



ARTÍCULOS ORIGINALES

CAMBIOS BIOQUÍMICOS, HEMODINÁMICOS Y PULMONARES ASOCIADOS A LA ADAPTACIÓN DE UN ASCENSO CONSTANTE DE 3428 METROS EN BICICLETA

BIOCHEMICAL, PULMONARY AND HEMODYNAMIC CHANGES ASSOCIATED TO THE ADJUSTMENT OF A CONSTANT CLIMB OF 3428 METERS IN BICYCLE

Drs. Nataniel Claros*, Jorge Torres**, Pilar Navia***, Wilma Salinas****, Ramiro Pinilla*, Lic. Jaqueline Farah*** y Edgar Quispe*****

RESUMEN

Objetivo: Comparar los cambios en parámetros bioquímicos, hemodinámicos y pulmonares antes y después de un ascenso brusco de 3428 mts. en bicicleta

Diseño: Ensayo de Campo.

Población: Pacientes mayores de 18 años, sin exclusión de género, que ascienden de Yolosa (1229 mts. s.n.m.) hasta la cumbre (4657 mts. s.n.m.). quienes fueron sometidos a oximetría, espirometría, glucemia, hto y hb antes y después del ascenso.

Sede: Hospital Obrero N° 1 de la Caja Nacional de Salud La Paz – Bolivia. Instituto de Investigación en Salud y Desarrollo (IINSAD).

Estimación del tamaño de la muestra: No atingente

Resultados: Se analizaron 91 sujetos con un promedio global de edad fue de 39,50 años, correspondiendo al género masculino 77 (84,6%). La talla y peso promedio fueron de 1,71 metros y 73 kg respectivamente. De los 9 lugares de procedencia, la mayor participación fue de La Paz 38 (41,8%), Cochabamba 27 participantes (29,75%) y Santa Cruz con 17 participantes (18,7%). Los parámetros demográficos comparativos de los 3 departamentos más representativos muestran mayor edad en el grupo de La Paz (44 años) y el menor en Cochabamba con 31 años. En relación al peso y talla promedios los 3 departamentos presentan parámetros similares. Los competidores de Cochabamba presentaron un IMC ligeramente superior a los otros departamentos (26,30 Kgs/m²), y los únicos con IMC saludable fueron los de La Paz (< a 25 Kgs/m²).

La glucemia promedio precompetitiva de todo el grupo estaba en promedio en 107 mg/dl (DE±11,716 rango de 84 a 132 mg/dl), no se consideró la glucemia postcompetitiva debido al mal funcionamiento de los equipos que no están calibrados para funcionar adecuadamente a 4800 msnm.

* Servicio de Cirugía, Hospital Obrero N° 1 de La Paz, Bolivia.

** Servicio de Anestesiología, Hospital Luis Uribe de la Oliva CNS La Paz

*** Instituto de Investigación en Salud y Desarrollo (IINSAD)

**** Servicio de Medicina interna y broncoscopia, Hospital Luis Uribe de la Oliva CNS La Paz

***** Los Huanca

Correspondencia:

Dr. Nataniel Claros, Servicio de Cirugía, Hospital Obrero N° de La Paz, Bolivia.

Teléfono: (591) 2 2724034 Celular: (591) 70121942 • E-Mail: nclaros@gmail.com

La frecuencia cardiaca (FC) precompetitiva promedio fue de 68 latidos por minuto y la de llegada fue de 152 latidos por minuto ($p=0,001$). La saturación de O₂ basal promedio fue de 97% y la de llegada de 90%.

El hematocrito (Hto) promedio basal fue de 48%, que corresponde a una Hemoglobina (Hb) promedio de 16,15 g/dl con un Hto de llegada de 69 % y una Hb de 23 g/dl con un valor de p de 0.001.

La capacidad vital forzada (CVF) promedio inicial del grupo fue de 5,16 litros (118% del normal), comparado con la CVF de llegada que fue de 4,76 litros (109% del normal).

Conclusión: En un grupo de ciclistas amateurs con entrenamiento permanente, los parametros hemodinamicos y respiratorios consignados no se alteran significativamente. Esto apoya la tesis de desarrollar deporte a gran altura sin aumentar el riesgo de sufrir efectos adversos.

ABSTRACT

Objective: Compare changes in biochemical , hemodynamic and pulmonary parameters before and after an abrupt climb of 3428 meters cycling

Design: Field Test.

Population: Participants older than 18 years of age, without gender exclusion, that ascent from Yolosa (1229 m.a.s.l.) to the summit, La Cumbre (4657 m.a.s.l.). Competitors underwent oximetry, spirometry, blood glucose, hematocrit and Hb tests before and after the climb.

Venue: Hospital Obrero No. 1, Caja Nacional de Salud La Paz - Bolivia. Research Institute of Health and Development (IINSAD).

Estimated size of the sample: Not outstanding

Results: Ninety one participants were studied with an overall average age of 39.50 years of age, corresponding to 77 males (84.6%). The average height and weight were 1.71 meters and 73 kg respectively. Participants were from 9 different places of origin, the largest turnout was from La Paz 38 (41.8%), Cochabamba 27 participants (29.75%) and Santa Cruz with 17 participants (18.7%). Comparative demographic parameters of the 3 most representative departments show older participants in the group of La Paz (44 years of age) and youngest in Cochabamba with 31 years of age. Weight and height averages show similar parameters in the 3 departments . Competitors from Cochabamba had a BMI slightly higher than the other departments (26.30 Kgs/m²), and the only ones with healthy BMI were those from La Paz (< 25 Kgs/m²).

The whole group had a precompetitive average blood glucose of 107 mg / dl (SD $\pm$ 11.716 range from 84 to 132 mg / dl), blood glucose was not considered at arrival due to malfunction of equipment, not calibrated to function properly at 4800 m.a.s.l.

Precompetitive average heart rate (HR) was 68 beats per minute, at arrival was 152 beats per minute ($p=0.001$). The basal average O₂ saturation was 97% and 90% arrival.

The average basal hematocrit (Hct) was 48%, which corresponds to an average hemoglobin (Hb) of 16.15 g / dl with a hematocrit of 69% and a Hb of 23 g / dl at arrival with a P value of 0.001.

Average forced capacity (FVC) initially was 6,16 liters expressed as a percentage for age, sex and weight of each competitor 118% of normal, compared with a FVC of 4,76 liters at arrival with an overall average of 109% with respect to normal.

Conclusion: In the amateur group of cyclists with consistent training, the hemodynamic and respiratory parameters assigned is not significantly altered. This supports the thesis that practice of sports at high altitude does not increase the risk of adverse effects.

INTRODUCCIÓN

Los Huanca son un grupo de aventureros ciclistas que iniciaron la conquista de rutas de Bolivia y a partir del 2005 sugieren el reto del ascenso de Yolosa a la Cumbre hecho que marca el inicio de sus actividades como grupo y como organización estructurada.

Este ascenso consiste en una distancia total de 62.15 km con un ascenso continuo de 3428 metros partiendo en la localidad de Yolosa ubicada a 1229 mts. s.n.m. hasta la cumbre 4657 mts. s.n.m., lo que conlleva un cambio de vegetación y clima desde uno tropical de Nor Yungas pasando por un clima subtropical hasta llegar a la cima en la cumbre con un clima frío, ruta que la recorren en bicicleta.

Los cambios de adaptación bioquímica, pulmonar y hemodinámica a esfuerzos en grandes altitudes están en estudio.

Los habitantes de lugares altos tiene como característica fisiológica la capacidad de transporte de oxígeno mayor por la sangre que los sujetos no adaptados o provenientes de lugares bajos. Esta mejora en la capacidad de transporte de oxígeno es secundaria a la adaptación del sistema eritropoyético que compensa la disponibilidad reducida de oxígeno incrementando la masa total de hemoglobina, es decir mayor número de eritrocitos¹.

Por otro lado es ampliamente conocido que este hecho funcional de compensación es utilizado para aumentar la capacidad y resistencia de atletas de alta competencia. Este concepto puede ser explotado de varias maneras, ya sea como hipoxia intermitente de entrenamiento, en el que durante el entrenamiento se crea natural o artificialmente periodos de hipoxia como estimulante de la eritropoyetina. Otro sistema es el vivir en lugares altos o moderadamente altos pero realizando entrenamientos a bajas altitudes².

El objetivo general de este estudio es comparar los cambios en parámetros bioquímicos, hemodinámicos y

pulmonares antes y después de un ascenso constante de 3428 mts. en bicicleta desde Yolosa a la cumbre.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño: Ensayo de Campo.

Población: Sujetos mayores de 18 años, sin exclusión de género, divididos en 2 grupos (ciclismo y competitivo) que ascienden 3428 metros desde Yolosa (1229 mts. s.n.m.) hasta la cumbre (4657 mts. s.n.m.). quienes fueron sometidos a espirometría, dosificación de glucemia, oximetría de pulso, Hto y Hb, PA, FC, IMC, talla, peso antes y después del ascenso.

Criterios de Inclusión: Todos los sujetos que voluntariamente y después de una explicación detallada decidan participar en este estudio.

Criterios de Exclusión: Sujetos que no lleguen a cubrir los 63 km de prueba y que abandonen la misma en cualquier momento de la carrera y equipos que pese a llegar correspondan a postas, ya que son dos o más personas.

Estimación del tamaño de la muestra: No atingente

Recolección de datos: Todos los sujetos considerados para el estudio serán tabulados en una base de datos creada especialmente para el efecto en SPSS 11.5 en español y sus datos incluidos, registrándose las variables biodemográficas, Hto y Hb, Glucemia, espirometría, para posterior análisis.

Plan de análisis: Se realizará un análisis exploratorio de los datos; se aplicará estadística descriptiva, con cálculo de medidas de tendencia central y de dispersión (promedios y desviación estándar (DE), y valores extremos).

RESULTADOS

Se inscribieron 168 personas, de las cuales no partieron 18 y abandonaron 59, quedando solo 91 para el análisis.

El promedio global de edad fue de 39,50 años (DE±11,137; rango de 17 a 68 años) distribuidos mayoritariamente en el género masculino 77 (84,6%).

Entre los parámetros biodemográficos, la talla promedio fue de 1,71 metros ($DE \pm 0,7484$ y un rango de 1,55 a 1,88 metros). El peso promedio fue de 73 kg ($DE \pm 9,693$ y un rango de 56 a 101 kilos). La categoría fue dividida en cicloturismo 23 participantes (25,3%) y competitivo 68 participantes (68%) en forma voluntaria y de acuerdo a la capacidad personal. De los 9 lugares de procedencia, la mayor parte de los participantes fue de La Paz 38 (41,8%), cochabamba 27 participantes (29,75%) y Santa Cruz con 17 participantes (18,7%). Otros lugares de procedencia están referidos en el Cuadro N° 1. En relación a los clubes de origen, La Paz tuvo la mayor participación en sus diferentes clubes y están representados en el Cuadro N° 2, donde además se puede ver la participación del exterior.

Cuadro N° 1
lugar de procedencia y altura sobre el nivel del mar

PROCEDENCIA	NUMERO	%	msnm
España (Barcelona)	1	1,1	12
Cochabamba	27	29,7	2558
El Alto La Paz	4	4,4	4000
La Paz	38	41,8	3600
USA (Sacramento)	1	1,1	580
Santa Cruz	17	18,7	416
Tarija	1	1,1	1924
Villazón	2	2,2	3800
TOTAL	91	100	

Los parámetros demográficos comparativos de los 3 departamentos más representativos están en la tabla 3 (total 82 pacientes 90.10%), resaltando que el promedio de edad mayor estuvo en La Paz (44 años) y el menor en Cochabamba con 31 años. La mayor presencia de género masculino osciló entre 76 y 89%. En relación al peso y talla promedios prácticamente los 3 departamentos presentan pesos similares (71 a 74 Kgs) y (1,70 a 1,72 cms). Los competidores de Cochabamba presentaron un IMC ligeramente superior a los otros departamentos

Cuadro N° 2
Club de origen

EQUIPO	NUMERO	%
7 de octubre	1	1,1
aquafit MTB	2	2,2
Chiquiango Bike	1	1,1
Club de Tenis LP	3	3,3
Doña Chela Sport	1	1,1
Dulcifar SRL	2	2,2
Evolution MBT	2	2,2
Guaygua Team	2	2,2
Ironman La Paz	1	1,1
La bicicleta	12	13,1
Las tiranegras	1	1,1
Los Andes	1	1,1
Los Huanca	26	28,7
Madness	1	1,1
Moyano	1	1,1
Nokias	1	1,1
NR	7	7,7
PAC	1	1,1
Pedaleros del Urubo	8	8,8
Tattoo Adventure	1	1,1
Triamed	1	1,1
Tunari bici montaña	15	16,4
TOTAL	91	100

NR: No registrado el club de origen

Huanca: Incluye 3 personas que pertenecen a ambos clubes (CTLP y Huanca)

(26,30 Kgs/m²)., resaltando que los únicos competidores en IMC saludable fueron los de La Paz (< a 25 Kgs/m²) Cuadro N° 3.

La glucemia promedio precompetitiva de todo el grupo estaba en promedio en 107 mg/dl ($DE \pm 11,716$ rango de 84 a 132 mg/dl) La menor glucemia promedio entre grupos estaba registrada en Santa Cruz con 84 mg/dl. No se registró ninguna glucemia postcompetitiva debido al mal funcionamiento de los equipos que no están calibrados para funcionar adecuadamente a 4800 msnm.

La frecuencia cardíaca (FC) precompetitiva promedio fue de 68 latidos por minuto ($DE \pm 11,169$ rango

Cuadro N° 3
Parámetros biodemográficos comparativos

VARIABLE	LA PAZ	COCHABAMBA	SANTA CRUZ
EDAD (años) DE	44 (9,458) Rango 21 a 62	31 (12,209) Rango 19 a 68	38,5 (8,548) Rango 26 a 50
GENERO (%)	F 4 (10,53), M 34 (89,47)	F 5 (18,52), M 22 (81,48)	F 4 (23,53), M 13 (76,47)
PESO (Kgs) DE	71 (8,304) Rango 60 - 88	74 (11,409) Rango 58 - 101	73,5 (7,781) Rango 62 - 82
TALLA (Cm)	1,72 (0,679) Rango 1,57 - 1,88	1,71 (0,836) Rango 1,55 - 1,87	1,70 (0,690) Rango 1,59 - 1,80
IMC (kg/m ²)	24,74 (2,027) Rango 20,52 a 28,73	26,30 (2,788) Rango 21,55 a 33,75	25,42 (2,138) Rango 20,99 a 28,04

de 58 a 97) y la de llegada fue de 152 latidos por minuto (DE±25,678 rango de 120 a 180), con un valor de p de 0,001. La saturación de O₂ basal promedio fue de 97% (DE±5,673) y la de llegada de 90% (DE±3,758).

El hematocrito (Hto) promedio basal fue de 48% (DE±3,293 con un rango de 42 a 55%) que corresponde a una Hemoglobina (Hb) promedio de 16,15 g/dl (DE±1,602 rango de 14 a 19) con un Hto de llegada de 69 % (DE±4,235) y una Hb de 23 g/dl (DE±3,593) con un valor de p de 0.001.

La capacidad vital forzada (CVF) promedio del grupo fue de 5,16 litros (DE±0,805 y un rango de 3,36 a 6,79 litros) que expresado en porcentaje para la edad, sexo y peso de cada competidor correspondían a 118% del normal (DE±13,693 y un rango de 76 a 155%), comparado con la CVF de llegada que fue de 4,76 litros (DE±0,720 y un rango de 3,52 a 6,33 litros) con un promedio global de 109% con respecto a la normal (DE±15,560 y un rango de 85 a 151%).

No se han descrito eventos adversos asociados al ascenso. Otras variables iniciales y de llegada están consignadas en el Cuadro N° 4.

DISCUSIÓN

Pese a que hemos intentado identificar trabajos similares a este, no hemos sido capaces de hacerlo, no solo porque la carrera es prácticamente única, en el sentido que asciende más de 3000

metros en una corta distancia, sino que las variables y los objetivos tomados en este trabajo no han sido testeados en el mundo científico, por lo que es difícil contrastar los hallazgos con otros para poder comprobar la veracidad de nuestros resultados.

El efecto de la altura puede afectar el desempeño atlético en forma aguda a través de la disminución en la liberación de oxígeno, lo que conlleva una disminución del trabajo muscular por su demanda de oxígeno³.

Durante muchos años, los efectos de la altitud en el desempeño atlético han sido objeto de múltiples trabajos en el intento de identificar alguna estrategia que pueda incrementar el desempeño de los ya muy altos índices competitivos de estos atletas. Contrariamente a este punto no se ha identificado trabajos en los que se denuncien efectos deletéreos de la altura sobre los atletas.

La práctica del deporte en la altura, especialmente competitivo, ha sido puesta en duda desde hace un tiempo, luego del veto de jugar fútbol en la ciudad de La Paz (3600 m.s.n.m.), hecho que ha demandado una reunión de consenso⁴. Este comité que agrupa 208 federaciones mundiales alrededor de la FIFA (Federación Internacional de Fútbol Asociado) señalan que no solo es importante el nivel de altitud al que se juega, sino el nivel basal (nivel donde se vive), el mismo que tiene un impacto directo sobre el desempeño de los jugadores cuando se entrena a nivel del

Cuadro N° 4
Variables mensuradas iniciales y de llegada

PROMEDIO VARIABLES	TOTAL	LA PAZ	SANTA CRUZ	COCHABAMBA
Fc Inicial (Lat x min)	76	66	67,5	72
Fc Llegada (Lat x min)	165	163	168	162
Hb Inicial (gr/dl)	16,15	17,65	15,6	15,6
Hb Llegada (gr/dl)	23	22	24	23
Hto Inicial (%)	48	50	47	47
Hto Llegada (%)	69	67	72	69
Sat O ₂ Inicial (%)	97	97	97,5	96,5
Sat O ₂ Llegada (%)	90	92	88	90
Glucemia (mg/dl)	107	107	84	110
CVF Inicial	5,16	5,3	4,86	5,1
CVF % Inicial	118	119	117	118
CVF Llegada	4,76	4,5	4,3	4,8
CVF % Llegada	109	110	126	
FVE 1 seg Inicial	4,16	4,5	3,95	4
FVE % Inicial	120	122	119	119
Relacion FEV/FVC	88	88	86	87
Relacion FEV/FVC %	100	100	101	100

CVF: Capacidad Vital Forzada

FVE: Espiracion Ventilatoria Forzada 1 seg

mar o cerca de este y se asciende hasta 1500 m.s.n.m. y mas aún cuando se sube por encima de los 3000 m. Por otro lado señala que no existen evidencias de reacciones contrarias a la exposición a estas altitudes. También establece que las altitudes comprendidas entre 3000 a 5500 son considerados como *Alta Altitud* (High Altitude) y recomiendan una aclimatación de 3 a 5 días para poder tener un desempeño máximo.

Este preambulo parece ser válido para poder analizar este articulo como base, sabiendo que esta claro que no es lo mismo jugar futbol a hacer bicicleta de montaña, deporte con consideraciones y forma de entrenamiento diferentes, donde el ascenso es practicamente una rutina y esta presente en muchas carreras mundiales.

Aparentemente los que mas se benefician del entrenamiento en la altura no son los futbolistas, pues estos solo hacen carreras rápidas que siempre son menores de 200 m., sino

los atletas que desempeñan carreras mas largas de 400 metros, ya que a estas distancias la mejora se debe a la contribucion de fuentes de energía oxidativa^{5,6}, este concepto podría ser extrapolado también a los ciclistas que están bajo un tiempo largo de metabolismo aneróbico.

La altura es una norma en las carreras ciclisticas como el Tour de France, la Vuelta a España y el Giro de Italia que estan hasta 3000 metros y solo la carrera de China (Cycling Tour of Qinghai Lake) supera los 3500 metros s.n.m.⁶, pero esta carrera es unica en ascenso tan dramático en solo 63 km. de distancia.

La disminución de la presión atmosférica en función del incremento de altitud, lleva a cambios fisicos y fisiológicos que condicionan una disminución en el rendimiento de los atletas. El primer evento es la reducción de la presión parcial de oxígeno inspirado que ocasiona una disminución en el suministro de oxígeno a los musculos

lo que condiciona disminución de su desempeño con periodos de recuperación mayor entre ejercicio³.

Esta hipoxia determina el incremento del factor-1 inducido por la hipoxia practicamente indosificable en la normoxia y que tiene un tiempo de vida de solo 5 min. y que en la altura permanece por mas de 30 minutos e incrementa la producción de eritropoyetina (EPO), la transferrina para el metabolismo del hierro y la producción de glóbulos rojos⁶.

Los residentes de la altura se caracterizan por tener una capacidad mayor de transporte de oxígeno ($VO_{2\text{ max}}$) secundaria a la adaptación del sistema de eritropoyetina que compensa la reducción del oxígeno disponible incrementando la masa total de hemoglobina^{1,7}. Por lo tanto se han determinado estrategias diversas para poder incrementar la masa de Hb en el entendido de aumentar el desempeño de los atletas de elite, como estancias superiores a 21 días o mejor aun entre 4 a 12 semanas y las tan comentadas autotransfusiones.

Los ciclistas de élite tienen un consumo maximo de O_2 promedio superior al 35% comparado con la población normal y los nativos de altura incrementan un 14% mas¹.

El entrenamiento a nivel del mar, no tiene ningún estimulo sobre el sistema de la eritropoyetina, por lo que el sistema de vivir alto y entrenar bajo es el sistema mas usado porque incrementa la masa total de Hb en un 14-16%⁷⁻⁸.

No solo se dan cambios hematológicos, sino también existe una eficiencia aumentada del músculo estriado a nivel mitocondrial con un mayor tamponamiento muscular y mayor tolerancia al ácido láctico⁹.

Seguramente el reto mas importante de este trabajo es la identificación de posibles modificaciones en las variables consignadas luego de un ascenso en bicicleta de 3428 metros en tan solo 63 km y no el maximo desempeño a un

nivel sobre el nivel del mar, hecho que no pudo ser refrendado ya que todas las variables no mostraron alteración con respecto a sus basales usando como grupo comparativo al mismo atleta. Cabe aclararse que los participantes son considerados amateurs y de diferentes capacidades y lugares.

Esta carrera tiene características muy especiales y diferentes a las de entrenar en lugar bajo y jugar en lugar alto o viscierversa, es el inicio de una carrera a un nivel de 1229 mts. s.n.m. y ascender hasta 4657 mts. s.n.m. lo que debería condicionar alteraciones pulmonar y cardiacas. Graficos 1 y 2. Por ende el ascenso a lugares extremadamente altos debería inducir cambios en el sistema nervioso central, sistema respiratorio, cardiovascular y muscular⁶.

Se supone que además del incremento de la masa de Hb, debe cambiar la frecuencia cardiaca que busca aumentar el gasto cardiaco, la frecuencia respiratoria, pero nos es difícil distinguir entre la taquicardia y la taquipnea inducida por la hipoxia y el ejercicio mismo, pues la FC en todos los corredores estaba logicamente aumentada.

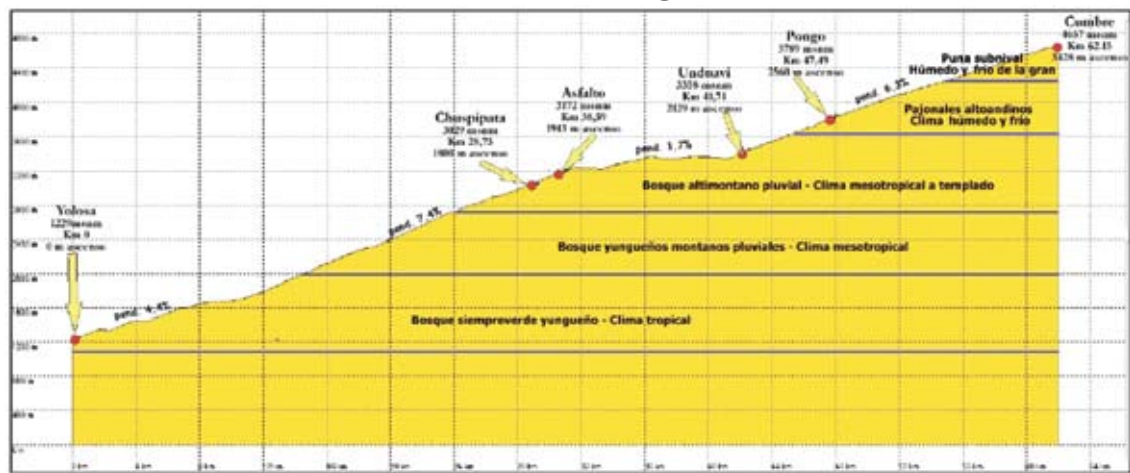
Entonces si bien no hemos podido identificar estas variables y los parámetros que hemos tomado ninguno se ha modificado en forma notoria y las comparaciones entre grupos de diferentes alturas, tampoco han demostrado mucha diferencia entre competidores, por lo que no consideramos un fracaso, sino el aporte de instrumentos para un mejor juicio y que el hacer deporte a niveles altos no es causal de enfermedades o efectos secundarios deletereos en la salud de los deportistas.

Conclusión: En un grupo de ciclistas amateurs con entrenamiento permanente, los parametros hemodinamicos y respiratorios consignados no se alteran significativamente. Esto apoya la tesis de desarrollar deporte a gran altura sin aumentar el riesgo de sufrir efectos adversos.

Figura N° 1
MAPA DE LA RUTA



Figura N° 2
PERFIL DE LA RUTA



REFERENCIAS

1. W. Schmidt, N. Prommer. Effects of various training modalities on blood volumen. *Scand J Med Sci Sports* 2008; 18 (Suppl. 1): 57-69
2. Paula de Paula, Josef Niebauer. Effects of high altitude training on exercise capacity: fact or myth *Sleep Breath Publishe* online nov 2010.
3. Chapman R.F., Stickfor J.L., Levine B.D. Altitude training considerations for the winter sport athlete. *Exp Physiol* 2009;95:411-21
4. Bartsch P, Saltin B, Jiri Dvorak. Consensus statment on playing football at diferente altitude. *Scand J Med Sci Sports* 2008;(Suppl.1):96-99
5. Levine B.D. Stay-Gundersen S. Mehta R.D. Effect of altitude on fotball performance. *Scand J Med Sports* 2008;18 (suppl. 1):76-84.
6. Saunder P.U., Pyne D. B., Gore C.J. Endurance training at altitude. *High Altitude Medicine and Biology.* 2009;10:135-49
7. Friedmann-Bette B. Classical altitude training. *Scand J Med Sports* 2008;18 (suppl. 1):11-20
8. Stay-Gundersen S. Levine B.D. Live high, train low at natural altitude. *Scand J Med Sports* 2008;18 (suppl. 1):21-28.
9. Gore CJ, Clark SA, Saunders PU. Nonhematological mechanisms of improved sea-level performance after hypoxic exposure. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1600-09.