



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

Consumo Máximo de Oxígeno (VO₂) en atletas entrenados en gran altura.

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Educación Física	Ciencias del Deporte	Ciencias del Deporte

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses

4. Tipo de proyecto

Individual	<input type="radio"/>
Multidisciplinario	<input checked="" type="radio"/>
Director de tesis pregrado	<input type="radio"/>

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	PINO VANEGAS YONY MARTÍN
Escuela Profesional	EDUCACIÓN FÍSICA
Celular	951633904
Correo Electrónico	ympino @unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	EFRAÍN HUMBERTO YUPANQUI PINO
Escuela Profesional	EDUCACIÓN FÍSICA
Celular	970008744
Correo Electrónico	eyupanqui@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	ARMANDO YUPANQUI PINO
Escuela Profesional	EDUCACIÓN FÍSICA
Celular	951485873
Correo Electrónico	ayupanqui @unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	JUAN RICHARD CASTRO LUJAN
Escuela Profesional	EDUCACIÓN FÍSICA
Celular	951445094
Correo Electrónico	jrcastro@unap.edu.pe



I. Título
Consumo Máximo de Oxígeno (VO₂) en atletas entrenados en gran altura.

II. Resumen del Proyecto de Tesis

El trabajo de investigación se realizará a una altitud de 3812 msnm, en la Región de Puno-Perú, se tiene el propósito de evaluar el consumo VO₂ max, en atletas entrenados en gran altura durante el año 2023 post pandemia, tomando variables como la edad, el sexo y la relación con el IMC, la muestra de estudio estará conformada por atletas entrenados en condiciones de gran altura y con permanencia en hipoxia crónica, en cuanto al tipo de estudios será no experimental, el analítico prospectivo y transversal, para evaluar el consumo VO₂ max. Se determinará de acuerdo a la forma indirecta, mediante el programa, como WKO y Gamin, test, validados y utilizados en diferentes contextos, según edades y sexo, para determinar el índice de masa corporal (IMC), se utilizará la siguiente fórmula: $IMC = \text{peso (kg)} / \text{estatura (m}^2\text{)}$, como resultado de la investigación se pretende diagnosticar como el consumo VO₂ max, es el principal indicador de la capacidad aeróbica de los atletas entrenados a gran altura, la capacidad máxima integrada de los sistemas pulmonar, cardiovascular y muscular en el comportamiento con los resultados de su performance deportivo.

III. Palabras claves (Keywords)

Atletas entrenados, gran altura, consumo máximo de oxígeno, índice de masa corporal.

IV. Justificación del proyecto

Los estudios realizados sobre el consumo máximo de oxígeno (VO₂), podemos precisar que se remonta aproximadamente desde el año 1920, con estudios realizados por Hill et al.(1), por otro lado se destaca a Herbst(2), acuñando el término de “captación máxima de oxígeno, en los estudios realizados por Bassett(3), el estudio de acuerdo al término VO₂max fue acuñado por Hill et al.(1) y Herbst(2) por la década de 1920, desde estos estudios a la fecha se tienen investigaciones que generalmente se trabajaron a niveles de altitud que no superan la gran altura, se podría decir a más de 3658 metros sobre el nivel del mar(msnm).



La investigación trata sobre el VO₂max, en atletas entrenados en la disciplina del Atletismo, los que participan en las pruebas de resistencia y que son entrenados en gran altitud, caso en la región de Puno a más de 3800 msnm, se pretende conocer sobre variables que afectan o influyen en el VO₂max.

Importancia del trabajo, niveles de ferritina, entrenamiento en niveles de hipoxia, no se conoce la relación del VO₂ max, con el IMC, la edad, el sexo, y algunos parámetros hematológicos en atletas que viven y entrenan en altura.

V. Antecedentes del proyecto

Las crecientes exigencias de rendimiento en el deporte de alta competición han fomentado el desarrollo de múltiples métodos, modelos y herramientas con el fin de optimizar el estado de forma de deportistas de especialidades muy diversas. Concretamente, en el área de las disciplinas de resistencia, los parámetros fisiológicos relacionados con el consumo máximo de oxígeno han sido ampliamente estudiados, pues se sabe que éste es uno de los principales condicionantes del rendimiento deportivo (Earle y Baechle, 2007; López, 2008). El término “captación máxima de oxígeno” fue acuñado y definido por Hill et al. (^{41,42}) y Herbst (³⁹) en la década de 1920 (⁷⁴). El paradigma del VO₂max de Hill y Lupton (⁴²) postula que:

1. hay un límite superior para el consumo de oxígeno,
2. existen diferencias interindividuales en el VO₂ máx .,
3. un VO₂ máx alto es un requisito previo para el éxito en carreras de media y larga distancia,
4. El VO₂ máx . está limitado por la capacidad del sistema cardiorrespiratorio para transportar O₂ a los músculos.

Fue a finales de la década de los 60 del pasado siglo XX, con la celebración de los Juegos Olímpicos en México en 1968, cuando atletas, entrenadores y demás personas involucradas en el sistema deportivo comenzaron a preocuparse por la preparación de los deportistas en las zonas geográficamente altas del país anfitrión, con la intención de alcanzar el máximo rendimiento (Wilber, 2001). En estas circunstancias, el entrenamiento en altitud comenzó a tomar protagonismo en el deporte de élite y la comunidad científica se dedicó a analizar los efectos de la *hipoxia* sobre el organismo de los atletas, siendo los parámetros sanguíneos, como la concentración de glóbulos rojos, su



principal objeto de estudio (Levine y Stray-Gundersen, 2005; Vogt y Hoppeler, 2010).

Desde hace varias décadas se han venido investigando diferentes métodos para aumentar el VO_2 Máx de los deportistas de fondo, especialmente en el atletismo y el ciclismo (Billat, 2002; López, 2008).

El consumo máximo de oxígeno (VO_2 max) es el principal indicador de la capacidad aeróbica de un deportista.

El consumo máximo de oxígeno (VO_2 max) puede ser definido como la capacidad máxima integrada de los sistemas pulmonar, **cardiovascular** y muscular para captar, transportar y utilizar el oxígeno respectivamente (Poole et al, 2008) y es el principal **indicador de la capacidad aeróbica de un deportista**.

Se discuten los límites del estudio de la cinética de consumo de oxígeno al inicio del ejercicio. La metodología de medición de oxígeno se centra principalmente en las características de los diferentes ergómetros y la elección de un protocolo de ejercicio. La revisión finaliza con declaraciones breves relacionadas con el conocimiento actual sobre el consumo máximo de oxígeno, sus factores limitantes y los efectos de la edad, sexo, masa corporal y otras variables.

La ruta del O_2 desde la atmósfera hasta la mitocondria contiene una serie de pasos, cada uno de los cuales podría representar un impedimento potencial para el flujo de O_2 . **La figura 1** muestra los factores fisiológicos que podrían limitar el VO_2 máx : 1) la capacidad de difusión pulmonar, 2) el gasto cardíaco máximo, 3) la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre y 4) las características del músculo esquelético. Los primeros tres factores pueden clasificarse como factores “centrales”; el cuarto se denomina factor “periférico”.

Los investigadores modernos han verificado que el sistema pulmonar puede, de hecho, limitar el VO_2 máx . en determinadas circunstancias. Dempsey et al. (25) demostraron que los atletas de élite tienen más probabilidades de sufrir una desaturación de O_2 arterial durante el trabajo máximo en comparación con los individuos normales. Los individuos entrenados tienen un gasto cardíaco máximo mucho mayor que los individuos no entrenados (40 vs 25 $L \cdot \text{min}^{-1}$). Esto conduce a una disminución del tiempo de tránsito de los glóbulos rojos en el capilar pulmonar. En consecuencia, puede que no haya suficiente tiempo para saturar la sangre con O_2 antes de que salga del capilar



pulmonar.

Esta limitación pulmonar en atletas altamente entrenados puede superarse con aire enriquecido con O_2 . Poderes et al. (65) hicieron que sujetos altamente entrenados y sujetos normales realizaran dos pruebas de VO_{2max} (Fig. 5). En una prueba, los sujetos respiraron aire ambiente y en la otra respiraron una mezcla de gases con un 26 % de O_2 . En gas hiperóxico, el grupo altamente entrenado tuvo un aumento en el $VO_{2\text{ máx.}}$ de 70,1 a 74,7 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ y un aumento en la saturación de O_2 arterial ($S_a O_2$) de 90,6 % a 95,9 % durante el trabajo máximo. Ninguno de estos cambios se observó en sujetos normales ($VO_{2\text{ máx.}} = 56,5 \text{ mL} \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$).

VI. Hipótesis del trabajo (Es el aporte proyectado de la investigación en la solución del problema)

- A menor edad de los atletas mayor VO_{2max}
- Los atletas varones mayores tienen mayor VO_{2max}
- A mayor tiempo de entrenamiento mejor VO_{2max}
- A menor IMC mayor VO_{2max}

VII. Objetivo general

Evaluar el consumo VO_{2max} en atletas entrenados en gran altura durante el año 2023 post pandemia en la región Puno.

VIII. Objetivos específicos

- Identificar la relación del VO_{2max} con la edad
- Evaluar la relación del VO_{2max} con el sexo
- Evaluar la relación del VO_{2max} Con el tiempo de entrenamiento en años
- Diagnosticar la relación del VO_{2max} con el IMC
- Evaluar los parámetros hematológicos

IX. Metodología de investigación

Tipo de estudios será no experimental, el analítico prospectivo y transversal, para evaluar el consumo $VO_{2\text{ max}}$. Se determinará de acuerdo a la forma indirecta, mediante el programa como WKO y Gamin, test, validados y utilizados en



diferentes contextos, según edades y sexo, para determinar el índice de masa corporal (IMC), se utilizará la siguiente fórmula: $IMC = \text{peso (kg)} / \text{estatura (m}^2\text{)}$, la muestra estará conformada por los atletas que viven y son entrenados en gran altitud a más de 3800 msnm, pertenecientes a las Ligas de Atletismo de la Región de Puno-Perú, que luego de un periodo de aislamiento y no entrenamiento por motivos de la pandemia ocasionado por el Covid 19, se evaluará el comportamiento del VO₂ max. Y algunos parámetros hematológicos, así como variables como el tiempo de entrenamiento, el sexo, edad, el IMC, tanto en atletas masculinos y femeninas.

X. Referencias

1. Hill, AV Trails and Trials in Physiology: a Bibliography, 1909–1964, con revisiones de ciertos temas y métodos y un reconocimiento para futuras investigaciones. Baltimore, MD: Williams y Wilkins, 1966, págs. 359–368.
2. Jeukendrup, A. E., Craig, N. P., & Hawley, J. A. (2000). The bioenergetics of world class cycling. *Journal of science and medicine in sport*, 3(4), 414-433.
3. Rogers, M. A., Hagberg, J. M., Martin 3rd, W. H., Ehsani, A. A., & Holloszy, J. O. (1990). Decline in VO₂ max with aging in master athletes and sedentary men. *Journal of applied physiology*, 68(5), 2195-2199.
4. Heath, G. W., Hagberg, J. M., Ehsani, A. A., & Holloszy, J. O. (1981). A physiological comparison of young and older endurance athletes. *Journal of Applied Physiology*, 51(3), 634-640.
5. Hopker, J., & Jobson, S. (2012). *Performance cycling: the science of success*. A&C Black.
6. Zabala, M. (2020). Asignatura Especialización de Ciclismo, Universidad de Granada.
7. Heyward, V. H. (1998). The physical fitness specialist certification manual. Dallas, TX: *The Cooper Institute for Aerobics Research*, 48.
8. Koutlianos, N., Dimitros, E., Metaxas, T., Cansiz, M., Deligiannis, A. S., & Kouidi, E. (2013). Indirect estimation of VO₂ max in athletes by ACSM's equation: valid or not?. *Hippokratia*, 17(2), 136



XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Los resultados del proyecto de investigación sobre el consumo de oxígeno de atletas entrenados en gran altitud es importante para el deporte de nuestra región y a nivel nacional e internacional, por las características inherentes en la práctica de hipoxia crónica en que viven y entrenan los atletas, y los factores influyentes como la relación del VO₂max con la edad, con el sexo, con el tiempo de entrenamiento, el índice de masa corporal y los parámetros hematológicos.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Los resultados del consumo máximo de oxígeno en atletas entrenados en gran altura demostraran las propuestas científicas sobre el entrenamiento en condiciones de hipoxia crónica y los factores intervinientes como la edad, el sexo, el tiempo de entrenamiento, la relación con el índice de masa corporal y algunos parámetros hematológicos, así como los instrumentos a utilizar para la recolección de información.

ii. Impactos sociales

Por sus características peculiares de cultura, geográfica y sobre todo en las condiciones de vida de los sujetos muestrales tiene impacto en el desarrollo deportivo como factor importante después de vivir una pandemia ocasionada por el Covid 19, y su repercusión en el entrenamiento deportivo como factor del desarrollo social.

XIII. Recursos necesarios

Para llevar a cabo el proyecto de investigación se tendrá que acceder a los siguientes recursos:

- Básculas
- Tallímetros
- Espirómetros
- Equipo antropométrico
- Pista de atletismo
- Estadio de deportes
- Laboratorios
- Hematograma
- Recursos económicos
- Recursos de personal calificado
- Movilidad para deportistas



XIV. Localización del proyecto

El proyecto de investigación, se desarrollará en la ciudad de Puno, región Puno, en la sierra sur del Perú, en condiciones de gran altura aproximadamente a 3812 msnm.

XV. Cronograma de actividades

Actividades	AÑO 2023											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Planificación de la elaboración del proyecto de investigación.	X											
Revisión de literatura y bases de datos relacionados a la línea de investigación		X	X									
Revisión y elaboración de instrumentos			X									
Validación y aprobación de instrumentos de investigación				X	X							
Inicio de ejecución del proyecto						X	X	X	X			
Aplicación de Instrumentos.						X	X	X	X			
Análisis y sistematización de datos.										X		
Elaboración de tablas y figuras										X		
Redacción del primer borrador del informe de investigación											X	
Presentación del informe de investigación												X

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Tallímetro	01	500	01	500
Báscula	01	800	01	800
Pruebas de sangre y otros	01	100	20	2000
Espirómetro	01	2000	02	4000
Equipo antropométrico	01	2500	02	5000
Alquiler de pista	01/hora	100	10	1000
Movilidad	01/hora	50	20	1000
Pago a técnicos	1 día	80	20	1600
Laboratorio	2 Lab.	200	10	2000
Pago investigador	01 inv. X mes	500	10	5000
				22900

