
3	Moderado
4	Algo duro
5	Duro
6	
7	Muy duro
8	
9	
10	Muy, muy duro

Figura 4.3.5 Escala de medición de fatiga de Borg

4.4 Análisis de datos

Se realizará con la versión 25.0 de IBM SPSS para Windows (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). El supuesto de normalidad se comprobará mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se realizarán ANOVAS 2 x 2 para evaluar el efecto del tipo de entrenamiento (factor inter-sujetos) y del momento de la evaluación (factor intrasujetos) sobre las variables definidas. Como índice de tamaño de los efectos se utilizará η^2 cuadrado (η^2). La interpretación de η^2 se basará en los siguientes valores: $<0,06$ pequeño, $\geq 0,06$ hasta $<0,14$ medio y $\geq 0,14$ grande (Cohen, 1988). Los datos descriptivos se presentarán como media (M) y desviación estándar (DE). El nivel de significación se fijará en 0,05

5. OBJETIVOS DE ESTUDIO E HIPÓTESIS

A continuación, se plantean una serie de objetivos generales, dentro de los cuales, aparecen una serie de objetivos específicos:

1. Valorar los beneficios de la cápsula PHOTON en la recuperación de deportistas.
 - 1.1 Medir si el uso de la cápsula PHOTON mejora la recuperación muscular cuando los corredores usan durante un mesociclo.
2. Valorar si la cápsula PHOTON mejora el rendimiento de deportistas.

- 2.1 Cuantificar si un grupo de corredores muestran valores más altos en resistencia y fuerza cuando usan la cápsula PHOTON.
3. Variables sensitivas (calidad sueño, dolor muscular)
 - 3.1 Evaluar si la cápsula PHOTON afecta a la calidad del sueño durante su periodo de uso.
 - 3.2 comprobar si el dolor muscular se reduce por el uso de la cápsula PHOTON.

En relación a estos objetivos, se definen las siguientes hipótesis:

Hipótesis:

1. El uso de la cápsula PHOTON acelera la recuperación muscular de los corredores
2. El uso de la cápsula PHOTON optimiza el rendimiento de los deportistas.
3. El uso de la cápsula PHOTON mejora la calidad del sueño y reduce el dolor muscular.

6. CONCLUSIONES

Tras haber realizado esta propuesta de investigación sobre la utilización de la cápsula FIR para la recuperación de los atletas podemos indicar que existen numerosos estudios que indican los beneficios del FIR en salud, por el contrario, el uso de instrumentos FIR en deportistas han tenido resultados diferentes en función de la investigación realizada.

Para que esta investigación tuviera unos resultados fiables los atletas deben estar familiarizados con el entrenamiento de resistencia y las escalas de percepción subjetiva, dado que estas se utilizan de manera continuada durante todo el estudio. Es importante que los atletas conozcan las sensaciones de cansancio máximo y cual es su nivel deportivo para utilizar estos test de la manera más precisa posible.

Para que se pudiera llevar a cabo este programa de entrenamiento es necesario disponer del material explicado anteriormente, utilizando siempre el mismo modelo, para no tener variaciones significativas en las mediciones realizadas.

Al no existir estudios del uso de las cápsulas FIR en el deporte aportaríamos a la literatura científica una nueva posibilidad de encontrar una nueva ayuda ergogénica

fácil de utilizar y sin conllevar ningún riesgo de salud para los deportistas que la utilizasen.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astrand PO, Rodahl, K. Dahl, HA, y Strømme, SB. (2010). Manual de fisiología del ejercicio. Barcelona: Paidotribo
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(1), 70-84.
- Bontemps, B., Gruet, M., Vercruyssen, F., & Louis, J. (2021). Utilisation of far infrared-emitting garments for optimising performance and recovery in sport: Real potential or new fad? A systematic review. *PloS one*, 16(5), e0251282.
- Doherty, M., Nobbs, L., & Noakes, T. D. (2003). Low frequency of the "plateau phenomenon" during maximal exercise in elite British athletes. *European journal of applied physiology*, 89(6), 619-623.
- Cristiano, L. (2019). Use of infrared-based devices in aesthetic medicine and for beauty and wellness treatments. *Infrared Physics & Technology*, 102, 102991.
- Leung, T. K., Chen, C. H., Tsai, S. Y., Hsiao, G., & Lee, C. M. (2012). Effects of far infrared rays irradiated from ceramic material (BIOCERAMIC) on psychological stress-conditioned elevated heart rate, blood pressure, and oxidative stress-suppressed cardiac contractility. *Chin J Physiol*, 55(5), 323-30.
- Leung, T. K., Lee, C. M., Tsai, S. Y., Chen, Y. C., & Chao, J. S. (2011). A pilot study of ceramic powder far-infrared ray irradiation (cFIR) on physiology: observation of cell cultures and amphibian skeletal muscle. *Chin J Physiol*, 54(4), 247-54.
- Leung, T. K., Kuo, C. H., Lee, C. M., Kan, N. W., & Hou, C. W. (2013). Physiological effects of bioceramic material: harvard step, resting metabolic rate and treadmill running assessments. *Chin J Physiol*, 56(6), 334-40.
- Loturco, I., Abad, C. C. C., Nakamura, F. Y., Ramos, S. P., Kobal, R., Gil, S., ... & Tricoli, V. (2016). Effects of far infrared rays emitting clothing on recovery after an intense plyometric exercise bout applied to elite soccer players: a randomized double-blind placebo-controlled trial. *Biology of sport*, 33(3), 277.
- Meza Medina, A. E., & Cabezas Córdova, P. C. (2012). *Estudio de las ayudas ergogénicas más usadas en 100 deportistas de la ciudad de Guayaquil* (Bachelor's thesis).

- Millet, G. P., Jaouen, B. E. R. N. A. R. D., Borrani, F. A. B. I. O., & Candau, R. O. B. I. N. (2002). Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and VO₂ kinetics. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(8), 1351-1359.
- Nunes, R. F. H., Dittrich, N., Duffield, R., Serpa, M. C., Coelho, T. M., Martins, D. F., & Guglielmo, L. G. A. (2019). Effects of Far-Infrared Emitting Ceramic Material Clothing on Recovery After Maximal Eccentric Exercise. *Journal of Human Kinetics*, 70(1), 135-144.
- Nunes, R. F., Cidral-Filho, F. J., Flores, L. J., Nakamura, F. Y., Rodriguez, H. F., Bobinski, F., ... & Guglielmo, L. G. (2020). Effects of far-infrared emitting ceramic materials on recovery during 2-week preseason of elite futsal players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(1), 235-248.
- Lino, J. M. O. (2000). Ayudas ergogénicas en el deporte. *Arbor*, 165(650), 171-185.
- Péronnet F. (coord.) Maratón. Barcelona: INDE; 2001
- Péronnet, F., & Thibault, G. (1989). Mathematical analysis of running performance and world running records. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 67(1), 453-465.
- Maldonado-Martín, S. (2007). Determinantes del rendimiento de la carrera a pie de larga distancia. *Fisioterapia*, 29(5), 223-233.
- Santesteban Moriones, V., & Ibáñez Santos, J. (2017). Ayudas ergogénicas en el deporte [Ergogenic aids in sport]. *Nutrición hospitalaria*, 34(1), 204-215.
- Santos E Campos, M. A., García Pinillos, F., & Latorre Román, P. Á. (2017). Reduction in Pain After Use of Bioceramic Undershirt for Patients with Fibromyalgia. *Alternative therapies in health and medicine*, 23(5), 18-22.
- Saunders, P. U., Pyne, D. B., Telford, R. D., & Hawley, J. A. (2004). Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 34(7), 465-485.
- Shui, S., Wang, X., Chiang, J. Y., & Zheng, L. (2015). Far-infrared therapy for cardiovascular, autoimmune, and other chronic health problems: A systematic

review. *Experimental biology and medicine* (Maywood, N.J.), 240(10), 1257–1265.

- Skinner, J. S., & McLellan, T. M. (1980). The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Research quarterly for exercise and sport*, 51(1), 234–248.
- Swain, D. P., & Franklin, B. A. (2002). VO (2) reserve and the minimal intensity for improving cardiorespiratory fitness. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(1), 152–157.
- Urdampilleta, A.U. Gómez-Zorita S.G., Martínez-Sanz J.M., (2012). Ayudas mecánicas, psicológicas y fisiológicas en el deporte. Ayudas mecánicas, psicológicas y fisiológicas en el deporte, 17(175).
- Urdampilleta, A., Armentia, I., Gómez-Zorita, S., Martínez Sanz, J. M., & Mielgo-Ayuso, J. (2015). La fatiga muscular en los deportistas: métodos físicos, nutricionales y farmacológicos para combatirla.
- Vatansever, F., & Hamblin, M. R. (2012). Far infrared radiation (FIR): its biological effects and medical applications. *Photonics & lasers in medicine*, 4, 255–266.
- Weyand, P. G., Lin, J. E., & Bundle, M. W. (2006). Sprint performance-duration relationships are set by the fractional duration of external force application. *American journal of physiology. Regulatory, integrative, and comparative physiology*, 290(3), R758–R765.
- Wilmore y Costill. (2004). fisiología del esfuerzo y del deporte. Barcelona, España. Editorial Paidotribo.