



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**CINÉTICA DE LA CONCENTRACIÓN SALIVAL DE CORTISOL
DESPUES DE UNA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO DE
INTERVALOS DE ALTA INTENSIDAD EN HOMBRES SANOS
SEDENTARIOS NORMOPESO**

FRANCISCO IGNACIO VARGAS ROJAS
KAREN ALEJANDRA ZAMORANO ZÚÑIGA

Tesis para ser presentada en la Escuela de Kinesiología de la Universidad Finis
Terrae para optar al título de Kinesiólogo.

Profesor Guía: Kigo. Marco Kokaly F.

Santiago, Chile

2015



UNIVERSIDAD
Finis Terrae
VINCE IN BONO MALUM

INFORME DE APROBACIÓN TESIS DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Kinesiología de la Facultad de Medicina que la Tesis presentada por los candidatos:

FRANCISCO IGNACIO VARGAS ROJAS

KAREN ALEJANDRA ZAMORANO ZUÑIGA

ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito para optar al título de Kinesiólogo, en el examen de defensa de Tesis rendido el 23 de Diciembre del 2015.

DOCENTE GUÍA DE TESIS

Klgo. Marco Kokaly F.

COMISIÓN INFORMANTE DE TESIS

Mauricio Castro S.

Dr. Hermann Zbinden F.

Dr. Luis Peñailillo E.

A mi familia, amigos, Arantza y Prof. Marco Kokaly

A mis padres, amigos, Prof. Marco Antonio y Karencita

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de gran manera a nuestro profesor guía, Klgo. Marco Kokaly, por aceptar realizar esta investigación con nosotros, por su dedicación, compromiso, paciencia, confianza y por sobre todo la gran orientación que nos entregó día a día para realizar esta tesis.

A todos los que han mostrado un gran interés y preocupación en este proyecto, ya sea acompañándonos o colaborando durante este largo proceso, en especial a nuestras familias, amigos, Prof. Hermann Zbinden, Klgo. Rodolfo Hidalgo, Klgo. Gonzalo Niño y Ruth Montero.

Finalmente agradecer de manera especial a Sebastián C, Sebastián Cu, Gonzalo D, Pablo O, Carlos R y Sebastián R que fueron los participantes de nuestro estudio, ya que sin ellos no hubiera sido posible la realización de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
GLOSARIO Y ABREVIATURAS	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Estrés	3
1.2. Cortisol	5
1.2.1. Síntesis y secreción de cortisol	5
1.2.2. Transporte del cortisol	7
1.2.3. Acciones biológicas y funciones del cortisol	7
1.2.4. Muestra salival del cortisol	9
1.2.5. Cortisol y ejercicio físico	10
1.2.6. Cinética de la respuesta del cortisol al ejercicio	12
1.3. Entrenamiento de intervalos de alta intensidad.....	14
1.3.1. Entrenamiento de intervalos de alta intensidad y cortisol	16
CAPÍTULO 2. INVESTIGACIÓN	
2.1. Problema de investigación	17
2.2. Pregunta de Investigación	17
2.3. Hipótesis	17
2.4. Objetivos	18
2.4.1. Objetivo general.....	18
2.4.2. Objetivos Específicos.....	18

CAPÍTULO 3. Materiales y Métodos	19
3.1 Diseño de investigación	19
3.2 Universo, Población, Muestra	19
3.3 Criterios de inclusión	19
3.4 Criterios de exclusión	20
3.5 Metodología de intervención	20
3.6 Variables del estudio	21
3.7 Procedimiento	25
3.8 Plan estadístico.....	27
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....	29
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN	34
CONCLUSIÓN	39
BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS	46
Anexo N°1	46
Anexo N°2	50
Anexo N°3	51
Anexo N°4	53
Anexo N° 5	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

1. Figura 1: Ritmo circadiano cortisol	7
2. Figura 2: Caracterización protocolo de EIAI	33
3. Figura 3: Frecuencia cardiaca durante intervalos.....	34
4. Tabla 1: Concentración de cortisol salival según horario	35
5. Figura 4: Concentración de cortisol salival en cada horario	36

RESUMEN

Objetivo: El cortisol es una hormona utilizada para medir el estrés tanto físico como psicológico que se genera en el organismo. Últimamente el entrenamiento de intervalos de alta intensidad (EIAI) está siendo muy utilizado debido a su efectividad y al menor tiempo de entrenamiento que este presenta. Sin embargo, según nuestros conocimientos no existen hasta la fecha estudios que demuestren el comportamiento del ritmo circadiano del cortisol en relación a un EIAI. El objetivo de este estudio, fue evaluar el comportamiento del cortisol salival, al aplicar una sesión de entrenamiento de intervalos de alta intensidad, en una población de hombres sanos, sedentarios, normopeso. **Métodos:** La muestra del presente estudio, estuvo compuesta por ocho hombres sanos, sedentarios y normopeso. Se les realizó una evaluación de la capacidad aeróbica máxima y la composición corporal. Posteriormente a cada uno de ellos realizó una sesión de Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad (10 repeticiones de 4 minutos al 90% de la velocidad del VO_2 peak, con un periodo de recuperación pasiva de 2 minutos). Se recolectaron muestras salivales en los siguientes horarios: ayuno, pre EIAI, post EIAI y a las 3, 6, 12, 24 y 36 horas post entrenamiento. **Resultados:** Se encontraron diferencias significativas entre Ayuno v/s Post EIAI, Pre EIAI v/s Post EIAI y Post EIAI v/s 3 horas, 6 horas, 12 horas, 24 horas, 36 horas posteriores al EIAI ($P < 0,0001$) **Conclusiones:** Según estos resultados, se pudo observar que posterior a la sesión de Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad, ocurre un aumento significativo del cortisol (150%). A las 3 horas post EIAI el cortisol salival vuelve a los valores de normalidad, y a las 6 horas post entrenamiento se acopla al ritmo circadiano. Por lo que desde el punto de vista fisiológico, considerando la concentración del cortisol, el sujeto estaría apto para realizar una nueva sesión de ejercicio.

Palabras claves: Estrés, EIAI, cortisol, ritmo circadiano.

ABSTRACT

Objective: Cortisol is a hormone used to measure the physical and psychological stress that is generated in the body. Lately high intensity interval training (HIIT) is being widely used because of its effectiveness and lower training time that this presents. However, to our knowledge, there are no studies to date that demonstrate the behavior of the circadian rhythm of cortisol in relation to a HIIT. The aim of this study was to observe the behavior of salivary cortisol while applying a session of high intensity interval training, in a population of healthy, sedentary, normal weighted men. **Methods:** The sample of this study consisted of eight healthy, sedentary and normal weighted men. They underwent an assessment of maximal aerobic capacity and body composition. Afterwards, each held a session of High Intensity Interval Training (10 repetitions of 4 minutes at 90% of the speed of their peak VO₂, with a period of passive recovery of 2 minutes) where pre- and post-training saliva samples were collected at the following times: fasting, pre-HIIT, post-HIIT and at 3, 6, 12, 24 and 36 hours post workout. **Results:** For the analysis and data tabulation, repeated measures ANOVA was used and significant differences between Fasting v/s Post HIIT, Pre HIIT v/s Post HIIT and Post HIIT v/s 3 hours, 6 hours, 12 hours, 24 hours, and 36 hours post HIIT ($P < 0.0001$) **Conclusions:** Based on these results, it was observed that after the session of High Intensity Interval Training, a significant increase in cortisol occurs (150%). At 3 hours post HIIT, salivary cortisol returns to normal values, and 6 hours post-training it's coupled to the circadian rhythm. So from a physiological point of view, considering the concentration of cortisol, the subject would be suitable for a new workout session.

Key Words: Stress, HIIT, cortisol, circadian rhythm.

GLOSARIO Y ABREVIATURAS

ANOVA: Análisis de varianza

ACTH: Hormona adrenocorticotropina

AVP: Arginina vasopresina

CBG: Proteína liberadora de corticoesteroides

CRH: Hormona liberadora de corticotropina

DC: Densidad Corporal

DE: Desviación estándar

EIAI: Entrenamiento de intervalos de alta intensidad

ELISA: Ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas

FC: Frecuencia cardiaca

FCmax: Frecuencia cardiaca máxima

HIIT: High intensity interval training

IMC: Índice de masa corporal

Kg: Kilogramo

ng/dl: Nanogramo por decilitro

ng/ml: Nanogramo por milímetro

nmol/l: Nanomol por litro

O₂: Oxígeno

mg/dl: Microgramo por decilitro

VO₂ max: Volumen de oxígeno máximo

Vo₂ peak: Punto máximo del consumo de oxígeno

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la actividad física está siendo utilizada con mayor frecuencia. Principalmente, debido a la variedad de beneficios que esta genera en la salud de las personas. El hecho de que población no tenga el tiempo adecuado para realizar esta actividad, ha influido en que aparezcan nuevos y distintos tipos de entrenamiento para conseguir objetivos específicos según el interés de quien práctica. Dentro de los que se destaca, el Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad (EIAI), siendo muy exitoso en los usuarios por su capacidad de generar cambios positivos en el organismo, con un menor volumen de entrenamiento entregando una estrategia eficiente en el tiempo.

Por otro lado tenemos que el cortisol es una hormona utilizada para medir el estrés tanto físico como psicológico, que se genera en el organismo. Y en relación con esto, se ha demostrado en diversos estudios que este entrenamiento representaría un estrés físico importante para el cuerpo humano. Por lo que los niveles de cortisol se podrían relacionar directamente con el sobreentrenamiento en las personas que realizan EIAI, lo que traerá consigo diversos efectos negativos de manera crónica como lo son: la disminución de la masa muscular, de la fuerza, la presencia de fatiga, entre otros. Esto podría generar una disminución del rendimiento deportivo y aumentar el riesgo de posibles lesiones.

Por otro lado, el EIAI se asemeja bastante a la exigencia que tienen las diversas disciplinas deportivas, al tener cambios constantes de intensidad en su práctica. Con esta intervención podemos evidenciar que ocurre con el cortisol en el EIAI y así determinar la dosificación adecuada, entre cada sesión de entrenamiento.

El cortisol tiene un ciclo circadiano, con episodios secretores a lo largo del día, con concentraciones más altas al despertarse y declinando durante el día.

Sin embargo, según nuestro conocimiento no hay estudios hasta la fecha que evidencien la relación entre el EIAI y la cinética de la concentración salival del cortisol, por lo que sería importante para todos los profesionales del área de la salud y del deporte, evidenciar el tiempo que demora este en volver a sus niveles basales y obtener con ello, la información necesaria para determinar un tiempo de descanso adecuado en los pacientes, entre cada sesión. Y así, disminuir la incidencia del sobreentrenamiento, el cual podría provocar una disminución del rendimiento en las sesiones futuras.

CAPÍTULO 1.

MARCO TEÓRICO

ESTRÉS INDUCIDO POR EJERCICIO

El estrés se describe como los estímulos físicos o emocionales, que perturban la homeostasis del organismo, produciendo finalmente, cambios psicológicos y fisiológicos en el cuerpo humano (Doan, Newton, Kraemer, Kwon, & Scheet, 2007; Fryer et al., 2012; Kim et al., 2010).

El estrés es un conjunto de eventos que consta de un estímulo (factor estresante) que precipita una reacción en el cerebro (la percepción del estrés) la cual activa los sistemas fisiológicos de lucha o huida en el cuerpo (respuesta al estrés) (Moreira A, Nakamura F, Drago M, Aoki M, 2012).

La respuesta a dicho estímulo depende de la naturaleza, intensidad, frecuencia y otros parámetros del factor de estrés, que podrían explicar la gran variabilidad que presentan los diversos sujetos en estudio (Balthazar, Garcia, & Spadari-Bratfisch, 2012; Sari-Sarraf, Reilly, & Doran, 2006).

Una respuesta al estrés en el ser humano implica un aumento en la activación del eje simpaticoadrenal, lo que provocara una liberación de catecolaminas y del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, que dará como resultado una liberación de cortisol en los seres humanos (Doan et al., 2007; Edwards, Wetzel, & Wyner, 2006; Kim et al., 2010; A. F. Moreira A, Bosco de Oliveira Y, Da Silva D, Cavalcanti V, 2009; F. C. Moreira A, Nakamura F, Drago G, Drago M, Aoki M, 2012; Moreira, Arsati, de Oliveira Lima Arsati, da Silva, & de Araujo, 2009; Webb H, 2012).

Se puede observar que los hombres y mujeres tienen distintas respuestas al cortisol, en el estudio de Wang y cols. (2007) determinaron que existe una mayor respuesta del eje simpaticoadrenal en hombres que en mujeres, utilizando estresores psicosociales basados en el rendimiento, tales como el hablar en público. Esta mayor capacidad de respuesta simpaticoadrenal en los hombres, puede asociarse con el desarrollo de enfermedad cardiovascular, la agresión y la supresión inmune (Wang et al., 2007).

Las mujeres que se encuentran en la fase del ciclo menstrual, la menopausia o el embarazo, pueden tener efectos marcados sobre las respuestas al estrés fisiológico. En particular, se ha demostrado que el estrógeno puede amortiguar la activación simpática y del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (Wang et al., 2007).

Estas diferencias en los resultados experimentales, exponen las diversas respuestas frente al estrés en función del género, que puede depender del tipo de factor estresante, del procedimiento y del estado del sujeto (Wang et al., 2007).

CORTISOL

El cortisol es el principal glucocorticoide producido por la corteza suprarrenal, que es sintetizado principalmente en la zona fasciculada y en menor cantidad en la zona reticular (Consitt, Copeland, & Tremblay, 2002; Chiappin, Antonelli, Gatti, & De Palo, 2007; Edwards & Casto, 2013; Edwards et al., 2006; Fryer et al., 2012; Haneishi et al., 2007; Papacosta & Nassis, 2011; Tsai et al., 2012; Turpeinen & Hamalainen, 2013).

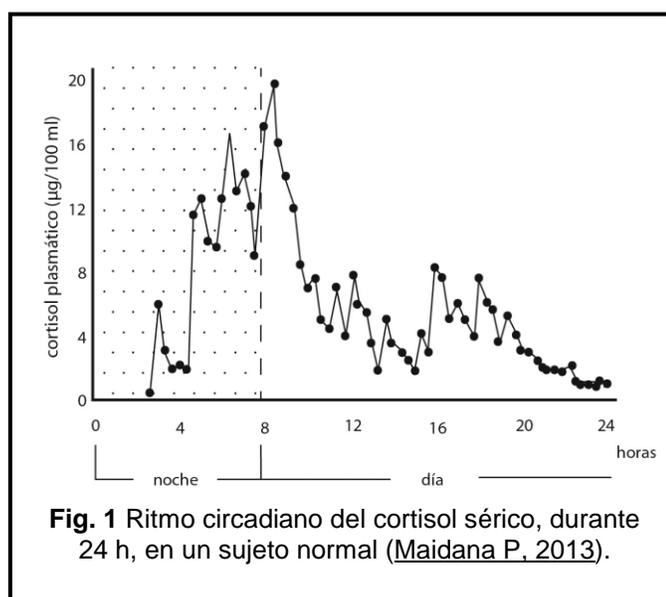
Síntesis y secreción de cortisol

La hormona adrenocorticotropina (ACTH) es secretada mediante la estimulación de la Arginina Vasopresina (AVP) a nivel central, y mediante la estimulación de la hormona liberadora de corticotropina (CRH). La CRH es secretada por el hipotálamo y actúa sobre las células corticotropas de la hipófisis anterior para producir la secreción de ACTH, que a su vez actúa sobre las células de la corteza suprarrenal para estimular la síntesis y secreción de cortisol. Una vez liberado, el cortisol es tomado por una variedad de tejidos tales como el músculo esquelético, el tejido adiposo y el hígado (Costanzo, 2011; Haneishi et al., 2007; Moreira et al., 2009; Turpeinen & Hamalainen, 2013).

Respecto a la regulación de la secreción del cortisol, este ejerce una retroalimentación negativa en tres puntos del eje hipotálamo-hipófisis: I) El cortisol inhibe directamente la secreción de CRH del hipotálamo, II) El cortisol inhibe indirectamente la secreción de CRH por su efecto sobre las neuronas del hipocampo, III) El cortisol inhibe la acción de la CRH sobre la hipófisis anterior lo que finaliza en la inhibición de la secreción de ACTH (Cevada, Vasques, Moraes, & Deslandes, 2014; Costanzo, 2011; Haneishi et al., 2007; McGuigan, Egan, & Foster, 2004; Turpeinen & Hamalainen, 2013).

El cortisol presenta un ritmo circadiano característico en una persona con periodos de sueño/vigilia estables (Fig. 1), presentándose con episodios secretores a lo largo de las 24 horas del día. La concentración de cortisol es más alta al despertarse y declina durante el día, encontrándose las menores tasas de secreción durante la medianoche, luego sus niveles suben de forma gradual en las fases posteriores al sueño para volver a tener un peak al despertar. Un aumento adicional en la secreción de cortisol se produce en los primeros minutos después de despertar (20-45 min), esto da cuenta de la mitad de la secreción diaria total de cortisol. Dicho ritmo circadiano puede modificarse alterando el patrón del sueño, solo si esto persiste por varios días y también se ve modificado por los ciclos de luz y oscuridad así como también por el estrés. En el estudio de Maidana y cols. (2013) se determinó como referencia los siguientes valores de cortisol salival: matutino entre 1,9 – 19 nmol/l y nocturno en un rango hasta 7 nmol/l (Balthazar et al., 2012; Costanzo, 2011; Dimitriou, Sharp, & Doherty, 2002; Turpeinen & Hamalainen, 2013).

La concentración de cortisol difiere entre sangre y saliva. En saliva suele ser 3-30 nmol/L y en sangre los valores son entre 200-800 nmol/L (Papacosta & Nassis, 2011; VanBruggen et al., 2011).



Transporte del cortisol

El cortisol circula en sangre principalmente unido a la proteína liberadora de corticoesteroides (CBG) y en menor cantidad a la albumina. Se determinó que aproximadamente el 80% del cortisol se une a la CBG en el plasma, mientras que un 10-15% se une a la albumina, y aproximadamente el 5% circula en estado libre, que es considerado biológicamente activo (Bright & Darmaun, 1995; Chiappin et al., 2007; Turpeinen & Hamalainen, 2013).

Acciones biológicas y funciones del cortisol

El cortisol es una hormona catabólica que estimula la gluconeogénesis y almacena el glucógeno. También afecta el metabolismo de las proteínas, grasas e hidratos de carbono de modo coordinado para aumentar la síntesis de glucosa. Esta hormona aumenta el catabolismo proteico en el músculo y disminuye la síntesis de nuevas proteínas, proporcionando con esto, una producción mayor de aminoácidos al hígado para la gluconeogénesis (Consitt et al., 2002; Cook, Crewther, & Smith, 2012; Costanzo, 2011; B. T. Crewther, Cook, Cardinale, Weatherby, & Lowe, 2011; Doan et al., 2007; Edwards & Casto, 2013; Moreira et al., 2012).

Dentro de sus funciones tenemos que actúa como un agente anti-inflamatorio, deprime el sistema inmunológico, mantiene la sensibilidad vascular a las catecolaminas, inhibe la formación ósea y aumenta la filtración glomerular (Costanzo, 2011).

El cortisol se ha utilizado como marcador fisiológico en respuesta al estrés físico o psicológico. Debido a que el ritmo de esta hormona puede ser interrumpido y la concentración de esta se puede ver alterada por diversos factores de estrés, además de las influencias ambientales como son las temperaturas extremas, la baja condición socioeconómica, enfermedades inflamatorias crónicas y el ejercicio físico (Balthazar et al., 2012; Bright &

Darmaun, 1995; Edwards & Casto, 2013; Moreira et al., 2009; Moreira et al., 2012; van der Meij et al., 2012; VanBruggen, Hackney, McMurray, & Ondrak, 2011).

En la sociedad moderna, el estrés psicosocial y profesional, contribuyen a una activación crónica del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, la interacción de las hormonas del estrés resultantes de la combinación del estrés físico y psicológico ha evidenciado que pueden aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares, metabólicas y trastornos inmunológicos (Mortatti et al., 2012).

Cuando la secreción de cortisol se vuelve excesiva, producto de un estrés severo o ansiedad, puede resultar en niveles desproporcionados de esta hormona en el metabolismo e incluso puede provocar enfermedades que pongan en peligro la vida (Kim et al., 2010).

Dada la función catabólica del cortisol, la activación prolongada de esta hormona tiene consecuencias nocivas en el organismo, tales como: disminución de la masa corporal magra, aumento de la masa grasa, resistencia a la insulina, lo que puede contribuir al riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares (Webb H, 2012). Además en el estudio de Marcell y cols. (2003) se vio que dicha hormona, aumenta levemente con la edad y puede contribuir al acumulo de tejido adiposo asociado al envejecimiento (Marcell, 2003).

Algunos estudios, han utilizado esta hormona para determinar el estrés fisiológico durante una, o repetidas sesiones de ejercicio, puesto que se ha comprobado que es un indicador de estrés tanto en el entrenamiento agudo, como crónico (Jimenez, Aguilar, & Alvero-Cruz, 2012; Moreira et al., 2009).

En el estudio de Kim y cols., se pudo observar que un aumento en el nivel del fitness cardiorespiratorio es recomendado a menudo como una estrategia para reducir estos riesgos, debido a que se ha demostrado que los hombres que

entrenan, presentan respuestas al cortisol significativamente inferiores en comparación con los no entrenados (Kim et al., 2010).

En el estudio de Handziski y cols. (2006) se observó cómo influye el cortisol en el sobreentrenamiento, llegando a la conclusión de que una de las principales razones de este síndrome son los cambios en el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal. Se comprobó que se debía a una reducción de la respuesta de la hormona liberadora de corticotropina (CRH) o pequeñas respuestas del cortisol al ejercicio. Siendo los últimos los principales cambios hormonales relacionados con la disminución del rendimiento y la fatiga (Consitt et al., 2002; Handziski et al., 2006; Papacosta & Nassis, 2011).

Muestra Salival de Cortisol

La composición de la saliva durante el ejercicio es influenciada por el sistema nervioso autónomo y por el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (Moreira et al., 2009).

Dado que el cortisol es de bajo peso molecular, la parte de la hormona que no está unida a proteínas transportadoras -cortisol libre-, puede entrar en los fluidos corporales a través de difusión pasiva. Con esto, es posible medir los niveles de cortisol libre en todos los fluidos, como por ejemplo en la saliva (Turpeinen & Hamalainen, 2013; VanBruggen et al., 2011).

Se observaron glucocorticoides en saliva, independientemente de la velocidad de flujo que presentaban los sujetos de estudio (Moreira et al., 2009; Sari-Sarraf et al., 2006).

La muestra de cortisol salival parece proveer una mejor medida que la sanguínea en respuesta al estrés, debido a que la primera es más precisa y refleja la cantidad de cortisol libre que es biológicamente activo. Por lo que una alternativa más viable, precisa y practica de medir los niveles de cortisol es

mediante una muestra salival, en razón de que por su naturaleza no invasiva, evita el estrés que causa la técnica de extracción de sangre (punción venosa), y como es menos estresante, reduce los niveles elevados de manera artificial causados por el estrés psicológico, y permite con mayor facilidad una recolección de múltiples muestras. A su vez no depende de profesionales de la salud calificados para tomar las muestras (Balthazar et al., 2012; B. Crewther, Cronin, Keogh, & Cook, 2008; Chiappin et al., 2007; Fryer et al., 2012; McGuigan et al., 2004; Moreira et al., 2009; Sari-Sarraf et al., 2006; Tsai et al., 2012; Turpeinen & Hamalainen, 2013; VanBruggen et al., 2011).

Estos y otros hallazgos han permitido la medición no invasiva del estrés fisiológico y psicológico durante una actividad deportiva (Doan et al., 2007).

Con respecto al almacenamiento de la saliva y el cortisol salival, se ha podido ver que esta hormona a temperatura ambiente, puede disminuir su concentración en un 9,2% por mes, pero a una temperatura de 5°C no debería apreciar cambios significativos en su concentración por un tiempo de 3 meses (Chiappin et al., 2007).

Cortisol y ejercicio físico

Los deportistas se someten constantemente a una amplia gama de factores de estrés, ya sea en contextos fisiológicos o psicológicos. Dentro de estos factores de estrés, se encuentra la presión que sufren para lograr los resultados óptimos, el medio ambiente relacionado con las competencias oficiales, la importancia de la competencia, entre otros. También se ha evidenciado que la carga de entrenamiento a la que se someten diariamente es una de las principales fuentes de estrés fisiológico (B. Crewther et al., 2008).

En la competencia, se provocan factores psicológicos de estrés adicionales, además de la demanda física que esta genera, por lo que se ven aumentadas las respuestas hormonales del estrés, como lo es en el caso del cortisol (Balthazar et al., 2012; Doan et al., 2007; Jimenez et al., 2012).

La capacidad de respuesta del cortisol al ejercicio se correlaciona con el nivel de rendimiento de un deportista, esto se evidencio en el estudio de Balthazar y cols. (2012) en donde se vio que la concentración de cortisol salival en la mañana antes de competir, puede predecir el rendimiento deportivo. En el mismo estudio se observó que el nivel de entrenamiento de cada sujeto podría afectar la concentración basal de cortisol (Balthazar et al., 2012).

Durante una competición, la concentración de cortisol aumenta inmediatamente después de que esta termina, y se normaliza alrededor de las 24 horas. El peak de cortisol se consigue 20 minutos post ejercicio en sangre y a los 30 minutos en saliva. Los valores van entre 500-600 nmol/l de cortisol en saliva post ejercicio (Lewis, 2006; Moreira et al., 2009; Papacosta & Nassis, 2011). Por otro lado, en el estudio de Doan y cols. (2007) se observó que peak de concentración salival de cortisol, se encuentran entre los 30 a 45 minutos después del estímulo, y permanece elevado durante 60 a 90 minutos posterior al mismo (Doan et al., 2007).

Respecto al ejercicio, los cambios en la concentración de cortisol parecen estar afectados por varios mecanismos como son: la estimulación del sistema nervioso simpático, estimulación de la secreción del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, aumento de la temperatura corporal, cambios en el ph de la sangre, la hipoxia, la acumulación del lactato y el estrés mental. La alta concentración de cortisol salival, sumada a un aumento de la viscosidad de la saliva, se observó que es un indicador de la activación del sistema nervioso simpático (Farzanaki P, 2008).

Se ha investigado que las concentraciones de cortisol aumentan significativamente antes de la competencia o durante esta, en una amplia variedad de deportes que requieren un esfuerzo físico, como son el fútbol, voleibol, triatlón, golf, judo y remo, así como también en el ajedrez japonés. Esta variabilidad en los

niveles de cortisol se ha evidenciado tanto en hombres como en mujeres (Balthazar et al., 2012; Consitt et al., 2002; Doan et al., 2007; Edwards et al., 2006; Haneishi et al., 2007; Kim et al., 2010; Sari-Sarraf et al., 2006; van der Meij et al., 2012).

Un efecto beneficioso del aumento de la concentración de cortisol durante la competencia, es que este es necesario para mantener la presión arterial normal y desempeña un papel regulatorio en las arteriolas, ya que se requiere para la respuesta vasoconstrictora de estas en relación a las catecolaminas (Costanzo, 2011; Edwards et al., 2006).

El estrés de una competencia, aumenta los niveles de cortisol en comparación con un ejercicio de laboratorio. Por lo que estos no son comparables, principalmente por que la competencia real crea una mayor demanda fisiológica y psicológica (Haneishi et al., 2007; Moreira et al., 2009).

Cinética de la respuesta del cortisol al ejercicio

Se puede ver que el comportamiento del cortisol durante el ejercicio es variable, ya que depende de la intensidad y duración del ejercicio. En el estudio de Hill y cols. (2008) se pudo comprobar que con una intensidad $\geq 60\%$ del VO_2 max en un ejercicio de intervalos de alta intensidad, que tenga una duración entre 20 y 30 minutos, puede generar un aumento de un 11,8% en los niveles de cortisol en sangre (Hill et al., 2008; Papacosta & Nassis, 2011).

Por otro lado, en el estudio realizado por Haneishi y cols. (2007) los autores plantearon que un ejercicio de intensidad moderada a alta (60% - 80% VO_2 max), provocaría aumentos significativos en los niveles de cortisol circulante. En cambio, el ejercicio de baja intensidad (40% VO_2 max) no generaría aumentos significativos del cortisol (Haneishi et al., 2007).

El cortisol demuestra que es sensible a la intensidad del ejercicio, ya que con intensidades superiores al 80% del VO_2 max, existirá un aumento significativo en los niveles de cortisol (Webb H, 2012).

ENTRENAMIENTO DE INTERVALOS DE ALTA INTENSIDAD

El Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad más conocido como HIIT (high intensity interval training), es un ejercicio de resistencia, que se caracteriza por tener intervalos de corta duración a una alta intensidad, con periodos de descanso o recuperación de una intensidad moderada a baja (Gibala & Jones, 2013; Gillen & Gibala, 2014; Little & Francois, 2014; Logan, Harris, Duncan, & Schofield, 2014; Shiraev & Barclay, 2012).

El EIAI se caracteriza por tener acciones de alta intensidad, que pueden ir de 5 a 10 segundos, hasta 5 a 10 minutos, que se intercalan con periodos de recuperación, activos o pasivos. En cuanto a la duración, esta puede variar de acuerdo a la meta que se quiere alcanzar (Di Blasio et al., 2014).

El EIAI puede variar de gran manera, las adaptaciones fisiológicas específicas que son provocadas por esta forma de entrenamiento, hace posible determinar la intensidad, duración y el número de intervalos realizados, así como también el tiempo y la modalidad de la recuperación (Gibala & Jones, 2013).

Este tipo de entrenamiento se puede modificar fácilmente de acuerdo a la aptitud física de la persona, es decir, se puede adaptar a condiciones especiales como el sobrepeso, la insuficiencia cardiaca o la diabetes entre otras. Esta modalidad de ejercicio, se ha aplicado en diversos deportes, como el ciclismo, natación, caminata, entrenamiento acuático y ejercicios en grupo (Shiraev & Barclay, 2012).

Dentro de los efectos a corto plazo que puede provocar el EIAI, se ha evidenciado que es un potente estimulador que induce a una adaptación fisiológica muy similar a la que produce un entrenamiento continuo, a pesar de que su volumen y su tiempo de entrenamiento sea significativamente menor (Gibala & Jones, 2013; Gillen & Gibala, 2014; Shiraev & Barclay, 2012; Skelly et al., 2014).

Este tipo de entrenamiento, tiene una amplia gama de beneficios cardiometabólicos dentro de los que se encuentran: aumento en el VO_2 max, aumento de la sensibilidad a la insulina, disminución de la masa grasa, aumento de la masa magra, aumento de la oxidación de grasas, disminución del colesterol total y LDL, aumento del colesterol HDL. Esto demostraría que sería beneficioso en diversos pacientes como lo es en el caso de los que presentan sobrepeso, diabetes mellitus o síndrome metabólico. Este tipo de entrenamiento puede provocar estos cambios de manera más rápida y en menor tiempo que los entrenamientos tradicionales (Astorino, Schubert, Palumbo, Stirling, & McMillan, 2013; Gibala & Jones, 2013; Gillen & Gibala, 2014; Logan et al., 2014; Shiraev & Barclay, 2012). Así también, en el estudio de Logan y cols. (2014) se observó que entre de los efectos agudos del EIAI, se encontraba un aumento de la lipoproteinlipasa por un aumento de la sensibilidad de la insulina y una disminución de esta en el plasma (Logan et al., 2014).

Entre los diversos efectos positivos que son provocados por un EIAI, se encuentra: aumento de la biogénesis mitocondrial tanto a nivel agudo como crónico, aumento en el contenido de proteínas enzimáticas y una mayor tasa de oxidación de hidratos de carbono (Gibala & Jones, 2013; Gillen & Gibala, 2014; Jimenez et al., 2012; Peake et al., 2014).

En el estudio de Tjonna y cols. (2013), se pudo ver que un programa de entrenamiento de intervalos que consta de 10 minutos de calentamiento, seguidos de intervalos de 4 minutos al 90% de la FC max, con 3 minutos de recuperación activa al 70% de la FC max, realizado 2-3 veces por semana durante 8-16 semanas mejorara el VO_2 max de un 16 – 46% (Tjonna et al., 2013).

El estudio de Peake y cols. (2014), demostró que al momento de realizar un EIAI, los valores de lactato en sangre, son mayores a los que se presentan en un entrenamiento continuo de moderada intensidad de

aproximadamente 60 minutos de duración. También se evidenció que los valores de las concentraciones de glucosa y ácidos grasos libres en sangre, aumentaban de igual manera en los dos tipos de entrenamientos mencionados anteriormente (Jimenez et al., 2012; Peake et al., 2014). Posterior al EIAI, se encontró que los valores de lactato se mantuvieron elevados por un periodo de una hora, mientras que los niveles de ácidos grasos libres en sangre se mantuvieron elevados durante un periodo de dos horas sin presentar diferencias significativas con un ejercicio continuo de moderada intensidad (Peake et al., 2014).

En cuanto a los mecanismos que provocan una mejora en el rendimiento, visto de forma posterior a este tipo de entrenamiento, se pudo corroborar que las respuestas de los sujetos altamente entrenados son muy diferentes a los menos entrenados. En los segundos, se puede apreciar un aumento de la actividad de las enzimas mitocondriales, a diferencia de lo que sucede con los altamente entrenados. En los primeros, se ve que los cambios provocados son inducidos por la actividad de la bomba Na^+/K^+ , lo cual ayuda en la excitación celular y a la producción de fuerza, retrasando la fatiga durante el ejercicio intenso (Gibala & Jones, 2013).

Entrenamiento de intervalos de alta intensidad y cortisol

En el estudio de Engel y cols. (2014), se determinó que en adultos, posterior a una sesión de este entrenamiento, ocurre un aumento de los niveles de cortisol plasmático (Engel et al., 2014).

Por su parte, el estudio de Peake y cols. (2014) demostró que la ACTH, la adrenalina y el cortisol, aumentan en mayor medida en el EIAI, que en el entrenamiento continuo (Peake et al., 2014). En el mismo estudio se observó, que el cortisol regula el metabolismo de las proteínas. Mientras que junto con la hormona del crecimiento y las catecolaminas estimulan la lipólisis (Peake et al., 2014).

CAPÍTULO 2.

INVESTIGACIÓN

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El Cortisol es un marcador de estrés tanto físico como psicológico. Sus niveles se pueden relacionar directamente con el sobreentrenamiento en las personas que realizan diversos tipos de ejercicio, lo que traerá efectos negativos, entre los que destacaría una disminución de la masa muscular, la fatiga, entre otras. Dichos efectos negativos aumentan el riesgo de futuras lesiones. Según nuestros conocimientos, no hay estudios hasta la fecha que evidencien la relación entre el Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad y la cinética de la concentración salival del cortisol, por esto, se hace relevante evidenciar cuanto se demoraría esta hormona en volver a sus niveles basales, y a raíz de ello, determinar el tiempo de descanso adecuado entre cada sesión desde el punto de vista del cortisol.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La concentración salival de cortisol posterior a una sesión de Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad en sujetos sanos, sedentarios y normopeso retorna a sus niveles basales posterior a las 3 horas?

HIPÓTESIS

H1: Al realizar una sesión de Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad, los niveles del cortisol tardaran más de 3 horas en volver a sus niveles basales.

H0: Al realizar una sesión de Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad, los niveles de cortisol tardaran menos de 3 horas en volver a sus niveles basales.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la cinética de la concentración salival de cortisol previo y posterior a una sesión de Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad en hombres sanos, sedentarios y normopeso.

Objetivos Específicos:

- Cuantificar el estrés fisiológico provocado por una sesión de Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad
- Determinar los cambios en las concentraciones de cortisol salival antes y después de una sesión entrenamientos de intervalos de alta intensidad
- Determinar la capacidad aeróbica máxima de los sujetos estudiados
- Determinar la composición corporal de los sujetos estudiados

CAPÍTULO 3.

MATERIALES Y METODO

1. Diseño de Investigación

El enfoque de este estudio es de tipo cuantitativo. El alcance es exploratorio. El diseño de esta investigación, tiene un enfoque experimental, cuya finalidad es analítica y una secuencia temporal longitudinal de tipo prospectiva.

2. Selección de la muestra de estudio

Universo

El universo está conformado por todos los Estudiantes de la Universidad Finis Terrae. La población está compuesta por todos los hombres entre 18 y 30 años que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión.

Tipo de muestreo

El tipo de muestreo es no probabilístico, por conveniencia.

Tamaño de la Muestra

La muestra se compone de 8 hombres, todos estudiantes de la Universidad Finis Terrae entre 18 y 30 años.

Criterios de Inclusión

- Hombres entre 18 y 30 años
- Estudiantes de la Universidad Finis Terrae

- Sanos
- Sedentarios
- Normopeso (IMC 18– 24,9)

Criterios de Exclusión

- Presencia de alguna patología de base que afecte los niveles de cortisol
- Presencia de tratamiento farmacológico que afecte los niveles de cortisol
- Presencia de alguna lesión musculoesquelética

Metodología de Intervención

Para la obtención de estos datos, se seleccionó la muestra según los criterios de inclusión y exclusión. Posterior a esto se definió la fecha de evaluación de la capacidad aeróbica máxima y composición corporal.

Al momento de la evaluación los participantes leyeron y firmaron un consentimiento informado que explicaba la naturaleza del estudio (Anexo N°1).

Los datos de la evaluación y procedimientos fueron registrados en la ficha de cada uno de los participantes (Anexo N°3)

La siguiente instancia, fue una sesión de familiarización de la toma de muestra salival, y se agendo el día de entrenamiento.

El día del entrenamiento, los sujetos comenzaron la recolección de la muestra salival en su domicilio, la cual correspondía a la muestra de ayuno (7:00 hrs). Llegando a la universidad, todos los sujetos recibieron una colación que consistía en: un jugo, un queque y un yogurt. Después se realizó el Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad y se fue monitorizando las muestras salivales de

cada uno de los sujetos. No se controló la ingesta de alimentos y la hidratación de los sujetos en los días de intervención.

3. Variables del Estudio

Variables Independientes:

Sesión de entrenamiento de intervalos de alta intensidad:

Definición conceptual: Ejercicio endurance en cicloergometro de piernas que se caracteriza por tener intervalos de corta duración y alta intensidad, con periodos de recuperación incompletos (Gibala & Jones, 2013).

Definición operacional: Se realizaran 10 repeticiones de 6 minutos que se dividirán en: 4 minutos al 90% de la velocidad del VO₂ peak y 2 minutos pausa incompleta de manera pasiva (Perry, Heigenhauser, Bonen, & Spriet, 2008).

Capacidad Aeróbica

Definición conceptual: Es la magnitud del volumen de trabajo que se puede realizar por la vía aeróbica (Martinez E, 1985).

Definición operacional: Esta será evaluada mediante un test maximal progresivo de consumo máximo de oxígeno que se realizara en cicloergometro de piernas, en donde se comenzara con una carga inicial de 50 Watts y se irá incrementando en 20 Watts cada 2 minutos. El indicador será:

- VO₂ Peak

Definición conceptual: Es el punto máximo del consumo de oxígeno, al máximo nivel tolerado de ejercicio por un sujeto (Loftin, Sothorn, Warren, & Udall, 2004).

Definición operacional: Esto será obtenido mediante un analizador de gases, mientras el sujeto realiza un esfuerzo progresivo hasta el agotamiento, lo que será expresado en ml/kg/min.

Composición Corporal

Definición conceptual: Es el fraccionamiento del peso corporal en distintos compartimentos (Cortell-Tormo J, 2010).

Definición operacional: Esto será evaluado mediante:

- **Peso**

Definición conceptual: Volumen del cuerpo expresado en kilogramo (Cortell-Tormo J, 2010).

Definición operacional: Kilogramo (kg) obtenido mediante una báscula de electrónica.

- **Talla**

Definición conceptual: La longitud de la planta de los pies a la parte superior del cráneo expresada en centímetros (cm) (Cortell-Tormo J, 2010).

Definición operacional: Medición en centímetros (cm), utilizando una cinta métrica adosada a una estructura firme.

- **Pliegues**

Definición conceptual: Corresponde al espesor de una capa doble de piel y tejido adiposo subcutáneo en puntos específicos del cuerpo (Jackson & Pollock, 1978).

Definición operacional: Se determinara mediante la utilización de un plícometro, usando los siguientes pliegues (pectoral, abdomen y muslo). Lo que se llevara a la ecuación de Jackson Pollock para determinar la

densidad corporal (DC), para determinar el porcentaje de grasa corporal a través de la ecuación de Siri (Jackson & Pollock, 1978).

Jackson y Pollock

$$DC = 1.1098 - (0.0008267 \sum 3 \text{ pliegues}) + 0.0000016 (\sum 3 \text{ pliegues})^2 - (0.0002574 \times \text{Edad})$$

Ecuación de Siri

$$\%GC = [(4.95/DC) - 4,5] \times 100$$

Variable Dependiente:

Cortisol Salival

Definición conceptual: Concentración de cortisol por volumen de saliva (Aguilar M., 2014).

Definición operacional: El cortisol será obtenido mediante una muestra salival, que posteriormente se centrifugara y a través del test de ELISA (DRG) se determinara su valor obtenido en ng/ml.

Indicadores: Valores esperados

- 8:00 – 10:00 hrs= 50 ng/ml – 230 ng/ml (138-635 nmol/L)
- 16:00 hrs= 30 ng/ml – 150 ng/ml (82.8 – 414 nmol/L)

Frecuencia Cardiaca Máxima

Definición conceptual: Límite teórico que corresponde al máximo de pulsaciones que se alcanza en una prueba de esfuerzo sin comprometer la salud (Martínez E, 1985).

Definición operacional: Esta será determinada a través de la fórmula de la frecuencia máxima teórica ($FC_{max} = 220 - \text{edad}$).

Al realizar la sesión de intervalos de alta intensidad, los sujetos utilizarán un monitor cardíaco marca Timex, para controlar la frecuencia cardíaca según la intensidad del entrenamiento determinada para cada uno.

Percepción de Esfuerzo

Definición conceptual: Es una valoración subjetiva que indica la opinión del sujeto respecto a la intensidad del trabajo realizado (Burkhalter N, 1996).

Definición operacional: Esto será obtenido a través de la escala de esfuerzo percibido modificada (0-10). Para esto se utilizará una escala impresa que se le irá mostrando a los sujetos a medida que avanza la sesión de ejercicio (Anexo N°2).

Variables Desconcertantes:

Dentro de las variables desconcertantes se encontraron:

- La motivación.
- El compromiso que tendrá cada uno de los sujetos con el estudio.
- El ciclo circadiano de cada uno de los sujetos, el cual puede generar un impacto sobre la concentración salival de cortisol (lo que será controlado midiendo a todos los participantes en el mismo horario).
- La carga académica que podría presentar cada uno de los sujetos, ya que esto podría alterar la concentración de cortisol en alguno de los horarios de la toma de muestra.
- La asistencia de los sujetos al entrenamiento y su cumplimiento con los horarios de las tomas de muestra salival.

- La experiencia de los encargados de aplicar las evaluaciones y el entrenamiento

4. Procedimiento

Evaluación Composición Corporal:

Se midió el peso corporal y la estatura de cada uno de los sujetos de este estudio, y con esto se determinó el índice de masa corporal (IMC).

Además se realizó una medición de pliegues corporales (Dynatron), tomando como referencia los siguientes pliegues: pectoral, abdomen y muslo. Aquellos, serán utilizados en la ecuación de Jackson Pollock para determinar la densidad corporal y calcular el porcentaje de grasa corporal de cada uno de ellos a través de la ecuación de Siri (Jackson & Pollock, 1978).

Evaluación Capacidad Aeróbica:

Se realizó un test maximal e incremental en cicloergometro de piernas (LifeFitness, Lifecycle 9500HR Dovetail Recumbert Bike), para determinar el VO_2 peak de los sujetos de estudio. El test comenzó con una carga de 50 Watts por los primeros 2 minutos, la que se fue incrementando en 20 Watts cada 2 minutos, hasta que el agotamiento voluntario. Se alentó verbalmente a cada uno de los sujetos para que dieran su máximo esfuerzo.

Se determinó la frecuencia cardiaca máxima teórica de cada uno de los sujetos. Simultáneamente se midió la frecuencia cardiaca y la percepción de esfuerzo, dejando un registro de estas mediciones cada 2 minutos durante la evaluación. Estas mediciones se realizaron a través de un monitor cardiaco (Timex) y se utilizó la escala de esfuerzo percibido (0-10), para cuantificar el estrés físico que estaba sintiendo la persona al momento de realizar la evaluación del consumo máximo de oxígeno (Anexo N°2).

Estas evaluaciones fueron realizadas en el Laboratorio de Ciencias del Ejercicio de la Universidad Finis Terrae, para lo cual se solicitó autorización mediante una carta (Anexo N°4). Los datos fueron registrados en la ficha de cada

uno de los participantes, permitiéndonos caracterizar nuestra muestra (Anexo N°3).

Entrenamiento:

El protocolo de Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad, se realizó en cicloergometro de piernas (LifeFitness, Lifecycle 9500HR Dovetail Recumbert Bike), el cual constaba de 10 repeticiones de 4 minutos al 90% de la velocidad del VO₂ peak, con un periodo de recuperación incompleto de manera pasiva de 2 minutos (Perry et al., 2008).

Al momento de realizar este entrenamiento, simultáneamente se midió la frecuencia cardiaca y la percepción de esfuerzo terminados los 4 minutos al 90% del VO₂ peak y posteriormente a los 2 minutos de reposo, dejando un registro de estas mediciones en la ficha de cada participante (Anexo N°3). Estas mediciones se realizaron mediante un monitor cardiaco (Timex) y además se utilizó la Escala de Percepción de Esfuerzo (RPE 0-10), con tal de cuantificar el estrés físico al que está sujeto la persona durante el entrenamiento (Anexo N°2).

Este se realizó en el Gimnasio de Kinesiología de la Universidad Finis Terrae, para lo que se solicitó autorización mediante una carta (Anexo N°4).

Protocolo de recolección de datos

Todos los individuos participaron en una sesión de familiarización de la toma de muestra salival un día antes de empezar el estudio. Previo a cada toma de muestra, los sujetos realizaran un enjuague de su boca con agua destilada. Las muestras salivales se recogieron en los siguientes horarios para todos los participantes por igual:

- Ayuno (7:00)
- Antes del entrenamiento (9:00)
- A los 30 minutos posterior al entrenamiento (10:30)
- A las 3 horas posterior al entrenamiento (13:00)

- A las 6 horas posterior al entrenamiento (16:00)
- A las 12 horas posterior al entrenamiento (22:00)
- A las 24 horas posterior al entrenamiento (10:00)
- A las 36 horas posterior al entrenamiento (22:00)

Para cada una de estas muestras, los participantes estuvieron sedente, con los ojos abiertos, la cabeza inclinada ligeramente hacia adelante y haciendo movimientos orofaciales mínimos. Después de esto, se recogieron 5 ml de saliva en tubos de centrifuga estériles de 15 ml durante un periodo de 5 minutos, las que fueron almacenadas a -20° C hasta ser analizadas.

Finalmente las muestras y reactivos se descongelaron solo una vez, hasta alcanzar una temperatura ambiente (22°C) y se centrifugaron a 2000 revoluciones por minuto antes de ser analizadas.

Medición de cortisol

El cortisol se determinó utilizando el test de ELISA mediante el kit de cortisol DRG proveniente de Alemania. Esto, de acuerdo a las instrucciones del fabricante, con el que se puede determinar la cantidad de cortisol que se encuentra en cada una de las muestras recogidas.

Plan Estadístico

Posterior al análisis de los datos, la información obtenida fue recopilada en una planilla Excel.

La muestra de este estudio fue caracterizada en: edad, composición corporal (talla, peso, IMC y porcentaje de grasa) capacidad aeróbica máxima (VO₂ peak y frecuencia cardiaca máxima).

Para el análisis de los datos de esta investigación se utilizó el software de análisis estadístico GraphPad Prism 5 (EEUU).

Los resultados fueron analizados según el test Shapiro-wilk para ver la distribución normal de los datos. Se utilizó ANOVA de una vía para medidas repetidas, con tal de determinar la diferencia entre los datos obtenidos en las diversas mediciones de cortisol salival. Para la estadística de nuestro proyecto se utilizó un nivel de significancia de un $\alpha=0,05$.

Los datos son presentados en el texto mediante promedio \pm desviación estándar.

CAPÍTULO 4.

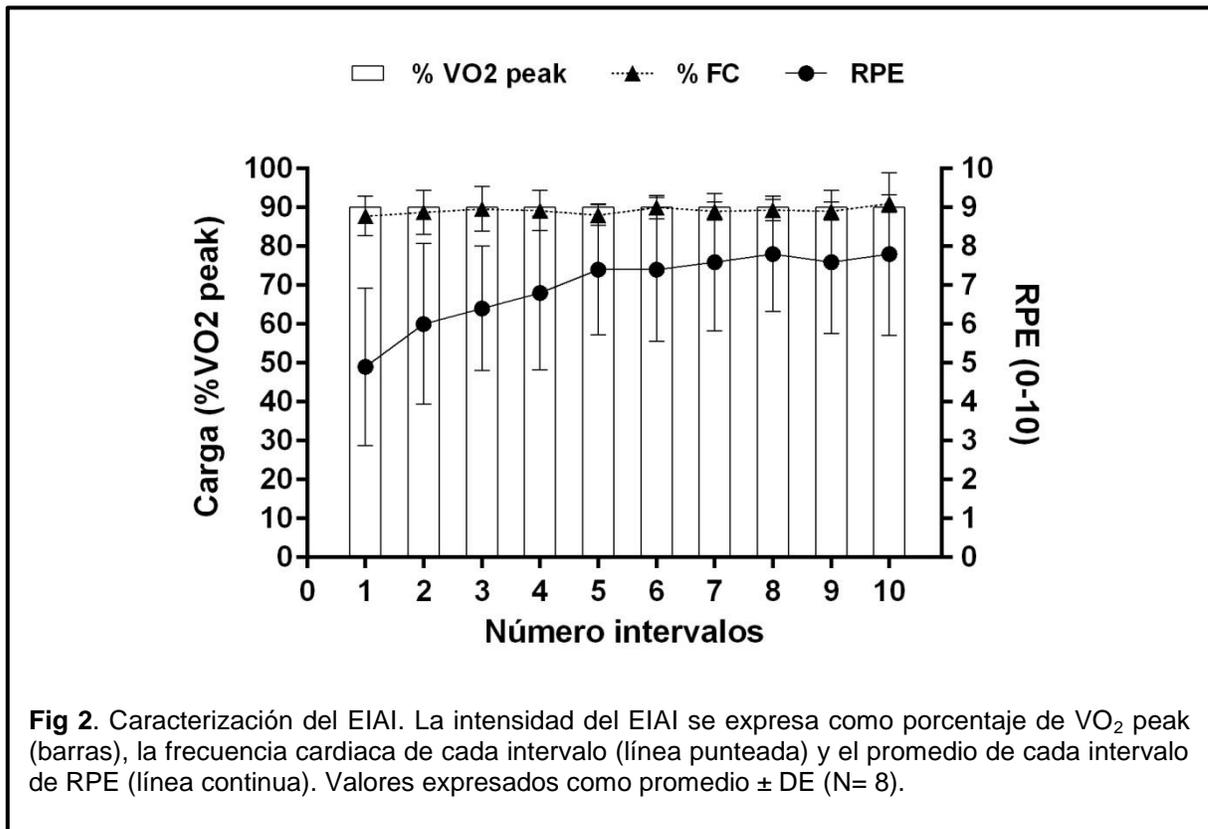
RESULTADOS

La muestra total del estudio fue de 8 sujetos, cuya edad promedio fue de $22,6 \pm 2,3$ años. Los cuales promediaban un peso de $70,7 \pm 6,3$ kg y talla de $174,5 \pm 6,4$ cm, con un índice de masa corporal de $23,2 \pm 1,1$. El porcentaje de grasa fue de $15,9 \pm 2,5$ %.

El VO_2 peak fue de $39,6 \pm 4,5$ ml/kg/min y la frecuencia cardiaca máxima que se alcanzó en el test maximal fue de $191,0 \pm 8,0$ lat/min.

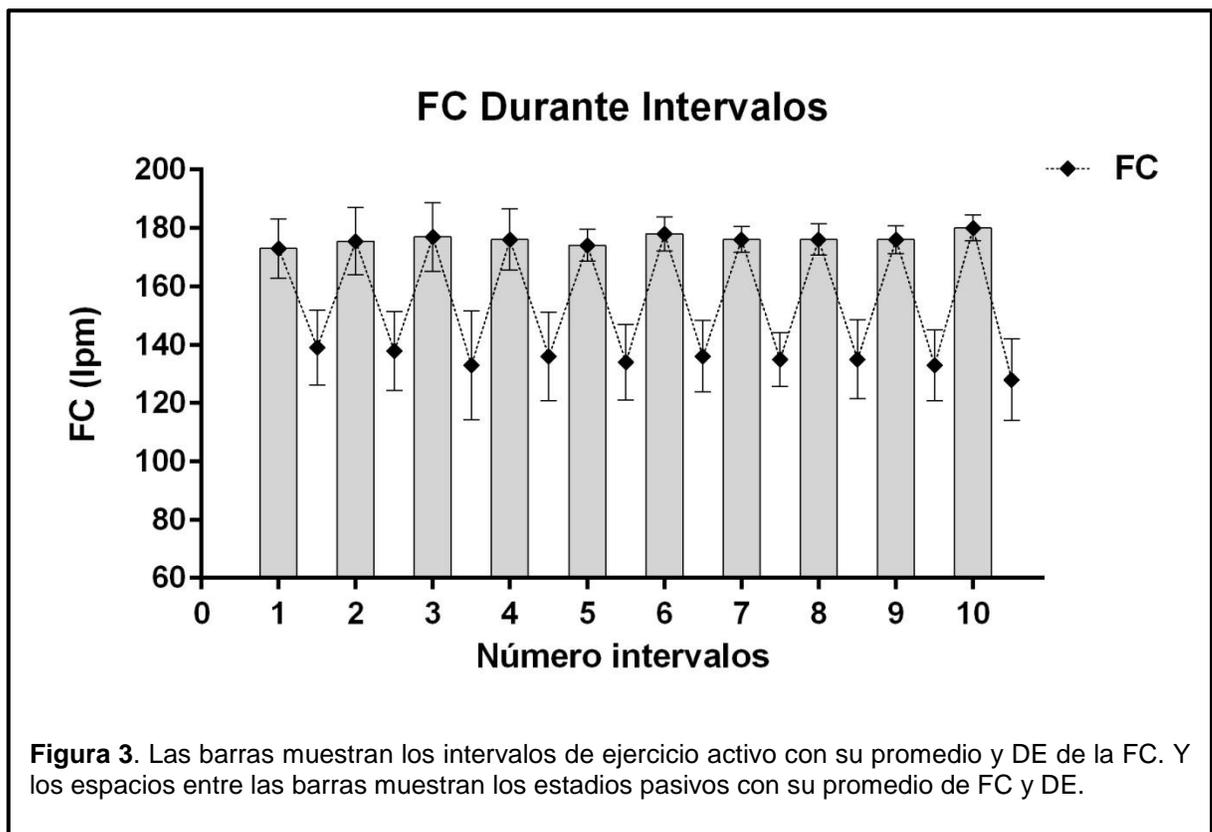
Caracterización del protocolo de EIAI

Todos los participantes completaron los intervalos prescritos, sin complicaciones. La intensidad de trabajo para todos los participantes en cada intervalo corresponde al 90% del VO_2 peak, con el 89,3 % \pm 0,9 de la FC max. Y un RPE de 7 \pm 1. La respuesta en cada uno de estos intervalos se puede ver en la figura 2.



Comportamiento de la frecuencia cardiaca durante el EIAI

El comportamiento de la frecuencia cardiaca durante el entrenamiento fue cambiando durante los intervalos de trabajo y de reposo. Fue creciendo de manera lineal a medida que avanzaban los intervalos. El promedio de la frecuencia cardiaca en el periodo de ejercicio activo fue de $176,2 \pm 1,9$ lpm, y en el caso del estadio pasivo el promedio de FC fue $134,7 \pm 3,1$ lpm.



Cortisol salival

La tabla 1 muestra las concentraciones salivales de cortisol obtenida en la muestra de ayuno, pre EIAI, post EIAI y a las 3, 6, 12, 24, 36 horas posteriores al entrenamiento.

Tabla N°1: Concentración de cortisol salival según horario

Variable	Cortisol (ng/ml)
Ayuno	3.8 ± 1.6
Pre EIAI	4,8 ± 2.6
Post EIAI	12 ± 4,4
3 horas post EIAI	3,2 ± 1
6 horas post EIAI	3,7 ± 1,6
12 horas post EIAI	2,6 ± 1,9
24 horas post EIAI	4,5 ± 2,3
36 horas post EIAI	2,5 ± 1,7

Se utilizó ANOVA para medidas repetidas, donde se encontraron diferencias significativas entre Ayuno v/s Post EIAI, Pre EIAI v/s Post EIAI y Post EIAI v/s 3, 6, 12, 24, 36 horas posteriores al EIAI ($P < 0,0001$) (Figura 4.)

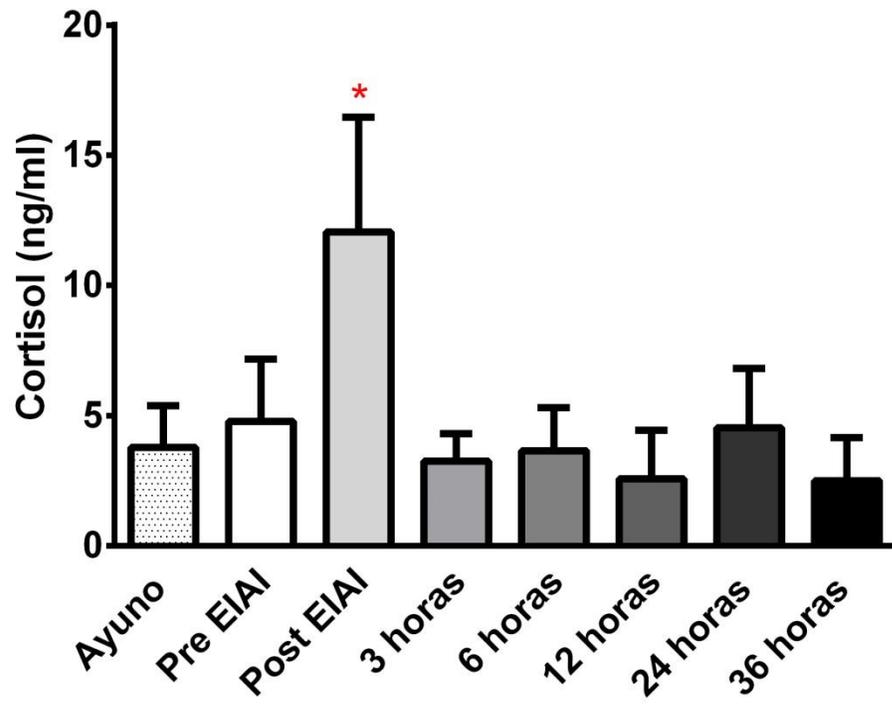


Figura 4. Concentración cortisol salival según horario

CAPÍTULO 5.

DISCUSIÓN

El objetivo del siguiente estudio, fue determinar la cinética de la concentración salival de cortisol previo y posterior a una sesión de Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad en hombres sanos, sedentarios y normopeso.

El principal hallazgo de este estudio, fue que al realizar una sesión de Entrenamiento de Intervalos de alta Intensidad, el cortisol salival pre ejercicio presenta una concentración de 4,8 ng/ml, ocurriendo un aumento significativo post ejercicio, logrando un peak de 12 ng/ml. Esto, se traduce en un incremento de un 150%, lo cual se correlaciona con el estudio de Linder E (2003), quien realizó un protocolo de ejercicio de resistencia de alta intensidad (endurance muscular), que consistía en 10 ejercicios de 3 series de 10 repeticiones. Recogieron muestras salivales de cortisol durante la sesión de ejercicio, estas fueron tomadas cada 2 horas, comenzando a las 6:00 horas y finalizando a las 21:00 horas. Los resultados de dicha prueba indicaron que los niveles de cortisol aumentaron inmediatamente después del ejercicio de resistencia en comparación con el basal, llegando a un peak de aproximadamente 22 nmol/l, lo que se traduce en un aumento de un 22%. Aproximadamente a las 3 horas post ejercicio, el cortisol se comporta en base a su ritmo circadiano normal (Linder E., 2003). Así mismo, McGuigan y cols. (2004), realizaron un protocolo de ejercicio de resistencia de alta y baja carga. El ejercicio de baja carga consistía en 10 repeticiones por cada ejercicio al 30% del RM. Y el de alta carga, a 10 repeticiones por cada ejercicio al 75% del RM. En este estudio, recolectaron muestras salivales al inicio, al término y 30 minutos post ejercicio. Concluyeron que hubo un aumento significativo del cortisol inmediatamente después del ejercicio de alta carga, en comparación con el de baja carga que no obtuvo un aumento significativo. Siendo el peak de 25 nmol/l inmediatamente post ejercicio, lo que se traduce en un aumento de un 18%. Por lo que al ser homologado este resultado en cuanto a las unidades de nuestro

estudio, se puede ver que el EIAI arrojó resultados mayores de cortisol, por ser más estresante para el sujeto (McGuigan et al., 2004).

En la investigación de Adesola (2012), los sujetos realizaron un ejercicio en bicicleta que duraba 30 minutos, al 70% del VO_2 max, midieron cortisol pre y post ejercicio. Los resultados demostraron que el peak del cortisol se produjo a los 30 minutos de terminado el ejercicio. Las concentraciones del cortisol variaron del reposo ($0,089 \pm 0,013$ ug/dl) llegando a una concentración de $0,62$ ug/dl a los 30 minutos post ejercicio, lo que significa un aumento de un 46%. Realizando una homologación en cuanto a las unidades de los resultados de este estudio, el peak del cortisol en este estudio fue significativamente inferior en comparación con nuestra investigación, debido a la intensidad y duración del ejercicio (Adesola A., 2012).

Baltazar y cols. (2011), realizaron un estudio con una muestra de 8 atletas de triatlón, recolectando muestras de cortisol salival en un día de competencia y 7 días posterior a la misma, en un día de descanso. Los horarios de la toma de muestra fueron a las: 6:30, 7:00, 9:00 comienzo del triatlón, 12:00, 17:00, 22:00. Los datos presentados en este estudio demostraron, que en atletas de triatlón, el ritmo del cortisol se mantiene similar en el día de descanso y el día de competencia, aunque en el día de competencia se pudo ver, que la concentración es mayor durante la mañana y en la noche. Este rápido retorno de la concentración de cortisol a niveles basales, se cree que puede reflejar el alto nivel de aptitud física de estos atletas, e implica que el estrés físico de una competición de triatlón tuvo un impacto menor en estos sujetos (Balthazar et al., 2012).

En el estudio de Engel y cols. (2014), determinaron los efectos de una sesión de EIAI en los niveles de cortisol salival en niños y adultos. El EIAI consistía en 4 combates de 30 segundos de sprint en bicicleta frenada a 120 rpm, seguido de 2 minutos de recuperación activa (Test de Wingate). Se pudo ver que el cortisol saliva en niños y adultos, aumento después del HIIT de $5,55 \pm 3,3$ nmol/l a $15,13 \pm 9,7$ nmol/l (+173%) y de $7,07 \pm 4,7$ nmol/l a $19,19 \pm 12,7$ nmol/l (+117%) respectivamente. Se pudo ver que el peak de cortisol aumento en cada uno de los

grupos, debido al gran esfuerzo del ejercicio. En comparación con nuestro estudio, al homologar las unidades de los resultados, podemos ver que el peak de cortisol es menor en ambos grupos en comparación con el nuestro, esto puede ser debido al protocolo utilizado, a la intensidad y duración del EIAI (Engel et al., 2014).

Por otro lado Moreira y cols. (2009), investigaron la concentración de cortisol salival pre y post partido de fútbol, el juego tuvo 2 tiempos de 35 minutos. Se comprobó que al realizar este tipo de juego los niveles de cortisol salival aumentaron al término de este. El cortisol salival pre y post juego en el equipo A tuvo una concentración de $7,6 \text{ ng/ml} \pm 4,4 \text{ ng/ml}$ y $12,12 \text{ ng/ml} \pm 6$ respectivamente, en comparación con el equipo B que tuvo una concentración de $8,8 \pm 3 \text{ ng/ml}$ pre y $10,29 \pm 6,2 \text{ ng/ml}$ post partido. Se puede observar que el peak de cortisol en uno de los equipos se asemeja en gran medida a nuestro estudio, sin embargo la modalidad y duración de este juego son distintas en comparación al EIAI. (Moreira et al., 2009). Por otra parte Dimitriou y cols (2002), realizó un estudio en nadadores sanos entrenados, el cual consistió en un test de 5 x 400 m al 85% de su mejor tiempo, aplicado al grupo a las 6:00 am y 7 días después a las 18:00 horas. Tomaron muestras de cortisol salival antes y después de la intervención en todos los nadadores. Se observó que el cortisol estuvo influenciado de manera significativa al aplicar este entrenamiento, ocurriendo un cambio pre y post ejercicio en el horario de mañana ($1,09 \text{ ug/dl} - 1,32 \text{ ug/dl}$) lo que significa un aumento de un 21,1%, mientras que en la tarde paso de ($0,67 \text{ ug/dl} - 1,18 \text{ ug/dl}$) mostrando un aumento de un 76,1%. Homologando estos resultados en cuanto a las unidades de la concentración de cortisol (ng/dl), podemos ver que en comparación con nuestro estudio, la intensidad de esta intervención puede ser más baja, por lo que el aumento del cortisol fue significativamente menor. A pesar de que la respuesta del cortisol inducida por el ejercicio, aumento más por la noche (76,1%), que por la mañana (21,1%), la respuesta del cortisol salival no afecto de mayor medida su ritmo circadiano posterior al test de natación (Dimitriou et al., 2002).

Estudios como el de Linder (2003) y Baltazar y cols. (2012), anteriormente comentados en donde observaron un aumento del cortisol salival

inmediatamente después de cada uno de sus ejercicios, pudieron concluir que a pesar de realizar un estímulo estresante esto no afecta el ritmo circadiano normal del cortisol (Balthazar et al., 2012; Linder E, 2003).

Otro hallazgo de nuestra investigación, fue que a las 3 horas post EIAI, el cortisol salival ya se encuentra en sus niveles basales, y a las 6 horas post EIAI, ya está en valores de normalidad y se acopla al ritmo circadiano normal. En base al estudio de Arazi y Azizi (2011), que realizaron un ejercicio tanto aeróbicos como de resistencia, que consistía en 45 minutos de bicicleta al 60% del VO_2 max y 45 minutos realizando ejercicios de resistencia. Se tomaron muestras antes del ejercicio, al término de este y 3 horas post ejercicio, se observó que existía un aumento de los niveles de cortisol posterior a los 90 minutos de ejercicio. En donde el peak de cortisol fue de 1,50 nmol/l, que significa un aumento de un 21%. Realizando una homologación de las unidades, podemos ver que este peak es inferior a los resultados de nuestro estudio, debido al poco estrés que puede haber generado en el organismo (Arazi A., 2011).

Por otro lado autores como Sari Sarraf y cols. (2006), hicieron un protocolo de ejercicio intermitente, (5 ejercicios aeróbicos que se ven en el futbol durante 90 minutos separados en 2 periodos de 45 minutos) y otro continuo, (correr 2 mitades de 45 minutos a 9,7 km/hr, con un descanso de 15 minutos entre ellos). Se realizó un seguimiento de las muestras de cortisol salival pre ejercicio, entretiempo, post ejercicio, a las 6 horas, 24 horas y 48 horas post ejercicio. En su estudio, aumento el cortisol posterior al ejercicio intermitente, y tuvo un peak de 6,80 ng/ml, y el ejercicio continuo tuvo un peak mayor llegando a 7,18 ng/ml. Se puede apreciar que a las 6 y a las 24 horas post ejercicio existe una disminución importante hasta llegar a los niveles basales enmarcándose dentro del ritmo circadiano normal (Sari-Sarraf et al., 2006). Una vez más, en relación a nuestro estudio, el peak de cortisol es menor, debido a las características de la intervención. En este estudio el cortisol vuelve a niveles basales a las 6 horas post ejercicio, a diferencia de nuestro estudio que ocurre a las 3 horas, lo cual puede deberse a las características, intensidad, duración y esfuerzo físico que produjo el ejercicio.

Dentro de las limitaciones que nos encontramos durante el desarrollo de nuestro estudio, consideramos lo siguiente: en primer lugar, según nuestros conocimientos, no hay estudios que hayan investigado el ritmo circadiano del cortisol al aplicar un entrenamiento tipo de intervalos de alta intensidad o en base a otro entrenamiento y/o deporte recreativo. Gran parte de la literatura habla sobre la concentración de cortisol pre y post ejercicio, por lo que no se podrá comparar considerablemente con otros estudios en cuanto a sus resultados.

En segundo lugar, sería aconsejable aumentar el número de la muestra, el cual puede ser menor si lo comparamos con otros estudios. Esto se debe al alto costo de los recursos utilizados para la intervención.

Se sugiere añadir un grupo control, ya que este podría haber servido como punto de comparación en base a la muestra que realizó el entrenamiento y así haber tenido una diferencia en el comportamiento del ritmo circadiano del cortisol salival entre ambos grupos.

Dentro de lo fundamental de este estudio, nuestra idea es entregar información que podría ser útil para realizar estudios en el futuro.

En base a los resultados obtenidos en esta investigación, es posible determinar que desde el punto de vista del cortisol, a las 3 horas post sesión de EIAI, los sujetos estarían aptos para realizar otra sesión de entrenamiento, en base a la concentración de cortisol salival.

CONCLUSIÓN

Según el análisis de los resultados se acepta la hipótesis del investigador (H1). Se pudo observar que luego de realizar una sesión de Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad, ocurre un aumento significativo del cortisol. A las 3 horas post EIAI, el cortisol salival ya vuelve a los valores de normalidad y a las 6 horas se acopla al ritmo circadiano normal.

Por lo cual desde el punto de vista fisiológico del estrés, considerando la concentración del cortisol, el sujeto estaría apto para realizar una nueva sesión de ejercicio.

BIBLIOGRAFÍA

- Adesola A. (2012). The effect of exercise on serum and salivary cortisol in male children. *International Journal of Health and Medical Information*, 1(3), 9-17.
- Aguilar M., Sanchez A., Mur N., Garcia I., Rodríguez M., Ortegon A., & Cortes E.(2014). Cortisol salival como indicador de estrés fisiológico en niños y adultos; revisión sistemática. *Nutr Hosp*, 29(5), 960-968.
- Arazi H, Azizi M. (2011). Effect of consecutive aerobic and resistance exercise on cortisol, immunoglobulin A, and creatine kinase responses in male students. *Biomedical Human Kinetics*, 3, 115-119.
- Astorino, T. A., Schubert, M. M., Palumbo, E., Stirling, D., & McMillan, D. W. (2013). Effect of two doses of interval training on maximal fat oxidation in sedentary women. *Med Sci Sports Exerc*, 45(10), 1878-1886.
- Balthazar, C. H., Garcia, M. C., & Spadari-Bratfisch, R. C. (2012). Salivary concentrations of cortisol and testosterone and prediction of performance in a professional triathlon competition. *Stress*, 15(5), 495-502.
- Bright, G. M., & Darmaun, D. (1995). Corticosteroid-binding globulin modulates cortisol concentration responses to a given production rate. *J Clin Endocrinol Metab*, 80(3), 764-769.
- Burkhalter, N. (1996). Evaluación de la escala Borg de esfuerzo percibido aplicada a la rehabilitación cardiaca. *Rev latino am enfermagem*, 4(3), 65- 73.

- Cevada, T., Vasques, P. E., Moraes, H., & Deslandes, A. (2014). Salivary cortisol levels in athletes and nonathletes: a systematic review. *Horm Metab Res*, 46(13), 905-910.
- Consitt, L. A., Copeland, J. L., & Tremblay, M. S. (2002). Endogenous anabolic hormone responses to endurance versus resistance exercise and training in women. *Sports Med*, 32(1), 1-22.
- Cook, C. J., Crewther, B. T., & Smith, A. A. (2012). Comparison of baseline free testosterone and cortisol concentrations between elite and non-elite female athletes. *Am J Hum Biol*, 24(6), 856-858.
- Cortell-Tormo J, Perez J, Cejuela-Anta R, Chinchilla J, Marfell M. (2012). Anthropometric profile of male amateur vs professional formula windsurfs competing at the 2007 european championship. *Journal of human kinetics*, 23, 97-101.
- Costanzo, L.S. (2011). *Fisiología*. España: Elsevier.
- Crewther, B., Cronin, J., Keogh, J., & Cook, C. (2008). The salivary testosterone and cortisol response to three loading schemes. *J Strength Cond Res*, 22(1), 250-255.
- Crewther, B. T., Cook, C., Cardinale, M., Weatherby, R. P., & Lowe, T. (2011). Two emerging concepts for elite athletes: the short-term effects of testosterone and cortisol on the neuromuscular system and the dose-response training role of these endogenous hormones. *Sports Med*, 41(2), 103-123.
- Chiappin, S., Antonelli, G., Gatti, R., & De Palo, E. F. (2007). Saliva specimen: a new laboratory tool for diagnostic and basic investigation. *Clin Chim Acta*, 383(1-2), 30-40.

- Di Blasio, A., Izzicupo, P., Tacconi, L., Di Santo, S., Leogrande, M., Bucci, I., Napolitano, G. (2014). Acute and delayed effects of high-intensity interval resistance training organization on cortisol and testosterone production. *J Sports Med Phys Fitness*, 30(1),1-29.
- Dimitriou, L., Sharp, N. C., & Doherty, M. (2002). Circadian effects on the acute responses of salivary cortisol and IgA in well trained swimmers. *Br J Sports Med*, 36(4), 260-264.
- Doan B, Newton R, Kraemer W, Kwon Y, Scheet T. (2007). Salivary Cortisol, Testosterone, and T/C Ratio Responses during a 36-hole Golf Competition. *Sports Med*, 28, 470-479.
- Edwards D, Wetzel K, Wyner D. (2006). Intercollegiate soccer: Saliva cortisol and testosterone are elevated during competition, and testosterone is related to status and social connectedness with teammates. *Physiology & Behavior*, 87, 135-143.
- Edwards, D. A., & Casto, K. V. (2013). Women's intercollegiate athletic competition: cortisol, testosterone, and the dual-hormone hypothesis as it relates to status among teammates. *Horm Behav*, 64(1),153-160.
- Engel, F., Hartel, S., Wagner, M. O., Strahler, J., Bos, K., & Sperlich, B. (2014). Hormonal, metabolic, and cardiorespiratory responses of young and adult athletes to a single session of high-intensity cycle exercise. *Pediatr Exerc Sci*, 26(4), 485-494.
- Farzanaki P, Azarbayjani M, Rasaee M, Jourkesh M, Ostojic S, Stannard S. . (2008). Salivary immunoglobulin a and cortisol response to training in young elite female gymnast. *Brazilian journal of biomotricity*, 26(1), 252-258.

- Fryer, S., Hillier, S., Dickson, T., Draper, N., Stoner, L., Winter, D., . . . Cohen, L. (2012). Capillary cortisol sampling during high-intensity exercise. *Int J Sports Med*, 33(10), 842-845.
- Gibala, M. J., & Jones, A. M. (2013). Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*, 76, 51-60.
- Gillen, J. B., & Gibala, M. J. (2014). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Physiol Nutr Metab*, 39(3), 409-412.
- Handziski, Z., Maleska, V., Petrovska, S., Nikolik, S., Mickoska, E., Dalip, M., & Kostova, E. (2006). The changes of ACTH, cortisol, testosterone and testosterone/cortisol ratio in professional soccer players during a competition half-season. *Bratisl Lek Listy*, 107(6-7), 259-263.
- Haneishi, K., Fry, A. C., Moore, C. A., Schilling, B. K., Li, Y., & Fry, M. D. (2007). Cortisol and stress responses during a game and practice in female collegiate soccer players. *J Strength Cond Res*, 21(2), 583-588.
- Hill, E. E., Zack, E., Battaglini, C., Viru, M., Viru, A., & Hackney, A. C. (2008). Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. *J Endocrinol Invest*, 31(7), 587-591.
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*, 40(3), 497-504.
- Jimenez, M., Aguilar, R., & Alvero-Cruz, J. R. (2012). Effects of victory and defeat on testosterone and cortisol response to competition: evidence for same response patterns in men and women. *Psychoneuroendocrinology*, 37(9), 1577-1581.

Judelson, D. A., Maresh, C. M., Yamamoto, L. M., Farrell, M. J., Armstrong, L. E., Kraemer, W. J., . . . Anderson, J. M. (2008). Effect of hydration state on resistance exercise-induced endocrine markers of anabolism, catabolism, and metabolism. *J Appl Physiol (1985)*, 105(3), 816-824.

Kim, K. J., Park, S., Kim, K. H., Jun, T. W., Park, D. H., & Kim, K. B. (2010). Salivary cortisol and immunoglobulin A responses during golf competition vs. practice in elite male and female junior golfers. *J Strength Cond Res*, 24(3), 852-858.

Linder E. (2003). The Effect Of Heavy Resistance Exercise on the Circadian Rhythm of Salivary Cortisol in Women. *J of under res*, 19(4), 1-4.

Lewis, J. G. (2006). Steroid analysis in saliva: an overview. *Clin Biochem Rev*, 27(3), 139-146.

Little, J. P., & Francois, M. E. (2014). High-intensity interval training for improving postprandial hyperglycemia. *Res Q Exerc Sport*, 85(4), 451-456.

Loftin, M., Sothorn, M., Warren, B., & Udall, J. (2004). Comparison of VO₂ Peak during Treadmill and Cycle Ergometry in Severely Overweight Youth. *J Sports Sci Med*, 3(4), 554-560.

Logan, G. R., Harris, N., Duncan, S., & Schofield, G. (2014). A review of adolescent high-intensity interval training. *Sports Med*, 44(8), 1071-1085.

Maidana P, Bruno O & Mesch V. (2013). Medicion de cortisol y sus fracciones una puesta al dia. *Medicina*, 73, 579-584.

Marcell, T. J. (2003). Sarcopenia: causes, consequences, and preventions. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 58(10), 911-916.

- Martinez E. (1985). La capacidad aerobica. *Educacion fisica y deporte*, 7(1), 71-77.
- McGuigan, M. R., Egan, A. D., & Foster, C. (2004). Salivary Cortisol Responses and Perceived Exertion during High Intensity and Low Intensity Bouts of Resistance Exercise. *J Sports Sci Med*, 3(1), 8-15.
- Moreira A, Arsati F, Bosco de Oliveira Y, Da Silva D, Cavalcanti V. (2009). Salivary cortisol in top-level professional soccer players. *Eur J Appl Physiol*, 106, 25-30.
- Moreira, A., Arsati, F., de Oliveira Lima Arsati, Y. B., da Silva, D. A., & de Araujo, V. C. (2009). Salivary cortisol in top-level professional soccer players. *Eur J Appl Physiol*, 106(1), 25-30.
- Moreira, A., Franchini, E., de Freitas, C. G., Schultz de Arruda, A. F., de Moura, N. R., Costa, E. C., & Aoki, M. S. (2012). Salivary cortisol and immunoglobulin A responses to simulated and official Jiu-Jitsu matches. *J Strength Cond Res*, 26(8), 2185-2191.
- Mortatti, A. L., Moreira, A., Aoki, M. S., Crewther, B. T., Castagna, C., de Arruda, A. F., & Filho, J. M. (2012). Effect of competition on salivary cortisol, immunoglobulin A, and upper respiratory tract infections in elite young soccer players. *J Strength Cond Res*, 26(5), 1396-1401.
- Papacosta, E., & Nassis, G. P. (2011). Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. *J Sci Med Sport*, 14(5), 424-434.
- Peake, J. M., Tan, S. J., Markworth, J. F., Broadbent, J. A., Skinner, T. L., & Cameron-Smith, D. (2014). Metabolic and hormonal responses to

- isoenergetic high-intensity interval exercise and continuous moderate-intensity exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 307(7), E539-552.
- Perry, C. G., Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2008). High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle. *Appl Physiol Nutr Metab*, 33(6), 1112-1123.
- Sari-Sarraf, V., Reilly, T., & Doran, D. A. (2006). Salivary IgA response to intermittent and continuous exercise. *Int J Sports Med*, 27(11), 849-855.
- Shirayev, T., & Barclay, G. (2012). Evidence based exercise - clinical benefits of high intensity interval training. *Aust Fam Physician*, 41(12), 960-962.
- Skelly, L. E., Andrews, P. C., Gillen, J. B., Martin, B. J., Percival, M. E., & Gibala, M. J. (2014). High-intensity interval exercise induces 24-h energy expenditure similar to traditional endurance exercise despite reduced time commitment. *Appl Physiol Nutr Metab*, 39(7), 845-848.
- Tjonna, A. E., Leinan, I. M., Bartnes, A. T., Jenssen, B. M., Gibala, M. J., Winett, R. A., & Wisloff, U. (2013). Low- and high-volume of intensive endurance training significantly improves maximal oxygen uptake after 10-weeks of training in healthy men. *PLoS One*, 8(5), e65382.
- Tsai, M. L., Li, T. L., Chou, L. W., Chang, C. K., Huang, S. Y., & Fang, S. H. (2012). Resting salivary levels of IgA and cortisol are significantly affected during intensive resistance training periods in elite male weightlifters. *J Strength Cond Res*, 26(8), 2202-2208.
- Turpeinen, U., & Hamalainen, E. (2013). Determination of cortisol in serum, saliva and urine. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, 27(6), 795-801.

- Van der Meij, L., Almela, M., Hidalgo, V., Villada, C., Ijzerman, H., van Lange, P. A., & Salvador, A. (2012). Testosterone and cortisol release among Spanish soccer fans watching the 2010 World Cup final. *PLoS One*, 7(4), e34814.
- VanBruggen, M. D., Hackney, A. C., McMurray, R. G., & Ondrak, K. S. (2011). The relationship between serum and salivary cortisol levels in response to different intensities of exercise. *Int J Sports Physiol Perform*, 6(3), 396-407.
- Wang, J., Korczykowski, M., Rao, H., Fan, Y., Pluta, J., Gur, R. C., . . . Detre, J. A. (2007). Gender difference in neural response to psychological stress. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2(3), 227-239.
- Webb H, Rosalky D, Mcleod K, Acevedo E, Wax B. (2012). Aerobic fitness affects cortisol responses to concurrent challenges. *Medicine & science in sports & exercise*, 13, 379-386.

ANEXOS

ANEXO N°1: Carta de Información al participante y Consentimiento Informado

CARTA DE INFORMACION PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

Título del Estudio:

“Cinética de la concentración salival de cortisol después de una sesión de entrenamiento de intervalos de alta intensidad en hombres sanos sedentarios normopeso”.

Investigadores: - Francisco Vargas Rojas
- Karen Zamorano Zúñiga

Sede donde se realizará el estudio:

Laboratorio de investigación en Salud de la Facultad de Medicina, Universidad Finis Terrae.

Dirección: Avenida Pedro de Valdivia #1509, Providencia, Santiago.

Estimado se le invita a participar en este estudio de investigación. Tiene la facultad de poder participar o no, antes de eso debe conocer y comprender en que consiste. Usted tiene toda la libertad para preguntar acerca de cualquier punto de este proyecto con el fin de aclarar sus dudas. Después de que haya tomado una decisión y si desea participar, se le solicitara que firme el consentimiento, el que tendrá una copia para usted.

El objetivo de este estudio es determinar la cinética de a concentración salival de cortisol al aplicar una sesión de entrenamiento de intervalos de alta intensidad en hombres sanos sedentarios normopeso

Procedimientos del estudio:

Si usted decide participar en el estudio, deberá realizar una sesión de entrenamiento de intervalos de alta intensidad y proporcionarnos muestras salivales en los siguientes horarios:

- Ayuno (7:00)
- Antes del entrenamiento (9:00)
- A los 30 minutos posterior al entrenamiento (10:30)
- A las 3 horas posterior al entrenamiento (13:00)
- A las 6 horas posterior al entrenamiento (16:00)
- A las 12 horas posterior al entrenamiento (22:00)
- A las 24 horas posterior al entrenamiento (10:00)
- A las 36 horas posterior al entrenamiento (22:00)

Además se solicitara que use una banda adosada al pecho al momento de realizar el entrenamiento.

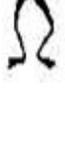
Riesgos asociados con el estudio: No existen riesgos asociados a este estudio, independiente de lo que pueda realizar en su actividad de la vida diaria.

Aclaraciones:

- Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio.
- No recibirá pago por su participación.
- Toda la información personal obtenida en este estudio, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.
- Si usted no tiene dudas ni preguntas acerca de su participación, puede si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado.

ANEXO N°2: Escala Percepción de Esfuerzo

RPE

Valor		Aparición
0		
0.5		Muy muy leve
1		Muy Leve
2		Leve
3		Moderado
4		Algo fuerte
5		Fuerte o intenso
6		
7		Muy fuerte
8		
9		
10		Muy muy fuerte

ANEXO N°3: Ficha de evaluación y Ficha de intervención

Ficha de evaluación

Nombre: _____ N° celular: _____

Edad: _____ Email: _____

	Peso	Talla	IMC
Toma			

Pliegues cutáneos corporales (Jackson y Pollock)

	Toma			
P.Pectoral				
P.Abdominal				
P.Muslo				

Porcentaje de grasa: _____%

Presión arterial:

	PAS	PAD
Toma		

Frecuencia cardiaca pre ejercicio: _____lat/min

Frecuencia cardiaca teórica máxima: _____lat/min

Escala de Borg: 0-10; Frecuencia cardiaca (FC)

	Borg	FC
Toma 1		
Toma 2		
Toma 3		
Toma 4		
Toma 5		
Toma 6		
Toma 7		
Toma 8		
Toma 9		
Toma 10		

VO₂ max.: _____ml/kg/min

Ficha de intervención

Intensidad: Frecuencia cardiaca _____

Mediciones HIIT

	EJERCICIO		REPOSO	
	Borg	FC	Borg	FC
Toma 1				
Toma 2				
Toma 3				
Toma 4				
Toma 5				
Toma 6				
Toma 7				
Toma 8				
Toma 9				
Toma 10				

Concentración salival de cortisol

Ayuna (7:00): _____mg/dl

Pre HIIT (9:00): _____mg/dl

15 minutos post HIIT (10:15): _____mg/dl

3 horas post HIIT (13:00): _____mg/dl

6 horas post HIIT (16:00): _____mg/dl

12 horas post HIIT (22:00): _____mg/dl

24 horas post HIIT (10:00): _____mg/dl

36 horas post HIIT (22:00): _____mg/dl

ANEXO N°4:



**FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA**

Carta de Solicitud Laboratorio de Investigación

Estimado Profesor Hermann Zbinden:

A través de esta carta queremos solicitar el uso de las dependencias de Laboratorio de Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Finis Terrae con el motivo de realizar la evaluación y mediciones para nuestra tesis.

Dentro de los implementos necesitaremos:

- Equipo de Esfingonometria
- Bicicleta
- Pesa digital
- Almacenar muestras salivales

El uso del Laboratorio de investigación lo queremos solicitar los días: lunes 13 de Julio, martes 14 de Julio y Miércoles 15 de Julio, entre las 14:00 horas hasta las 18:00 horas con el fin de realizar la evaluación de nuestros sujetos de estudio.

Esperando su acogida de esta solicitud.

Atte.

- Francisco Vargas Rojas
- Karen Zamorano Zúñiga



**FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA**

Yo, _____ Jefe del Centro de Investigación en salud de la Facultad de Medicina de la Universidad Finis Terrae.

Autorizo a los alumnos:

A utilizar las dependencias del Laboratorio de investigación en Salud de la Facultad de Medicina, Universidad Finis Terrae. Para realizar su proyecto de tesis.

Nombre y firma

Fecha



UNIVERSIDAD
Finis Terrae
VINCE IN BONO MALUM

**FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA**

Carta de Solicitud Gimnasio de Kinesiología

Estimado Profesor Rodolfo Hidalgo:

A través de esta carta queremos solicitar el uso de las dependencias del Gimnasio de Kinesiología de la Universidad Finis Terrae con el motivo de realizar la intervención y mediciones para nuestra tesis.

Dentro de los implementos necesitaremos:

- Esfingomanómetro digital
- Bicicletas (2)

El uso del Gimnasio de Kinesiología lo queremos solicitar los días: lunes 20 de Julio, martes 21 de Julio, miércoles 22 de Julio, jueves 23 de Julio y viernes 24 de Julio, entre las 8:30 horas hasta las 11:00 horas con el fin de realizar la intervención para nuestro proyecto de tesis.

Esperando su acogida de esta solicitud.

Atte.

- Francisco Vargas Rojas
- Karen Zamorano Zúñiga



**FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA**

Yo, _____ Encargado del Gimnasio de
Kinesiología de la Universidad Finis Terrae.

Autorizo a los alumnos:

A utilizar las dependencias del Gimnasio de Kinesiología de la Universidad Finis Terrae.
Para realizar su proyecto de tesis.

Nombre y firma

Fecha

ANEXO N°5: Tablas de datos

Nombre	Edad (años)	Peso (Kg)	Talla (cm)	IMC	Porcentaje de Grasa (%)	FC Max Teórica	VO2 Max (ml/kg/min)	Carga HIIT 90% (Wats)
Cruz Sebastian	21	59,8	163	22,5	15,32	199	34,7	135
Cubillos Sebastian	25	74	173	24,7	15,49	195	44,7	189
Diaz Gonzalo	23	72,5	177	23,14	12,65	197	39,9	189
Ortiz Pablo	18	69,4	175	22,6	13,55	202	37,9	171
Pinto Nicolás	22	71,3	182	21,5	16,29	198	46,4	207
Ramirez Carlos	24	70,9	175	23,15	20,62	196	35	189
Ramirez Sebastian	25	65,8	169	23,03	15,2	195	35,9	153
Vargas Francisco	23	81,5	182	24,6	18,07	197	42,3	189

NOMBRES	Round 1		Round 2		Round 3		Round 4		Round 5		Round 6		Round 7		Round 8		Round 9		Round 10	
	RPE	FC	RPE	FC																
Cruz Sebastian	4	170	6	170	6	178	8	170	8	168	8	177	8	174	8	175	7	174	8	184
Cubillos Sebastian	4	175	5	174	6	175	7	177	8	172	8	174	9	174	9	173	8	175	8	177
Diaz Gonzalo	9	150	9	151	8	151	9	155	9	165	9	165	9	170	9	165	9	171	10	183
Ortiz Pablo	4	182	5	188	6	187	5	188	6	180	5	181	6	180	6	180	6	180	5	181
Pinto Nicolás	4	181	5	185	5	187	6	185	7	180	8	183	8	180	8	180	9	181	9	181
Ramirez Carlos	7	176	9	177	9	176	8	175	9	176	9	178	9	180	9	178	9	181	9	182
Ramirez Sebastian	3	178	3	183	4	186	3	184	4	177	4	183	4	180	5	182	4	180	4	182
Vargas Francisco	4	175	6	175	7	175	8	174	8	172	8	179	8	170	8	178	9	169	9	170

	Reposo 1		Reposo 2		Reposo 3		Reposo 4		Reposo 5		Reposo 6		Reposo 7		Reposo 8		Reposo 9		Reposo 10	
	RPE	FC	RPE	FC																
Cruz Sebastian	3	150	7	140	7	130	8	126	8	122	8	129	8	132	7	136	7	128	7	130
Cubillos Sebastian	2	130	3	130	4	127	4	128	5	122	6	126	6	133	7	130	6	136	5	124
Díaz Gonzalo	9	125	7	119	7	118	7	120	7	130	7	133	8	129	8	121	10	130	9	136
Ortiz Pablo	2	144	5	158	4	154	4	157	4	145	4	146	4	140	3	144	3	120	4	121
Pinto Nicolás	2	150	3	142	4	141	4	138	6	137	6	137	6	138	7	139	8	137	6	124
Ramirez Carlos	7	141	7	138	7	137	7	140	76	135	7	134	8	134	8	136	9	146	8	140
Ramirez Sebastian	2	155	2	153	2	157	3	158	3	158	2	161	2	153	2	158	2	152	3	148
Vargas Francisco	2	120	4	123	4	100	5	120	5	120	6	123	7	121	8	114	7	116	6	102

	PO	FV	SC	NP	Scub	SR	GD	CR
Muestras de Cortisol (ng/ml)								
Ayuno	4,14	4,70	1,86	1,05	3,70	4,21	6,09	4,47
Pre HIIT	3,73	3,76	1,63	3,91	9,97	5,17	4,53	5,48
Post HIIT	9,98	6,51	16,45	8,32	10,35	9,79	16,68	18,29
3 horas	3,07	2,20	2,15	2,02	3,46	4,33	4,59	4,17
6 horas	2,45	2,65	3,18	1,35	3,18	6,08	5,59	4,73
12 horas	0,98	0,64	1,81	0,87	2,32	4,56	3,79	5,60
24 horas	7,30	3,27	0,94	1,83	6,31	5,14	5,29	6,18
36 horas	0,98	0,38	2,97	0,50	2,81	4,52	3,90	3,94