

Acta de Conferencia

Congreso, Montañismo y actividades de aventura
Cali, junio 17 de 2023
Congreso de senderismo y montaña
Pereira, 13 de octubre de 2023

MEDICINA DE LA ESCALADA



Carlos Alejandro López Alban
MD MDO MSc

<https://scholar.google.es/citations?user=EqOC2WcAAAAJ&hl=es>

Centro para la investigación en Salud y Rendimiento Humano.
ZOE H&F Cali - Colombia
fitvalle2@gmail.com,
Cel: 00573162847825

El hombre por naturaleza ha sido un escalador nato. Inicia con la escalada sobre los árboles de manera natural para obtener alimentos y refugio. En la vida moderna es un deporte, considerado como extremo en algunas circunstancias particulares, esto debido a riesgo controlado con el que se ejecuta. La escalada es una subcultura entre los deportes al igual que el surf, las técnicas de vuelo y otras actividades similares.

La actividad física y los deportes extremos nos han mostrado una forma nueva de enseñar; la educación experiencial. Esta forma de enseñar y aprender fue propuesta por Kurt Hahn, y luego reforzada como ciclo de Kolb, como una forma de aprendizaje haciendo, discutiendo y aprendiendo.

La actividad física y el deporte se aplican en 3 dimensiones principales. En el deporte de alto rendimiento, como en la salud y la educación. El

Carlos Alejandro López Alban.

MD, MSc, MSP®. GS.
RM: 1561890 - CC: 10'548.602

entrenamiento o el rendimiento físico es dependiente de 3 factores principales, la intensidad del esfuerzo, la duración de este y su frecuencia. Sobre este tema se versa gran cantidad de información, sobre el metabolismo y la fisiología del ejercicio.

Actividad física se puede definir como: cualquier movimiento corporal producido por la contracción del músculo esquelético, que aumenta el gasto de energía por encima del nivel basal.

La actividad física generalmente se refiere al subconjunto que mejora la salud, esto implica que hay un nivel de actividad física que suele ser favorable para mejorar la salud prevenir la enfermedad coma y reducir los efectos del envejecimiento

El ejercicio coma es una subcategoría de la actividad física, se caracteriza por ser planificada, estructurada, repetitiva, e intencional; en el sentido de que mejora o mantiene uno o más de los componentes de la aptitud física como objetivo.

Por otro lado, la capacidad de reserva funcional es la capacidad de una célula un órgano, o sistema, o cuerpo, para mantener la homeostasis dentro de los estrechos límites de la supervivencia en respuesta a un estrés específico.

El fitness o Aptitud física es una mezcla de elementos complejos en los cuales intervienen el potencial genético expresado en el fenotipo, dependiente del genotipo, o de la secuenciación genómica del individuo, y de factores ambientales, que hoy se denominan epigenética. En otras palabras, la relación que existe entre los impulsos dados en la vida y la actividad genética como un factor determinante para la aptitud física y la salud.

Es claro también que, en la población general hay un sinnúmero de variables de capacidad física o de aptitud física, que van desde las personas con limitaciones, las personas con rangos normales de capacidad y por último los atletas con altos niveles de performance.

Estudios muestran la relación de la capacidad genética entre gemelos mono y dicigóticos; se estimó que entre el 40 y el 50% del consumo máximo de oxígeno se debe a factores genéticos,

Carlos Alejandro López Albán.

MD, MSc, MSP©, GS.
RM: 1561890 - CC: 10'548.602

el otro porcentaje restante está asociado a los factores de estímulo ambiental.

Los componentes del fitness son 5:

1. La Resistencia o capacidad de realizar un trabajo por tiempo prolongado,
2. La Potencia o la capacidad de realizar trabajo en el menor tiempo posible.
3. La flexibilidad que se refiere al rango de movilidad articular.
4. La coordinación motriz que implica todo el control motor
5. La antropometría que establece la relación entre las estructuras corporales y la capacidad de rendimiento. La antropometría por lo tanto se relaciona con la medición de las estructuras corporales en términos macroscópicos, e incluso, el efecto que tienen los aditamentos que usan los atletas para realizar su labor; eso también en términos de control de la radiación solar y el control de la temperatura. Esto puede ser crítico en situaciones de escalada y muestra una relación muy estrecha entre los

componentes del fitness y también el estudio de la ergonomía.

Si observamos por qué ocurre un rendimiento físico tal, nos vamos a dar cuenta que este depende de los procesos de producción de energía y como estos a su vez dependen de lo que se han denominado funciones de servicio, eso significa la adquisición de combustibles, su absorción, almacenamiento y movilización. En segundo lugar, depende del consumo de oxígeno, que es la mayor cantidad de oxígeno que podemos transportar después de la ventilación pulmonar, la respiración, el transporte de oxígeno en la sangre a través de la maquinaria cardiovascular y la utilización del oxígeno por la vía del metabolismo celular; en reversa la eliminación de los productos de desecho como el CO_2 . Todo esto durante la mayor masa de actividad celular y principalmente muscular.

A su vez estas funciones de servicio van a ser dependientes de la naturaleza del ejercicio que se esté ejecutando, eso implica tener en cuenta la intensidad, la duración, la aplicación técnica, las posiciones, el ritmo y el tipo de programa, que también pueden estar influenciados por factores

Carlos Alejandro López Alban.

MD, MSc, MSPC, GS.
RM: 1561890 - CC: 10'548.602

ambientales como la altitud, la presión de los gases atmosféricos, la temperatura: calor o frío, el ruido y la contaminación.

El rendimiento puede verse afectado además por los factores somáticos como el género y la edad, las dimensiones corporales, por el estado de salud, y por factores psíquicos que son complejos, pero vamos a nombrar solo 2 interesantes como la actitud y la motivación. El último factor biológico es la capacidad de adaptación al entrenamiento.

Wasserman K., et al, proponen un modelo de interpretación del consumo de oxígeno con 3 engranajes, el primero en el sistema respiratorio, el segundo en el sistema cardiovascular y el tercero a nivel del metabolismo celular y especialmente mitocondrias. El oxígeno es obtenido a través de la ventilación, luego el proceso respiratorio permite el paso del oxígeno de los alvéolos pulmonares a los capilares, luego el transporte el oxígeno disuelto en sangre y especialmente unido a la hemoglobina en los glóbulos rojos, que es distribuido en el sistema a través del gasto cardiaco; a la utilización final de los nutrientes en la vía glucolítica y la vía

oxidativa, que determinan la producción de energía en el metabolismo en forma de adenosín trifosfato, y la producción de CO₂ y agua.

La mejor interpretación es que todo lo que comemos es una transformación de energía, del sol a diferentes sustratos energéticos, como carbohidratos, lípidos y proteínas; los elementos primarios comunes a todos estos compuestos son el carbono, el hidrógeno y el oxígeno. El metabolismo tiene como teleología, la extracción de las moléculas de hidrógeno de estos componentes, este hidrógeno tiene la capacidad a través de los mecanismos de óxido reducción de saltar en diferentes procesos para terminar al final uniéndose al oxígeno que hemos respirado para producir agua. En este momento, en estas reacciones acopladas dentro de la mitocondria ocurre la activación de la ATP sintasa que mientras se forma agua, también ocurre la producción de ATP como intermediario químico común. En otra reacción acoplada, en el ciclo de Krebs es el CO₂ como residuo metabólico que saldrá de las células, vía sistema cardiovascular al pulmón donde será excretado. En el metabolismo del citoplasma, en la vía glucolítica también había producción de CO₂ derivada de la producción de

Carlos Alejandro López Alban.

MD, MSc, MSP©, GS.
RM: 1561890 - CC: 10'548.602

ácido carbónico proveniente de la unión del protón de lactato, H^+ ácido, más el bicarbonato HCO_3 para formar el ácido carbónico H_2CO_3 que es luego será dividido en CO_2 y agua H_2O por acción de la enzima anhidrasa carbónica. Al final el CO_2 será expulsado por la vía respiratoria.

El consumo de oxígeno por tanto es un indicador de la capacidad de reserva funcional de un individuo, cuanto mayor cantidad de oxígeno mayor capacidad de producir trabajo y de mayor potencia; integra la función de múltiples órganos en múltiples niveles jerárquicos, tejido, célula, proteínas y genes. El consumo máximo de oxígeno que se mide en una prueba de esfuerzo se considera un signo vital.

Otto Heinrich Warburg en 1934 recibe el premio nobel al mostrar la posibilidad de que exista hipoxia en el microambiente celular y este ser causante de cáncer. Esto es interesante porque también existe el planteamiento en fisiología del ejercicio de la llamada la Resistencia del oxígeno, lo que implica que desde la ventilación hay una caída en la presión del gas al llegar a los alvéolos y luego cae más al pasar a los capilares y al intersticio y luego más al pasar a las células y

luego en las mitocondrias. Veámoslo de otra manera, el sistema cardiovascular es tan grande que si lo alineamos vaso por vaso sería equivalente a viajar hasta la Luna y volver, o equivalente a darle 3 vueltas en un ovillo al planeta Tierra. Esto implica que la cantidad de sangre que tenemos en el gasto cardiaco que es de 5 L por minuto, no sería suficiente para cubrir semejante dimensión, por lo tanto, es probable que los billones de células que tienen que ser nutridas y oxigenadas tengan en general una alta probabilidad de permanecer en hipoxia, situación que se agrava en el ejercicio máximo o en situaciones extremas de presión y temperatura; visto de esta manera la vida es un gran milagro.

Es un milagro con una paradoja, porque mientras el consumo de oxígeno es importante para las células, en la producción de agua en mitocondrial es posible también la formación de radicales libres, que descontrolados pueden ser también factores determinantes para la génesis de enfermedad e inflamación, de allí que no solamente hay que mover el oxígeno ejercitando el cuerpo, sino que hay que comer alimentos protectores como frutas y verduras ricos en antioxidantes que nos protegen de la oxidación.

Carlos Alejandro López Alban.

MD, MSc, MSP©, GS.
RM: 1561890 - CC: 10'548.602

Cuando medimos el consumo de oxígeno en condiciones basales, eso significa en reposo absoluto, con 10 horas de ayuno, y recién levantado, el consumo de oxígeno promedio para la mayoría de las personas es equivalente a 3,5 ml/kg/min. es lo que llamamos tasa metabólica basal, que es por tanto también la mínima cantidad de energía que se puede consumir en condiciones de reposo, o también la mínima cantidad de energía producida para sobrevivir.

Encontraste está el consumo máximo de oxígeno que corresponde a la mayor cantidad de oxígeno que se puede utilizar con la mayor cantidad de movimiento, principalmente de la estructura muscular, las diferencias individuales puede mostrarnos que, un consumo de oxígeno bajo se encuentra asociado a un alto riesgo de mortalidad y a la predisposición de enfermedades crónicas degenerativas no transmisibles, mientras un alto consumo de oxígeno se asocia a mayor longevidad, menor riesgo de morbimortalidad general y a un alto desempeño atlético.

El consumo de oxígeno descrito para escaladores, en diferentes grados de dificultad de escalada, los

valores promedios varían entre 20 y 32.8 ml/kg/min. Las frecuencias cardíacas promedio escalando varían entre 140 y 170 latidos cardíacos por minuto. Si lo vemos así, el nivel de escalada implica un aumento en la tasa metabólica basal que va desde los 5.7 hasta las 9:37 unidades metabólicas METS, por tanto, se puede considerar una actividad de moderada a baja intensidad. 43,8 ml/kg/min es un valor de consumo de oxígeno interesante reportado para escaladores cuyo esfuerzo fue calificado con un sistema de medición de intensidad de intermediario a experto, en el sistema francés 6b 7a. Claramente la intensidad del esfuerzo que se le coloque a la escalada va a determinar un aumento del consumo de oxígeno y de la frecuencia cardíaca porque son linealmente dependientes. 43.8 ml/kg/min corresponde a 12.5 unidades metabólicas, que es un esfuerzo apreciable.

En Cali, hacemos medición del metabolismo y utilizamos la relación que existe entre la producción de dióxido de carbono y el oxígeno consumido, esto se llama cociente respiratorio, de esta manera evaluamos la capacidad metabólica de las personas en su máxima

Carlos Alejandro López Alban.

MD, MSc, MSPC, GS.
RM: 1561890 - CC: 10'548.602

capacidad y descubrimos el comportamiento de los sustratos energéticos fundamentales, tanto carbohidratos como grasas durante los diferentes niveles de esfuerzo. El indicador se llama Cociente Respiratorio RQ. Un cociente respiratorio de 0,7 implica un estado cetogénico, en el cual hay predominantemente un consumo de grasas como fuente de energía, en el otro extremo está el valor uno (1), que corresponde a la utilización exclusiva de carbohidratos en el metabolismo. Por este método se pueden determinar los umbrales anaeróbicos ventilatorios y por lo tanto definir de manera individual las zonas de entrenamiento.

El escalar también implica un tipo de ansiedad o estrés psicológico, además la contracción muscular es altamente isométrica, lo que implicaría la posibilidad de compresión sobre los vasos sanguíneos por aumento de la tensión transmural, ósea la tensión que desde los tejidos se ejerce a los vasos sanguíneos; se podría pensar que por tanto, que los escaladores tienen cifras de presión arterial elevadas, lo cual realmente no ocurre; la presión escalando arterial es más baja que con otro tipo de personas al mismo nivel de intensidad lo que implica un mecanismo

compensatorio interesante producido en el sistema cardiovascular por este tipo de actividad. Otro factor importante es que, en la escalada podría haber un aumento desproporcionado de la frecuencia cardíaca con respecto al consumo de oxígeno. Como lo dijimos antes hay factores relacionados con la psique el estrés y la carga isométrica que podrían en cierta forma inducir este fenómeno.

Al aumentar la intensidad del esfuerzo hay un aumento en la proporción de uso de la vía glucolítica y por tanto de la producción de ácido láctico. Varios estudios realizados en escaladores muestran una diferencia entre los niveles previos y después de la actividad en donde claramente se ve aumento del nivel de lactato.

El gasto energético también ha sido medido tanto en hombres y mujeres escaladores, observamos por ejemplo un gasto promedio para hombres de 0,59 kilojulios/kilo/min. para hombres y de 0,52 kilojulios/kilo/min. para mujeres, diferencias que son realmente pequeñas, pero aumentan

Carlos Alejandro López Alban.

MD, MSc, MSP©, GS.
RM: 1561890 - CC: 10'548.602

dependiendo del grado de inclinación de la escalada, con escaladas en 105° el consumo energético es ligeramente mayor.

Imagínese ustedes a Alex Honnold subiendo el capitán en 3:56 horas el 03/06/2017, la posibilidad de fatiga y un alto riesgo de morir al escalar en Free Solo. Posiblemente hay cosas que no hemos podido medir fisiológicamente en la escalada como el estrés oxidativo, el agotamiento de sustratos, el agotamiento en el sistema nervioso central por limitación de los aminoácidos de cadena ramificada, la acumulación de metabolitos no solamente el lactato, sino también las alteraciones en el calcio, potasio y magnesio y los niveles de deshidratación, que serían factores determinantes para que un atleta como Alex logre su máximo performance en una situación de escalada en free solo.

Una característica importante es la variable antropométrica, en este caso cuerpos pequeños y livianos facilitan el ascenso, los cuerpos grandes y pesados no favorecen el ascenso. En un estudio hecho en una copa mundo de escalada con 21 hombres y 18 mujeres se observó que los atletas

eran de baja estatura y con un muy bajo porcentaje de grasa corporal que varían entre el 4 y 14% para hombres y de 10 a 20% para mujeres. Las diferencias entre diferentes tipos, regularidades y modalidades de competición tampoco muestran cambios antropométricos importantes, casi todos los atletas mantienen el índice de masa corporal similar

En un campeonato mundial de escalada deportiva con 21 hombres y 18 mujeres no se observan diferencias importantes entre la composición corporal de tanto, atletas masculinos, como femeninos, pero sí una pequeña diferencia en la fuerza de agarre con los dedos y la fuerza agarre sobre el peso corporal o sea la medida relativa de la fuerza de las manos que parece ser más alta en los escaladores que en otros deportes.

Otra particularidad de la escalada es que quienes están batiendo los récords de escalada son las mujeres y no los hombres, este fue un deporte tradicionalmente masculino en sus inicios y hoy tiene una alta participación de sexo femenino, el que han ido adquiriendo experiencia y aparecen cada vez más atletas mujeres con mayor capacidad, lo que implica que las marcas en ese

Carlos Alejandro López Alban.

MD, MSc, MSPC, GS.
RM: 1561890 - CC: 10'548.602

aumento, al igual que en otros deportes mundiales están siendo batidas por las mujeres y no por los hombres. Sin embargo, el cuadro total de dificultad de escalada entre hombres y mujeres en su grado de dificultad es mayor para los hombres que para las mujeres, la expectativa al futuro está en deleitarnos con las marcas femeninas batiendo récords

Se concluye por tanto que factores que determinan la eficiencia de la escalada dependen del porcentaje de grasa corporal, de la fuerza y de la Resistencia en el antebrazo, este factor parece más determinante que todos los valores antropométricos complejos.

La planificación de entrenamiento deben tener en cuenta factores como la fuerza la Resistencia principalmente de los antebrazos, aunque difiero un poco de esta conclusión, porque el cuerpo está envuelto en tejido conectivo que también facilita 1° de elasticidad en el impulso mecánico inducido por los músculos, por tanto el factor tensiométrico del tejido conectivo, que posiblemente sea interesante y no se ha podido medir en escaladores, sea un factor determinante para la eficiencia en la escalada. Con respecto a la

fuerza muscular, tanto en la fuerza de presión de las manos, como la fuerza del tronco superior. muestra un aumento de estas fuerzas en relación con el mayor número de tiempo de entrenamiento, tanto en hombres como en mujeres, por lo tanto, la adaptación a la escalada va a depender notablemente del tiempo de exposición al entrenamiento.

También deben recomendarse elementos dietéticos adecuados para mantener un bajo nivel de grasa corporal,

Una buena pregunta es si la escalada es un muy buen deporte que mejore los niveles de consumo de oxígeno, y parece que sí, por lo tanto, se considera que la escalada en roca puede mejorar notablemente los niveles de consumo de oxígeno en las personas tal como lo hacen el pedaleo en bicicleta, o el salto vertical, las flexiones de brazos, las dominadas, las abdominales, y otro tipo de actividades que se me dieron en atletas universitarios. Se aclara que tanto el porcentaje de grasa cómo la respuesta a la frecuencia cardiaca requiere una evaluación más exhaustiva en escaladores.

Carlos Alejandro López Alban.

MD, MSc, MSP®, GS.
RM: 1561890 - CC: 10'548.602

La actividad académica en el mundo de la escalada sigue activa, acaba de ocurrir un congreso interesante en Suiza a nivel mundial, por tanto, tenemos desafíos no solamente de subir montañas sino de entender los mecanismos biológicos que se asocian a la escalada el Boulder y en situaciones extremas como las que propusieron Dani Arnold Y Wei Steak, quienes desafiaron la escalada con velocidad. Es una situación digna de ser evaluada científicamente. Ejemplos de hombres como estos, que superan los límites, que desafían los cánones y nos llevan a pensar más lejos y a ser mejores, es un ejemplo, definitivamente a seguir, gracias a ellos hoy seguimos soñando para ser más y mejores personas.

Mi experiencia personal en la escalada es pequeña, pero muy grata en mi vida; un día de escalada al Cotopaxi de 5897 m, partiendo de la base a 4200msnm, me permitió lograrlo en 5 horas con 50 minutos, cuando el promedio es de 7 horas. Pero lo más importante no fue vencer mi tiempo, fue un día muy especial porque me encontré con las estrellas, que dividían el día y la noche, que en la madrugada la nieve se tiñó de violeta, que penetró a mi alma, que, en la cima, por arriba de las nubes y cerca las estrellas mi alma fue libre y capaz de soñar para ir más lejos.

Hoy quiero darle las gracias por la oportunidad de poder compartir una pequeña pasión, la montaña y desafiar la vida y la educación con grandes experiencias.

Centro de Investigación en Salud
y Rendimiento Humano

Carlos Alejandro López Alban.

MD, MSc, MSP®, GS.
RM: 1561890 - CC: 10'548.602