

ACTIVIDAD FÍSICA Y SÍNTOMAS EN LA ACLIMATACIÓN EN TURISTAS QUE VISITAN EL NEVADO DEL RUIZ – COLOMBIA*

*Eder Peña Quimbaya**
Diego Fernando Garzón Tobar***
Alfredo Arturo Mayolo Valencia*****

Recibido en agosto 13 de 2010, aceptado en septiembre 10 de 2010

Resumen

Objetivo: caracterizar el nivel de actividad física de los turistas que visitan el Nevado del Ruiz a 4.287 y 4.816 msnm. A sí mismo, establecer las prevalencias de los síntomas y signos del Mal Agudo de Montaña (MAM). **Materiales y Método:** estudio descriptivo de corte transversal en 129 turistas. Desde diciembre de 2008 hasta diciembre de 2009, se aplicaron cuestionarios de Actividad Física abreviado (International Physical Activity Questionnaire). El consenso de Lake-Louise indagó aspectos sociales demográficos, actividad física y valoración del MAM en rangos: cefalea, síntomas gastrointestinales, fatiga o debilidad, vértigos, alteraciones mentales, ataxia y edema periférico. Para el análisis y tabulación de datos se utilizaron las técnicas de distribución de frecuencia. Se empleó, además, la estadística descriptiva. **Resultados:** según el IPAQ, el 45,7% se clasificó como insuficientemente activo (sedentario), el 30,3% como suficientemente activo (activo) y el 24% como altamente activo (muy activo). Principalmente, el MAM grave es el que reviste importancia debido a la potencial morbilidad y la necesidad de medios de evacuación inminente. A 4.287 msnm, el 1,6% de los turistas adquirió el MAM grave y a 4.816 msnm el 16% presentó el MAM grave. **Conclusión:** el cuestionario Actividad Física abreviado permite identificar el nivel de sedentarismo; a la vez, y por la inactividad física en la vida diaria, el turista es más susceptible de padecer los síntomas de MAM en altitud alta. Por lo tanto, es importante que el turista esté en un nivel activo o muy activo de actividad física antes de la exposición a la altitud alta, puesto que permite tener un mayor VO_2 máximo en la ciudad de residencia, lo que le permite al organismo protegerse y responder al estrés interno y externo.

Palabras clave

Actividad física, mal de altura, promoción de la salud.

* Este artículo hace parte del proyecto de investigación y extensión “Actividad física en turistas expuestos a 4.287 y 4.816 metros de altura sobre el nivel del mar en el Nevado del Ruiz”, cofinanciado por la Universidad de Caldas y la Concesión Unión Temporal Nevados, mediante Convenio Cód. VPU-CS-402.

** Licenciado en Educación Física. Magister en Educación. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. Correo electrónico: eder.pena@ucaldas.edu.co

*** Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deporte. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. Correo electrónico: 1220diego@gmail.com

**** Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deporte. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. Correo electrónico: alarmava@gmail.com

PHYSICAL ACTIVITY AND SYMPTOMS IN ACCLIMATION PROCESS IN TOURISTS VISITING EL RUIZ SNOW COVERED MOUNTAIN– COLOMBIA

Abstract

Objective: to characterize the level of physical activity of tourists visiting el Ruiz Snow Covered Mountain at 4287-4816 meters above sea level, and also to establish the prevalence of Acute Mountain Sickness symptoms and signs. **Materials and Methods:** Descriptive, cross sectional study in 129 tourists. From December 2008 to December 2009, Physical Activity questionnaires were applied (International Physical Activity Questionnaire). Lake Louis inquired social and demographic aspects, physical activity and Acute Mountain Sickness assessment in ranges: headache, gastrointestinal symptoms, fatigue or weakness, dizziness, vertigo, mental alterations, ataxia, and peripheral edema. For the analysis and tabulation of data the frequency distribution techniques were used. Descriptive statistics was also used. **Results:** according to the IPAQ 45.7% were classified as insufficiently active (sedentary), 30.3% insufficiently active (active) and 24% as highly active (very active). Mainly the serious AMS is that one considered important because of the morbidity potential and the need for immediate evacuation. at 4,287 MASL, 1.6% of tourists acquired severe AMS and 4,816 MASL 16% of tourists had the severe AMS **Conclusion:** the abbreviated Physical Activity Questionnaire allows the identification of the sendentariness; at the same time, and because of physical inactivity in daily life, the tourist is more susceptible to experience the AMS symptoms at a high altitude. As a consequence, it is important that the tourist be in an active level of physical activity before the exposure to high altitude because this allows a greater VO₂ maximum in the city of residence which allows the organism to protect itself and respond to internal and external stress.

Key words

Physical activity, altitude sickness, health promotion.

ATIVIDADE FÍSICA E SINTOMAS NA ACLIMATISAÇÃO EM TURISTAS QUE VISTAM A NEVADA DO RUIZ - COLOMBIA

Resumo

Objetivo: caracterizar o nível de atividade física dos turistas que visitam a Nevado do Ruiz de 4287-4816 metros acima do nível do mar. Assim mesmo, estabelecer as prevalências dos sintomas e signos da doença Aguda de Montanha (MAM). **Materiais e Métodos:** Estudo descritivo de corte transversal em 129 turistas. Desde dezembro de 2008 até dezembro 2009, aplicaram se questionários de Atividade Física abreviada (International Physical Activity Questionnaire). Lake Louis indagou aspectos sociais demográficos, atividade física e valoração do MAM em rangos: cefaléia, sintomas gastrointestinais, fadiga, ou debilidade, vertigem, alterações mentais, ataxia e edema periférico. Para o analise e tabulação de dados utilizou se as técnicas de distribuição de frequência. Empregou se além, a estadística descritiva. **Resultados:** de acordo o IPAQ, el 45,7% classificou se como insuficiente ativo (sedentário), o 30,3% como suficientemente ativo (ativo) e o 24% como altamente ativo (muito ativo). Principalmente, o MAM grave que é o que reviste importância devido à potencial mobilidade e a procura de meios de evacuação iminente. A 4.287 msnm o 1,6% dos turistas adquiriu o MAM grave e a 4.816 msnm o 16% apresentou o MAM grave. **Conclusão:** o questionário Atividade Física abreviado permite identificar o nível de sedentarismo, à vez, o por a inatividade física na vida diária, o turista é mais susceptível de padecer os sintomas de MAM em altitude alta. Por quanto, é importante que o turista este num nível ativo ou muito ativo de atividade física antes da exposição à altitude alta, já que permite ter um maior VO₂ Maximo na cidade de resistência, o que permite ao organismo proteger se e responder ao estresse interno e externo.

Palavras chave

Atividade física, doença da altitude, promoção da saúde.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio de investigación abordó la actividad física y los síntomas en la aclimatación en los turistas que visitan el Nevado del Ruiz en altitudes de 4.287 a 4.816 msnm, considerando que la promoción de la salud debe realizarse de acuerdo con el entorno que habite o frecuente el individuo desde el mecanismo de autocuidado y ayuda mutua (1), en procura de prevenir las enfermedades propias de la altura.

Por lo anterior, es importante precisar que el *sistema ambiental operacional* está constituido por elementos ambientales que realizan interacción con el sistema humano en un momento determinado (2), entre ellos la *humedad del aire* (3), la *radiación solar* y la *altitud*. La elevación vertical de un punto sobre el nivel del mar incide en la temperatura de un lugar y el elemento más importante es la *disminución barométrica*, pues a medida que se progresa en el ascenso a mayores altitudes, disminuye la presión parcial de oxígeno del aire, con lo que baja la presión del oxígeno en la sangre arterial, dando origen a una hipoxia relativa (3). Por esta razón, es importante precisar la *clasificación de la altitud* según criterios biológicos: a) Baja Altitud, b) Media Altitud, c) Alta Altitud (hasta los 5.500 msnm, donde se producen efectos en reposo y durante la actividad deportiva) y d) Muy Alta Altitud (4).

De ahí que la incursión de los turistas a ambientes naturales extremos, en donde predomine una ascensión a partir de cotas de 2.500 msnm, disminuye la presión parcial de oxígeno del aire, con la baja presión del oxígeno en la sangre arterial, dando origen a una *hipoxia relativa*, por lo que al organismo humano en estado de reposo le surgen cambios funcionales que evidencian la falta de oxígeno, y esto provoca una sensación de falta de aire, pues la cantidad de oxígeno respirado disminuye en cada inspiración y ocasiona que se incremente la ventilación por minuto (3). La disminución del número de moléculas de oxígeno

posibles para el correcto funcionamiento de cada una de las células ocasiona la *hipoxia* (5). Para Guyton y Hall, los efectos agudos de la hipoxia se inician a una altitud aproximada de 4.000 msnm, y esto produce embotamiento, lasitud, fatiga mental y muscular, así como cefalea, náuseas y, ocasionalmente, euforia (6).

La *adaptación* (7) se caracteriza por una variedad de cambios funcionales que conducen a facilitar el transporte y el aporte de oxígeno desde el ambiente hasta la célula, lo que permite dos tipos de respuesta: i) a *corto plazo*, cardiovascularmente aumenta la frecuencia cardíaca, produce un mayor gasto cardíaco y el sistema sanguíneo establece una hemoconcentración; y ii) a *largo plazo*, en el sistema cardiovascular hay aumento de la frecuencia cardíaca submáxima, así como mayor gasto cardíaco; además, en el sistema sanguíneo hay una mayor producción de eritropoyetina, ematíes y hemoglobina, mientras en el sistema pulmonar la hiperventilación actúa a corto y largo plazo.

Little (8) y Baker (9) proponen un modelo completo para interpretar la adaptación biológica humana, pero para el estudio se centran en dos categorías: a) la aclimatación fisiológica y b) el ajuste psicológico, que son las formas de conducta que presentan los individuos para soportar las presiones. Otro concepto que define la aclimatación es la puesta en marcha de reacciones del organismo, que en un espacio de tiempo variable permiten la estancia más o menos prolongada en situación de hipoxia, con un rendimiento muscular adaptado (7) a los elementos del sistema ambiental como la presión atmosférica, la radiación solar, la humedad, la temperatura, etc.

Cuando una persona no aclimatada asciende rápidamente por encima de los 3.000 msnm, recibe en algún grado el impacto de la hipoxia hipobárica (10), que se evidencia especialmente en el rendimiento físico, el desempeño mental y el sueño (11) (12).

El MAM (7) (13) es definido como un conjunto de síntomas y signos como: cefalea, fatiga o laxitud, falta de aire al realizar ejercicio, pérdida del apetito, náuseas, vómitos, disminución del volumen urinario, dificultad para dormir y respiraciones irregulares durante el sueño; los cuales aparecen después de las 4-8 horas de haber llegado a la altura, pudiendo aparecer incluso hasta las 96 horas (14) (15). La posibilidad de desarrollar MAM depende de la susceptibilidad individual, la velocidad de ascenso, la altitud alcanzada y el tiempo de permanencia en ella.

El cuestionario Lake-Louise (16) permite determinar el MAM e incidencia y criterio de clasificación de severidad. El cuestionario basa su evaluación en la cuantificación de ítems sintomáticos: cefaleas, gastrointestinales, fatiga o debilidad, mareos y sueño (este diagnóstico no aplica para el turista, debido a que la asistencia es sólo de un día), así como en tres diagnósticos clínicos: alteraciones mentales, ataxias y edema. Cada ítem evalúa la magnitud del síntoma con una puntuación proporcional al grado de severidad, así: 0= ausente; 1=leve; 2=moderado y 3=severo e incapacitante, siendo por lo tanto el puntaje mínimo 0 y el máximo 15.

Criterios de clasificación. Se consideró MAM (-): sin enfermedad, con una sumatoria de puntaje 0 puntos. MAM (+): enfermo con un puntaje \geq 1 punto. Sin embargo, también se incluyó en la categoría de enfermo MAM (+) aquel que había alcanzado una puntuación de 3 a 4 puntos, vale decir, cuando lo discapacitaba para efectuar sus funciones. Se clasificó como moderado la puntuación entre 4 y 6 puntos; y grave la puntuación sobre \geq 7 puntos (13).

El escenario del Parque Nacional Natural Los Nevados (PNNN) comprende 53.800 hectáreas, ubicado en el centro de Colombia en la ramificación central de la cordillera de los Andes (17). Por la variedad de ecosistemas que se encuentra en el PNNN, está en aumento año tras año el turismo

ecológico, que se entiende como “aquella modalidad turística ambientalmente responsable, consistente en viajar o visitar áreas naturales relativamente sin disturbar con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales (paisaje, flora y fauna silvestres) de dichas áreas, así como cualquier manifestación cultural (del presente y del pasado) que puedan encontrarse ahí, a través de un proceso que promueve la conservación, tiene bajo impacto ambiental y cultural y propicia un involucramiento activo y socioeconómicamente benéfico de las poblaciones locales” (18).

□ *Producto de la visita al Nevado del Ruiz.* Los turistas realizan *actividad física*, que se define como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que resulta en un gasto de energía. La actividad física está íntimamente relacionada con el término *ejercicio físico*, que es un tipo de actividad física planeada, estructurada y repetitiva, y tiene el objetivo de mejorar o mantener uno o más componentes de la *condición física*, que es una serie de atributos que la gente tiene o alcanza como resultado de la habilidad para realizar actividad física (19) (20) (21) (22), y que incluye todas las actividades de la vida diaria y las actividades laborales de cada persona. Las finalidades de la actividad física pueden ser clasificadas en: utilitaria, que abarca fundamentalmente las actividades laborales y tareas domésticas; de tiempo libre, que son actividades de carácter lúdico y recreativo; y educación física, que son actividades de carácter educativo. Esto no excluye, sin embargo, que algunas de las acepciones anteriores no puedan también servir para formar a la persona (23).

Igualmente, existen unos parámetros para caracterizar la actividad física, los cuales se relacionan con los componentes para su ejecución, tales como: la duración, el tiempo empleado en minutos para el desarrollo de la actividad física, la frecuencia, el número de días/semana en que se realiza actividad física, la intensidad, y el porcentaje de la capacidad funcional máxima

utilizada durante la actividad física. El *ejercicio físico* es una categoría de la actividad física, es toda actividad realizada por el organismo, libre y voluntaria, planificada, estructurada y repetitiva, con un mayor o menor consumo de energía, cuya finalidad es la de producir un mejor funcionamiento del propio organismo; tal tipo de ejercicio no implica ningún beneficio material para la sociedad (24).

Actividades físicas en la naturaleza. Son definidas como el conjunto de actividades lúdicas y educativas al aire libre que supone un reto, cuyo riesgo es subjetivo, y en donde el valor del triunfo o la victoria es la superación personal o del grupo, y no la derrota del oponente (25). También son enmarcadas en las actividades físicas que un ser humano realiza en interacción con los diferentes sistemas ambientales que habita o puede transitar, sean para rendir un uso en la vida diaria o laboral, de uso en el ocio y el tiempo libre, que tiene una posibilidad de educarse y que puede implementarse mediante los deportes (26).

MATERIALES Y MÉTODO

El estudio de investigación cuantitativa de la actividad física y el MAM en turistas que visitaron el Nevado del Ruiz en la práctica del ecoturismo a 4.287 y 4.816 msnm, fueron desarrollados durante dos años.

El tipo de estudio. Diseño descriptivo de corte transversal (27). Población objeto de estudio: individuos que visitan el Nevado del Ruiz de residencia en Colombia o en el extranjero; rango de edad: ente 15 y 70 años.

Muestra y muestreo. Muestra no-probabilística por conveniencia, turistas que visitan el Nevado del Ruiz durante el 15 de diciembre 2008 hasta el 30 de abril de 2009. N=300 turistas que aceptaron participar en la investigación, previo consentimiento informado. Los criterios

de inclusión fueron rechazados (171 turistas) por no cumplir con uno o varios criterios. Son seleccionados para participar en el estudio: n=129 (conformado por el número de turistas que cumplieron con el consentimiento informado y los criterios de inclusión). De sexo femenino n=77 y masculino n=52. Grupos etarios de 15 a 19 años, de 20 a 70 años, residentes en la zona urbana y que visitan por primera vez al Nevado del Ruiz.

Criterios de inclusión. Diligencia del consentimiento informado (para < 18 por los padres), ninguna visita al Nevado del Ruiz como turista, no padecer enfermedad respiratoria, cardiovascular, mental de diagnóstico médico; tener edad comprendida en el rango de la muestra, no haber realizado esfuerzo físico moderado o severo antes de aplicar cuestionarios, no tener afiliación a Federación, Liga o club y no ser deportista activo, y asistencia al Nevado del Ruiz durante las fechas de ejecución del estudio.

Estratos de población definidos por factores de variabilidad. Residencia: habitantes de ciudades colombianas o extranjeras que como mínimo tuvieran una permanencia de 4 semanas en la ciudad. Sexo: femenino y masculino. Ocupación: actividad en la vida diaria que permite identificar si es dependiente, independiente, escolar, desempleado, jubilado. Escolaridad: universitaria, tecnológica, técnica, secundaria, media vocacional, sin escolaridad. Edad: 15 a 19 años y 20 a 70 años. Estado civil: soltero, casado, divorciado, unión libre, viudo. Actividad física: actividad física habitual y hábitos preventivos de actividad física. Altitud de residencia: signos y síntomas de MAM, sin MAM, MAM leve, MAM moderado y MAM grave.

Material

El cuestionario se seleccionó como herramienta de recogida de datos, el objetivo es explorar de manera sistemática y ordenada la actividad física, los signos y síntomas del MAM y el tipo de MAM.

Siguiendo a Spradley (28), los cuestionarios empleados en nuestra investigación constan de preguntas cerradas y categorizadas, con lo que intentamos hacer más exhaustivas las respuestas obtenidas.

VARIABLES. *Actividad física:* el nivel de AF habitual y hábitos preventivos de AF; el nivel de AF habitual: AF abreviado (International Physical Activity Questionnaire) (IPAQ, 2003) (29). *MAM:* la variable contiene la valoración de los síntomas y signos del MAM de Lake Louis como: cefalea, gastrointestinales, fatiga/debilidad, vértigo/mareo, alteraciones mentales, ataxia y edemas periféricos (16).

Pasos para recolección de los datos: a) ingreso del turista al PNNN: se informó sobre la investigación. b) Entrega y aplicación de los criterios de inclusión y el consentimiento informado. c) Ascenso del turista en vehículo (automóvil – 4x4 – microbús – buseta) a 4.169 msnm hasta el Refugio a 4.816 msnm (30). A 4.287 y 4.816 msnm se aplicó: 1) cuestionario IPAQ (29) abreviado y 2) cuestionario de actividad física; finalmente 3) se valoró el MAM (Lake Louis 1992).

Método

Procedimiento para el cálculo del índice de actividad física: una vez diligenciados los cuestionarios de actividad física IPAQ abreviado y hábitos preventivos, se registró en la base de datos y asignó el valor en METs a cada una de las actividades señaladas por el sujeto. Para el cálculo de índice de actividad física, se partió de las variables cuantitativas: valores en METs obtenidos tras la suma de las actividades señaladas en los cuestionarios mencionados anteriormente.

En la población de 15 a 19 años es definida en dos categorías: 1. Individuos con el mínimo de actividad física recomendada: los que hacen al

menos 60 minutos de actividad física por lo menos por 5 días en alguno de los dominios en los últimos 7 días. 2. Inactivo: personas que no cumplen con los criterios establecidos en la categoría antes mencionada.

El patrón regular de actividad física en dominios específicos en la población de 15 a 19 años en tiempo libre: son las personas que desarrollan diariamente al menos 30 minutos de actividad física en tiempo libre en esfuerzos acumulados de 10 minutos seguidos, por al menos 5 días a la semana, pero con un punto de corte de 60 minutos diarios (31).

Procedimiento para el cálculo de signos y síntomas de MAM: Diligenciado el cuestionario de valoración del MAM Lake Louis (16), los valores seleccionados se definieron al tener en cuenta los estudios de reproducibilidad y validez hechos en el Lake Louis (1992). Se registró en la base de datos, y cada ítem evalúa la magnitud del síntoma con una puntuación proporcional al grado de severidad, así: 0=ausente; 1=leve; 2=moderado; 3=severo e incapacitante, siendo por lo tanto el puntaje mínimo 0 y el máximo 15.

Análisis estadístico

En consecuencia, con las variables el análisis se desagregará por grupo de edad, sexo, estado civil, ocupación, nivel de escolaridad y residencia. Para las variables cuantitativas se describirán valores mínimo y máximo, y para las variables cualitativas, las frecuencias y porcentajes. Se calcularán el nivel de actividad física y las prevalencias (MAM) de los factores de riesgo, así como edad y sexo mediante la prueba estadística Chi-cuadrado de Pearson.

El programa estadístico empleado ha sido el SPSS v15.0 (SPSS inc., Chicago IL.).

RESULTADOS

De las variables revisadas en los 129 cuestionarios (IPAQ, actividad física, Lake Louis), se encontró la siguiente información:

Aspectos socio-demográficos: el comportamiento de los turistas en relación con la edad, sexo, estado civil, ocupación, escolaridad y lugar de residencia se presentó en un mayor porcentaje (Cuadro 1).

Cuadro 1. Aspectos socio demográficos.

Variable				
Edad	20 a 29 años 34,1%	30 a 39 años 28,7%,	40 a 49 años 14,0%	15 a 19 años, 50 a 69 años 9,3%
Sexo	Femenino 59,7%	Masculino 40,3%		
Estado civil	Soltero(a) 58,1%,	Casado(a) 29,5%	Unión libre 7,0%	Viudo (a) 5,4%.
Ocupación	Dependiente (empleado) 37,2%	Independiente (comerciante, profesional con empresa) 35,7%	Escolar (Universitario – Secundaria – Media Vocacional – Primaria) 24,8%.	
Escolaridad	Universidad 65,9%	Secundaria 19,4%	Tecnológico 14,7%	
Lugar residencia	Media altitud 1.000 a 2.000 msnm 46,5%	Media altitud entre 2.000 a 3.000 msnm 33,3%	Baja altitud 0 msnm 20,2%	
Colombia	90,7%			
Extranjero	9,30%			

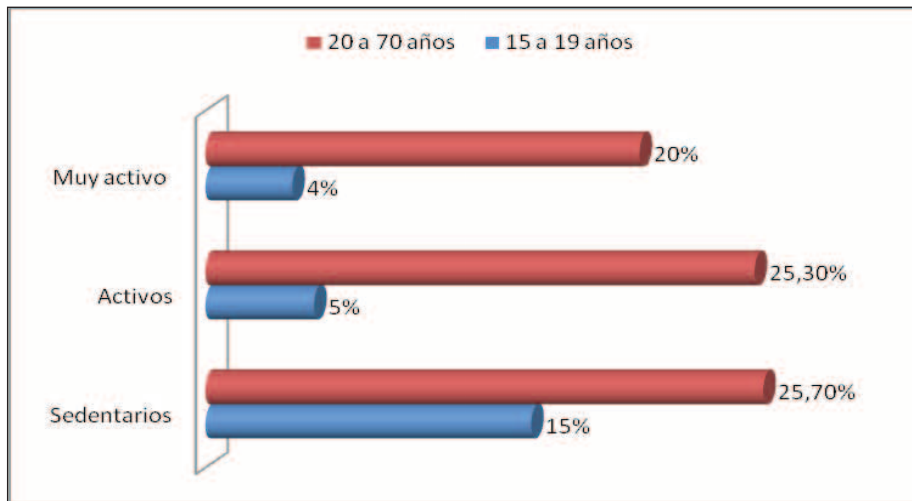
Actividad física: el IPAQ permitió valorar la actividad física de los turistas, y se clasificaron (Figura 1). El comportamiento de la variable actividad física (IPAQ) y sexo es un factor que interviene en la aclimatación a la altitud. A 4.287 msnm el mayor porcentaje se evidenció en el sexo femenino con el 26,3%, con síntomas leves, moderados y graves, mientras que en el sexo masculino el 14,2% presentó síntomas leves,

moderados y graves. A 4.816 msnm, el sexo femenino y el masculino presentaron (41,1%) uno o más síntomas, con un 41,1% y un 23,2%, respectivamente. En la edad y actividad física (IPAQ) se estableció que en el rango de edad 20 a 29 años se encontró la mayor frecuencia de los indicadores suficientemente activos y altamente activos.

Parámetros de realización de actividad física en la ciudad de residencia: *Duración:* 52% de los que realizan más de 30 minutos/día; *Frecuencia:* 36,5% entre 3 y 7 días/semana, y *Horario:* 36,4% realizan en horas de la mañana y 21,2% en la noche. Con respecto a la percepción de su condición

física con su puntaje en el IPAQ, el 100% de los sedentarios consideran su condición física como buena; los activos, el 63,2% la consideran buena, el 15,8 regular, y el 5,3 mala; y los muy activos, el 50% la consideran buena y el 25% excelente.

Figura 1. Nivel de actividad física en turistas.



En relación con los hábitos higiénico-preventivos para la práctica de la actividad física se indagó sobre su aplicación en la exposición al Nevado del Ruiz (Cuadro 2).

el turista gana altitud y dan paso a la enfermedad edema pulmonar o edema cerebral. La suma de los síntomas y signos da como resultado el tipo de MAM en turistas (Figura 3).

MAM: los síntomas y signos del MAM a 4.287 msnm y 4.816 msnm (Figura 2) se comportaron en mayor porcentaje en cefalea, gastrointestinal y fatiga/debilidad, que se incrementan a medida que

En la relación socio-demográfica con el MAM 4.287 y 4.816 msnm los resultados en un mayor rango se dieron (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 2. Hábitos higiénico-preventivos.

	Calentamiento	Estiramiento	Frecuencia Cardíaca	Hidratación	Protección solar
NO	69%	69%	88,4%	17,8%	23,3%
SÍ	31%	31%	11,6%	82,2%	76,7%

Figura 2. Síntomas y signos MAM.

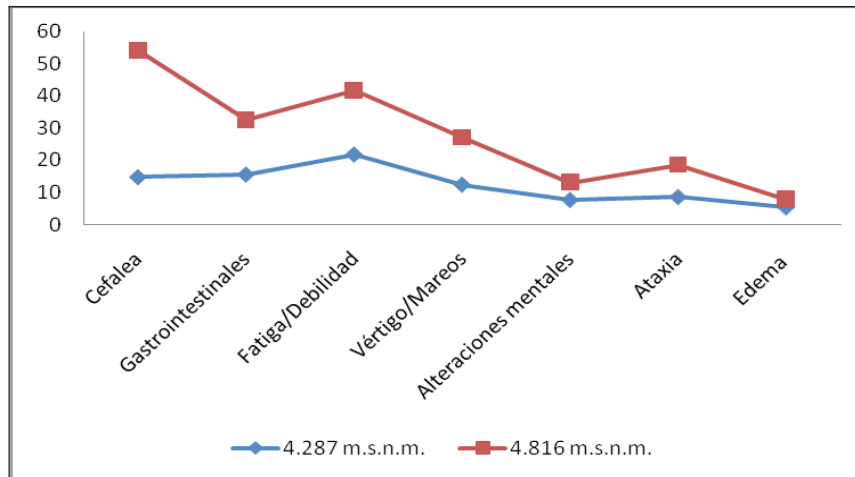
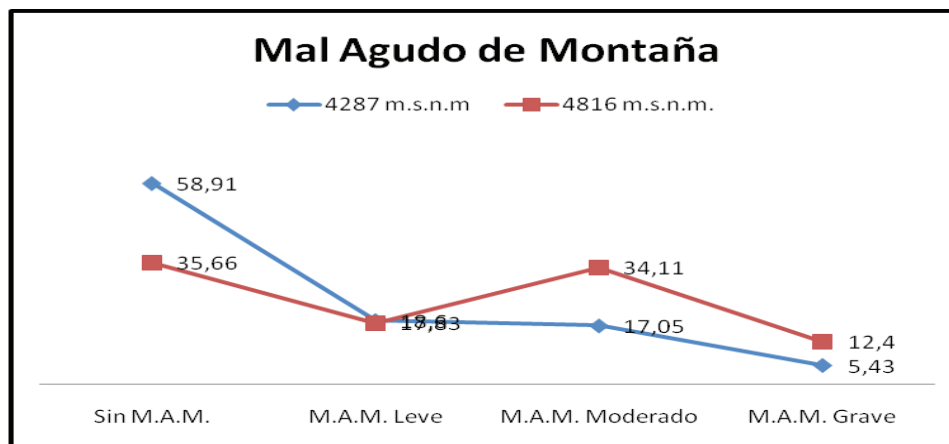


Figura 3. Tipo MAM Turistas.



Cuadro 4. Relación socio-demográfica MAM (4.287 msnm).

Variable	Síntomas			
	Ausentes	Leve	Moderado	Grave
Sexo				
Femenino	33,33%	32,5%	9,1%	2,6%
Masculino	25,6%	36,5%	--	--
Edad				
15 a 19 años	4,65%	3,9%	--	0,8%
20 a 29 años	16,3%	12,4%	4,6%	0,8%
30 a 39 años	19,4%	8,5%	0,8%	--
40 a 49 años	8,5%	5,4%	--	--
50 a 59 años	6,2%	3,1%	--	--
60 a 69 años	3,9	0,8%	--	--

Cuadro 5. Relación socio-demográfica MAM (4.816 msnm).

Variable	Síntomas			
	Ausentes	Leve	Moderado	Grave
Sexo				
Femenino	18,6%	9,3%	13,1%	2,3%
Masculino	17,0%	7,7%	13,1%	2,3%
Edad				
15 a 19 años	4,6%	--	1,5%	3,1%
20 a 29 años	7,7%	8,55	9,3%	8,5%
30 a 39 años	9,3%	1,5%	15,5%	2,3%
40 a 49 años	7,7%	3,1%	1,5%	0,8%
50 a 59 años	3,9%	3,1%	2,3%	--
60 a 69 años	2,3%	0,8%	0,85	0,8%

DISCUSIÓN

En los aspectos socio-demográficos es importante precisar que la visita del turista al Nevado del Ruiz, la edad de 20 a 49 años fue el estrato más representativo como soltero, con una recepción de ingresos producto de su actividad laboral dependiente o independiente y un nivel universitario de escolaridad. Los individuos con altos niveles educativos y socioeconómicos participan más en actividades físicas durante el tiempo libre que individuos con niveles educativos más bajos (32). Se han identificado, al menos, tres grandes categorías determinantes de la actividad física, que incluyen características socio-demográficas, condiciones del entorno y condiciones como un indicador del desarrollo de una comunidad (33). Frente a los riesgos que se toman en este tipo de actividades, los aceptan en mayor proporción los solteros, pues tienen una mayor disponibilidad de tiempo para su implementación y los costos son asumidos en su mayor tendencia por individuos que tienen un ingreso económico como dependiente o independiente.

La actividad física es valorada a través del IPAQ utilizado en numerosos estudios nacionales e internacionales (34) (35) (36) (37). Sin embargo, son pocos los estudios que se han realizado en turistas en un Parque Nacional Natural, al comparar los resultados con estudios realizados en Manizales (34) y Medellín (37). El comportamiento de los turistas (sedentarios, activos y muy activos que asisten a la altitud alta) no presenta una diferencia significativa en el porcentaje de sedentarios al comparar los estudios. Por lo anterior, la susceptibilidad individual a la hipoxia es mayor con la ausencia de actividad física, traducida a que el esfuerzo físico cuando el individuo se mueve voluntariamente, aumenta su metabolismo como producto de la actividad muscular en la aclimatación fisiológica a la altura (7) (8) (9). En el periodo de aclimatación de corto plazo, en el *sistema pulmonar* se produce una hiperventilación y en el *sistema cardiovascular* una compensación

en el descenso de la saturación de oxígeno arterial por medio de una mayor frecuencia cardíaca, un mayor gasto cardíaco, un aumento del volumen circulatorio de la sangre, una dilatación de los vasos sanguíneos del encéfalo y el corazón, a la vez que acelera la contracción cardíaca y aumenta la presión arterial pulmonar en la aclimatación del turista a la altitud alta.

En conclusión, el nivel de sedentarismo es una variable predictiva desde el IPAQ para entrar a sufrir con mayor prontitud los síntomas de MAM por inactividad física en la vida diaria, y por tener un VO_2 máx. reducido en un porcentaje determinado, los individuos con mayor capacidad aeróbica pueden realizar un esfuerzo determinado con un menor esfuerzo percibido y una menor tensión cardiovascular en las grandes alturas que quienes tienen valores menores de VO_2 máx. (38) (39).

Es importante que el turista se encuentre en un nivel activo o muy activo de actividad física antes de la exposición a la altitud alta, puesto que permite tener un mayor VO_2 máx. en la ciudad de residencia, lo que le permite al organismo protegerse y responder al estrés interno y externo. Para producir incrementos en la condición física se deben realizar intensidades superiores a 6 METs (40), lo que mejora la capacidad de consumo de oxígeno por los músculos activos (41); la literatura (38) (39) (40) (41) establece que se debe tener presente el proceso metabólico que es obtenido de la energía aeróbica, pues el músculo trabajará peor en hipoxia que en normoxia, por alteración de su metabolismo. La condición cardiovascular y respiratoria se modifica y dependerá de la estructura de la frecuencia e intensidad del entrenamiento.

El comportamiento de la variable actividad física (IPAQ), edad y sexo son factores que intervienen en la aclimatación a la altitud, y la mayor susceptibilidad se da en individuos <30 años, lo cual está acorde con la literatura (7), pues ésta plantea que son más sensibles a la

hipoxia hipobarométrica los individuos jóvenes y las mujeres, e inciden variables como la rapidez de ascensión dada por el transporte en vehículo, que para el presente estudio no se controló, y la hipoventilación. Las mujeres son más proclives a los efectos de la hipoxia que los hombres.

En cuanto a los parámetros de realización de actividad física en la ciudad de residencia, debe realizarse por lo menos 30 minutos por día con una intensidad moderada. Se considera moderada la actividad realizada con una intensidad de 3 a 6 METs (equivalente metabólico del trabajo), equivalente a una caminata vigorosa a 3 a 4 metros por hora, o a un gasto calórico de 200 calorías por día. La actividad puede ser llevada a cabo de manera continua o fraccionada en periodos de 10 ó 15 minutos (42). Los efectos benéficos están ligados principalmente a la cantidad total de actividad física realizada, el gasto calórico acumulado y los minutos invertidos; y la cantidad es más importante que la manera específica de hacerla.

En relación con los hábitos higiénico-preventivos para la práctica de la actividad física, se indagó sobre su aplicación en la exposición al Nevado del Ruiz. Es necesario precisar que los seres humanos se adaptan con más éxito al calor que al frío regular. Con la promoción de las actividades físicas en la naturaleza, los individuos, por lo general, no cuentan con la ropa e indumentaria que requiere un tipo de práctica en altitud; por ello, la vaso-construcción periférica pronunciada durante la exposición al frío intenso ocasiona temperaturas cutáneas extremas que pueden llegar a niveles peligrosos (38) como la hipotermia aguda o de inmersión, la hipotermia crónica o de exposición y la hipotermia urbana. Para nuestro caso, tomamos la crónica como la exposición prolongada del cuerpo al agua o al viento frío producto de la ejecución de actividad física (43).

Por tanto, es importante para contrarrestar los efectos de la temperatura ambiental, realizar un

calentamiento y capacitar al individuo para: a) prepararse fisiológicamente o psicológicamente para una actividad o prueba; b) reducir las oportunidades de lesiones articulares y musculares (41). En la población objeto, el 69% no realiza calentamiento, mientras que el 31% sí lo hace; si realizan estiramiento el 31% y el 69% no lo hace.

Al no tener una práctica arraigada de actividad física en el calentamiento general, el cual debe incluir el *estiramiento* para contrarrestar los efectos del frío en los músculos (41), no son vistos como importantes para aumentar el rendimiento orgánico; además, las condiciones ambientales condicionan el comportamiento psicológico, modifican los estados emocionales producto del descenso en la temperatura corporal y aumentan la negación frente al riesgo de lesión física. La *frecuencia cardíaca* se ve modificada por la disminución de la presión atmosférica y a medida que es mayor la altitud, el gasto cardíaco será mayor, producto de las respuestas orgánicas que buscan la aclimatación. El 88,4% nunca controla el pulso durante la actividad física, lo que permite identificar que existen varias circunstancias que afectan el control de la frecuencia cardíaca como medida de la intensidad de la actividad. Primero, al no realizar actividad física, el turista no percibe la importancia del control del pulso en la actividad física básica como estar en estado de reposo o en actividad como caminar; segundo, las condiciones ambientales extremas bajas de la temperatura ambiental y el aumento de la velocidad del viento producen reacciones defensivas en el individuo y evitan la exposición de las manos al frío (44). La frecuencia cardíaca durante el esfuerzo submáximo a intensidad constante disminuye con la permanencia a gran altura. Estos resultados son de interés para el control de la intensidad del esfuerzo en montaña o durante el entrenamiento en altura.

Durante el proceso de aclimatación a la altitud ocurre una diuresis y se reduce el total de agua en el cuerpo. En ambiente frío la pérdida de líquido

ocurre a través de las vías respiratorias, lo cual, es producto de la disminución de la temperatura debido a un descenso de la humedad relativa (45) a la vez los hábitos de hidratación en el turista por el SI implementa la hidratación 82,2%, el tipo de bebida que utiliza para hidratarse, 65,5% utilizan agua, 18% agua más otras bebidas (gaseosa, bebidas energizantes e hidratantes) y 16,5% solamente utilizan bebidas energizantes . En la exposición a la altitud, el turista realiza la hidratación con un 51,2% en todo momento, con 20,9% durante, seguido de nunca con 17,1%, y por último, antes con 10,1%. La temperatura del aire descende conforme se incrementa la altitud. El aire frío puede contener poca agua, por lo que el aire de las grandes alturas es seco; estos dos factores incrementan la susceptibilidad a los trastornos relacionados con el frío y la deshidratación cuando nos hallamos a gran altitud (38). Es importante ir realizando la hidratación constantemente sin sentir sed, que será el signo de estar en estado de deshidratación.

Se pueden contrarrestar los efectos de la radiación solar permaneciendo en la altitud, porque, primero, al situarnos en un lugar más alto de la atmósfera, la luz atraviesa un espesor más reducido de atmósfera antes de entrar en contacto con la piel; por esta razón, una parte menor de la radiación solar, especialmente los rayos ultravioleta, es absorbida por la atmósfera en las grandes alturas; segundo, el agua atmosférica normalmente absorbe una cantidad sustancial de radiación del sol, y el limitado vapor de agua que se encuentra en las grandes alturas también incrementa (38). Por eso, es importante la aplicación de un filtro solar: el 76,7% sí se aplica y el 23,3% no se aplica. El momento de aplicación del bloqueador solar en su mayor porcentaje fue: un 39,5% antes de la exposición a la altitud, un 23,3% en todo momento, un 22,5% nunca y, por último, un 13,2% durante la exposición a la altitud.

El MAM es producto de una aclimatación inconclusa del organismo a la altitud, es necesario

considerar la velocidad de ascenso (46) (47), entendida como el desplazamiento que se realiza en vehículos o mediante el senderismo por las rutas establecidas; por esto, se aconseja que por encima de los 3.500 msnm no se realicen esfuerzos físicos intensos ascendiendo con lentitud, sin superar más de 400 metros de altura sobre el nivel del mar diarios (48). En conclusión, es importante precisar que a su permanencia en la altitud alta, el organismo humano dispone de una pequeña capacidad de reserva o adaptación que le permite soportar unas 6 ó 10 horas en la altura (49), y la susceptibilidad individual a la hipoxia será más agresiva en jóvenes, mujeres e individuos con patologías que comprometan los sistemas cardiovascular y respiratorio, donde la baja concentración de oxígeno en la sangre produce una falta de oxígeno en las células del organismo (51) (52).

En definitiva, se puede prevenir el MAM mediante la aclimatación fisiológica y la actividad física (7) (8); no obstante, también sería importante identificar en próximos estudios la incidencia de la variable psicológica (52) en el MAM y modular los efectos producidos por la hipoxia hipobárica, por lo que hace falta identificar las causas que llevan al turista a entrar en el MAM.

Para establecer los mecanismos de adaptación y compensación, en la reunión de Lake Louis (16) el fin fundamental es ubicar a la persona evaluada en un rango que va de ausente a presente, y dependiendo del síntoma que percibe se asigna un puntaje de 0 a 4 puntos. Mediante esta valoración de los síntomas, la comunidad científica ha establecido el tipo de MAM: leve, moderado o severo. En conclusión, según Sutton (54) de 10 turistas que se exponen a altitud, 7 padecen de MAM, y en el estudio de actividad física y MAM, de cada 10 turistas a una altitud de 4.287 msnm, 3 turistas sufrieron MAM (X^2 : 2,3 p valor 0,502) y a 4.816 msnm 9 padecen MAM (X^2 : 7,9 p valor 0,047). Por esto, es prioritario establecer estrategias de prevención como tener un tipo de

actividad física activo o muy activo, controlar la velocidad de desplazamiento del vehículo y realizar los mecanismos de aclimatación fisiológica para evitar sufrir el MAM por visitar el Nevado del Ruiz.

CONCLUSIONES

La caracterización socio-demográfica de los turistas que se exponen a altitudes de 4.287 y 4.816 msnm en el Nevado del Ruiz, con relación a la edad, el rango más representativo fue de 20 a 49 años, la asistencia es dada en mayor proporción por individuos solteros y casados, y las ocupaciones predominantes son: dependientes, independientes y escolares, así como la condición educativa de universitario y secundario.

La ubicación de la residencia y la altitud: es importante que sean establecidas al inicio de la exposición hacia el Nevado del Ruiz, puesto que estos factores permiten identificar aspectos culturales, patrones de alimentación, de comportamiento, entre otros, que le facilitarán el procedimiento al guía.

El nivel de sedentarismo es una variable predictiva desde el IPAQ para entrar a sufrir con mayor prontitud los síntomas de MAM por inactividad física en la vida diaria, es importante que el turista se encuentre en un nivel activo o muy activo de actividad física antes de la exposición a la altitud alta, puesto que permite tener un mayor VO_2 máx. en la ciudad de residencia. Esto le permite al organismo protegerse y responder al estrés interno y externo, producto de las interacciones con los elementos del sistema ambiental al exponerse a la altitud alta y realizar una actividad física, en la cual la intensidad de la actividad física, el VO_2 máx. y la presión parcial de oxígeno se ven afectadas por su disminución a medida que se va ganando altitud por el descenso de la presión atmosférica.

La investigación sobre MAM: los resultados permiten ver que en la exposición de turistas a la altitud la adquieren el 41,1% a los 4.287 y el 64,3% a los 4.816 msnm, quienes presentaron uno o varios síntomas. Si bien los porcentajes son inferiores en la investigación en actividad física, se debe reforzar el mecanismo de autocuidado y ayuda mutua respecto a la identificación de la aparición de los síntomas y signos del MAM en el ascenso hacia el Nevado del Ruiz.

De cada 10 turistas que se exponen a la altitud de 4.287 msnm, 5 turistas sufrieron MAM y a 4.816 msnm 8 padecen MAM.

De acuerdo al tipo de MAM que padecieron los turistas y la severidad de los síntomas moderado o grave, el 22,5% de los turistas a la altitud de 4.287m.s.n.m. y a los 4.816 m.s.n.m. el 47,2% debería haber descendido en altitud, esto para proporcionar las respuestas celulares a la hipoxia ambiental, y por ende evitar la aparición de la enfermedad como el Edema Pulmonar o el Edema Cerebral.

AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Proyección Universitaria de la Universidad de Caldas, por su apoyo en la financiación del estudio; a la Concesión Unión Temporal Nevados por la cofinanciación de la investigación, en especial a Mario Moreno Bañol; a la Unidad Administrativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales - Parque Nacional Natural Los Nevados, por el apoyo para desarrollar la investigación, en especial a Jorge Hernán Lotero Echeverri, María Elena Giraldo Rojas, Elkin Javier Montoya Arias, Milton Henry Arias Fierro, Gabriel Eduardo Echeverry Norman y Elisa María Moreno Ortiz; y a la Asociación de Guías de Caldas, por su colaboración con los turistas durante el desarrollo de la recolección de datos en el Chalet Arenales y en el Refugio en el ascenso al Nevado del Ruiz. También a Martha Lucía García Naranjo, por sus aportes en la corrección del artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Labonte R. Estrategias para la promoción de la salud en la comunidad. En: Promoción de la salud en la comunidad. Inglaterra: Universidad de Oxford; 1987.
2. Evia G, Gydinas E. Ecología social. Conceptos básicos. Bogotá: Magisterio; 1995.
3. Platonov V, Bulatova M. Entrenamiento en condiciones extremas. España: Paidotribo; 2001.
4. Terrados N. El entrenamiento en altitud. Barcelona: INFOCOES; 1994.
5. Ganong WF. Fisiología médica. Madrid: Manual Moderno; 2006.
6. Guyton A, Wall JE. Tratado de fisiología médica. Madrid: McGrawHill; 2001.
7. Martínez G, Cordova A. Fisiología especial. Madrid: Gymnos; 2001.
8. Little MA. The Development of Ideas on Human Ecology and adaptation. In a History American Physical Anthropology. 1930 – 1980. USA: Academy Press; 1982.
9. Baker, PT. In Human ecology and Human adaptability. Great Britain, Oxford Science Publications; 1992.
10. López de Gimaraes D. Edema pulmonar y agudo de reascenso. Caso observado en Huaraz. Lima: Academia Medica Perú; 2008.
11. Gamboa R. Exposición aguda a la hipoxia hipobárica. aspectos fisiológicos y fisiopatológicos. Lima: Revista Peruana Cardiológica 1997; 23(3):145-156.
12. West JB. The physiologic basis of high-altitude Diseases. Ann Inter Med 2004; 141(10):789-800.
13. Vargas D, Osorio FJ, Jiménez ED, Moraga CF, Sepúlveda DM, Del Solar HJ (2001): Mal agudo de montaña a 3.500 y 4.250 m: Un estudio de la incidencia y severidad de la sintomatología. Revista médica Chile,129(2), [serie internet] 2001 Feb [consulta 06 Agos 2010]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-8872001000200007&lng=es.
14. Hackett PH, Rennie D, Levine HD. The incidence, importance, and prophylaxis of acute mountain sickness. Lancet 1976; (2):1149-55.
15. Singhi I, Khanna PK, Srivastava MC, Lal M, Roy SB. Subramanyam CSV. Acute mountain sickness. N Engl J Med 1969; 280:175-184.
16. Hackett PH, Oelz O. The Lake-Louise consensus on the definition and quantification of altitude illness. In: Hypoxia and Mountain Medicine. Edited by Sutton JR, Coates G, Houston CS. Burlington, VT: Queen City Printers: 1992; 327-30.
17. Peña E. Didáctica especial de la educación física en altitud. Manizales: Universidad de Caldas; 2007.
18. Dudley N. Directrices para las categorías de gestión de las áreas protegidas. UICN, Ginebra [serie en internet] 2008 Feb [consulta 03 May 2010] Disponible en: <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/PAPS-016-Es.pdf>
19. Caspersen CJ, Powell K.E, Chritenson G. Physical activity, exercise, and physical fitness. Public Health Rep 1985; 100:125-131.
20. Organisation Mondiale de la Santé. Active living. Physical activity for health. Division of Health Promotion, Education and Communication, Geneva: 1997.
21. Blair S, Kohl W, Gordon N. How much physical activity is good for health? Annual Review of Public Health 1995; 13: 99-126.
22. Devís J, Peiró V, Ballester E, Devís FJ, Sánchez R. Actividad física, deporte y salud. Barcelona: Inde; 2000.
23. Ortega Sánchez– Pinilla R. Medicina del ejercicio físico y del deporte para la atención a la salud. España, Díaz de Santos; 1992.

24. Shepard RJ. Aerobic, fitness and health. Champaign Ill: Human Kinetics; 1994.
25. Gómez A. Actas del Congreso Mundial de Medio Ambiente. Barcelona; 1992. En: Carrasco D. Actividades en el medio natural. Barcelona: Universidad Politécnica de Madrid; 2005.
26. Peña E. Actividades Físicas en la Naturaleza. Pereira: Universidad Tecnológica; 2008.
27. Danhke GL. Investigación y comunicación. México: MacGraw-Hill. EN: Hernández R, Fernandez C, Baptista L. Metodología de la investigación. México: MacGraw-Hill; 2000.
28. Spradley, J. P. The Ethnographic interview. New York.: Holt, Rinehart and Wiston; 1979.
29. IPAQ. Guidelines for data processing and analysis of the international Physical Activity Questionari (Short from). [serie en internet] 2003 Abr [consulta 12 Abr 2010]. Disponible en: <http://www.ipaq.ki.se>
30. Unidad Administrativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Determinación de la capacidad de carga en el marco de los límites de cambio aceptable para los sitios donde se desarrollan actividades ecoturísticas en los sectores El Ruiz y El Cisne del Parque Nacional Natural Los Nevados. Parque Nacional Natural Los Nevados: Manizales; 2008.
31. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia. Bogotá : Imprenta Nacional de Colombia; 2005.
32. Pate RR, Pratt M. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports; 1995.
33. Granada P, Zapata CD, Giraldo JC. Manual de promoción de la actividad física en Risaralda. Pereira: Ministerio de la Protección Social y COLCIENCIAS; 2004.
34. Peña E, Vidarte JA, Sanint M. Caracterización de actividad física deportiva para la personas de 10 a 70 años de la ciudad de Manizales. Manizales: Universidad de Caldas; 2007.
35. García A, Sáez J, Escarbajal de Haro A. Educación para la salud. La apuesta por la calidad de vida. Madrid: Arán Ediciones; 2000.
36. Hagstromer M, Oja P, Sjostrom M. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): a study of concurrent and construct validity, Public-Health-Nutr; 2006.
37. Roldán EE, Lopera MH, Londoño FJ, Cardeño JL, Zapata SA. Análisis descriptivo de las variables: nivel de actividad física, depresión y riesgos cardiovasculares en empleados y docentes de una institución universitaria en Medellín Colombia. APUNTS: Medicina del Esport; 2008.
38. Wilmore J, Costill D. Fisiología del esfuerzo y del deporte. Barcelona: Paidotribo; 2001.
39. Garafoli A, Montaya P, Elías C, Benzo R. Ejercicio y la detección del Mal Agudo Grave. Revista Argentina Medicina 2009; 70(1) [serie en internet] 2009 oct [consulta 02 agos 2010]. Disponible en: http://www.medicinabuenaosaires.com/revistas/vol70-10/1/completo/v70_n1_p3_7.pdf 2010.
40. U.S Departament of Health and Human: A report of the surgeon general0. [serie en internet]2007 may [consulta 22 Abr 2010]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/incccdphp/sgr/sgr.html>
41. Mcardle WD, Katch F, Katch VL. Fundamentos de Fisiología del ejercicio. Madrid: McGraw-Hill; 2000.
42. American College of Sports Medicine. Manual de consulta para el control y la prescripción de ejercicio físico. Barcelona: Paidotribo; 2000.
43. Peña E. Caminar en altitud alta, una relación de derecho y decisión humana. Medellín: Expomotricidad; 2009.
44. Rodríguez VG. Respuesta cardíaca en reposo y durante el esfuerzo submáximo, en el proceso de aclimatación a la altura, implicaciones para el entrenamiento. [serie internet] Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte 2002 2 (7). [consulta 22 Agos 2010]. Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista7/respuesta.htm>

45. Rivera A. Hidratación en ambientes extremos. Puerto rico: Universidad de Puerto Rico. Revista Ciencia y Trabajo.[serie internet] 2006 Feb [consulta 07 Agos 2010]. Disponible en: <http://www.apex-telescope.org/training/2004-08-03/biblioteca/imagenes/libro/2.pdf>
46. Pesce JC. Mal Agudo de Montaña, Edema Cerebral y Edema Pulmonar de Altura. revista en la internet. [serie en internet] 2009 Dic [consulta 19 Agos 2010]. Disponible en <http://www.cmdenali.org/sectores/sectoralpino/SAMM.pdf>
47. Castelló A. El ácido pangámico y la patología de la alta montaña. Barcelona: Apunts. [Serie en internet] 2010 Feb [consulta 04 de Febrero 2010] Disponible en: <http://www.apunts.org>
48. Hackett PH, Rosch RC. High-Altitude Medicine. In: Auerbach PS (ed): Wilderness Medicine, 3rd edition: Mosby, St. Louis, MO; 1995.
49. Undurraga F, Uundurraga A. Edema pulmonar de gran altura. [Serie en internet] Revista Chilena. enfermedades respiratorias 2003; 19(2). [consulta 03 Abr 2010].Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482003000200008&lng=es. doi: 10.4067/S0717-73482003000200008.
50. Asociación Argentina de Guías de Montaña. Mal agudo de montaña. [Serie en internet] 2009 Dic [consulta 15 Agos 2010]. Disponible en: http://www.aagm.com.ar/espaniol/archivos_doc/03-laaltura.doc
51. Moura ME. Salud y Medicinas – mal de Altura: Vivir sin Aire. Copyright© 2000-2009 Grupo Multicolor. [Serie internet]2009 Dic [consulta 28 Agos 2010]. Disponible en: <http://www.saludymedicinas.com.mx/nota.asp?id=2281>
52. Compte-Torrero L, Botella de Maglia J, Diego-Damiá A, Gómez-Pérez L, Ramírez-Gallego P, Perpiña-Tordera M. Cambios espirométricos y en la saturación arterial de oxígeno durante la ascensión a una montaña de más de 3.000 metros. Arch Bronconeumol. 05 Mar 2005; 41(10):547-52. [Serie en internet] 2005 Mar [consulta 05 Agos 2010] Disponible en : <http://www.elsevier.es>
53. Lubin P, Rubio De Lemus P. Mal de altura. Rev. Psicothema. Volumen 3 nº02: 407 – 413. [Serie internet] 1991 Abr [consulta 11 Agos 2010] Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx>
54. Sutton JR, Coates G, Houston CS. High Altitude Medicine & Biology: International Hypoxia Symposia; 2001.