

El motor de la bicicleta

INTRODUCCIÓN

Como todos los años, en esta parte final de nuestro Libro de Rutas, el Club quiere haceros llegar información que, de alguna forma, mejore nuestro conocimiento en alguno de los variados aspectos que intervienen en la práctica del ciclismo, ya sean consideraciones legales, deportivas o, como en esta ocasión, de un marcado carácter fisiológico.

Nuestro compañero Pepe Ruiz, a partir del libro del italiano Alfonso Bietolini titulado "*Ciclismo, la passione della bicicletta*", ha recopilado diversos temas que, de forma amena, nos introducen en el funcionamiento de ese maravilloso y complejo mecanismo que es nuestro organismo y, que en nuestro caso, es el único motor de nuestro vehículo: la bicicleta, por tanto, no estará de más repasar algo de su funcionamiento y de los sistema en los que se basa, para tratar de sacarle el mejor rendimiento y que nos *dure* muchísimos kilómetros...

Para ello, será importante conocer, tanto los elementos externos que necesita ese maravilloso motor para funcionar (**combustibles**), cómo la forma que está constituido –mecánicamente- en sí mismo, lo que se denomina **aparato locomotor**.

También se analizarán otros sistemas que son indispensables para ese "reabastecimiento" y buen funcionamiento de nuestro motor, y que son los denominados **aparatos respiratorio y cardiocirculatorio** .

Por último, se hará un breve recorrido del depósito de carburante combustible o "**recipiente**" **energético** y sus aspectos significativos de carga y vaciado.

EL MOTOR HUMANO

Cada uno de nosotros es una “máquina” magnífica, que requiere un reabastecimiento continuo de “carburante” (comida) y de oxígeno. A través del complejos procesos metabólicos, el cuerpo humano consigue transformar los alimentos ingeridos en energía que, en parte, sirve para mantener activas todas las fundones vitales del organismo (metabolismo basal) y, en parte, para hacer funcionar, con la ayuda de las contracciones musculares, todas las palancas articulares que nos permiten caminar, correr, saltar, pedalear... La cilindrada, la potencia y el número de vueltas varían de una persona a otra. De nada valen los intentos de modificarlo radicalmente recurriendo al dopaje: corremos el riesgo de “griparnos”.

En cambio, es posible mejorar el rendimiento de la máquina con un adecuado trabajo de rodaje (entrenamiento) y un buen cuidado del motor (alimentación equilibrada y vigilada).

Alrededor del 21% del aire que respiramos es oxígeno. Está en la base de todos los procesos metabólicos del cuerpo humano y permite la combustión del “carburante” con la consiguiente producción de energía y su utilización. El cuerpo humano puede introducir en los pulmones unos cuatro o cinco litros de aire por término medio, llegando incluso a seis o siete litros en los atletas profesionales. Cuanto más oxígeno se tiene disponible, tanta más energía se puede producir. Pero hasta cierto punto. En cada uno de nosotros hay un limitador, un techo insuperable que tiene en cuenta las variaciones en el metabolismo y los valores de la capacidad pulmonar.

El rendimiento de la “máquina-hombre” es de alrededor del 25%. El valor indica la relación entre la energía mecánica disponible para ser utilizada y la energía total producida a través de los procesos metabólicos. El cuerpo humano emplea para el movimiento sólo $\frac{1}{4}$ de la energía producida, mientras que el resto se dispersa en el aire en forma de energía térmica (calor).
--

Si el oxígeno es el “comburente”, ¿cuál es el “combustible” del ciclista? Una mezcla equilibrada de carbohidratos, vitaminas, proteínas, sales minerales, grasas y agua junto con la aportación de fibras vegetales. Se trata de averiguar cuánto carburante necesitamos, el porcentaje de los elementos que componen esa mezcla, cómo distribuirlos entre las tres comidas diarias y cómo combinarlos.

El ciclista principiante que quiere dedicarse a esta actividad luchadora debe ejercitar su propio cuerpo para explotar y valorar todas sus potencialidades físicas, a menudo insospechadas, con el fin de obtener el máximo rendimiento. A base de pedalear, pronto descubrirá que ya no sufre el ahogo de los primeros días: rodará más deprisa con menos pulsaciones, se recuperará de la fatiga de una subida prolongada en menos tiempo, notará que ha mejorado su tono muscular y que soporta mejor y más tiempo las “etapas largas”...

El ciclismo es un deporte completo y, si se practica de acuerdo con la propia capacidad, permite alcanzar un bienestar general. Mejora los procesos digestivos y secretorios, agudiza la capacidad sensorial, reduce los tiempos de reacción, mejora el rendimiento intelectual, alimenta la autoestima, permite profundizar en el conocimiento del propio cuerpo, estimula la consciencia y el conocimiento de las propias capacidades y los propios límites. Sólo es cuestión de encontrar el “ritmo justo”, es decir, el equilibrio entre el “reabastecimiento de carburante”, el consumo de oxígeno y el trabajo que se realiza, evitando la acumulación de toxinas en los músculos con los consiguientes dolores y calambres. Por tanto, cuando se sale en bicicleta para hacer largas excursiones, es una buena norma comer y beber poco, pero a menudo, para permitir la recuperación de los azúcares y sales utilizados para mantener constantes los niveles de producción de energía.

No menos importante que el conocer los elementos externos que necesita ese maravilloso motor para funcionar, será conocer también como está constituido en sí mismo, y que se denomina **aparato locomotor**.

Los sistemas que son indispensables para ese “reabastecimiento” y buen funcionamiento del motor son los de nominados **aparatos respiratorio y cardiocirculatorio** .

Se hará un breve recorrido del depósito de carburante combustible o “**recipiente**” **energético** y sus aspectos significativos de carga y vaciado.

EL APARATO LOCOMOTOR

El aparato locomotor del cuerpo humano es el conjunto del esqueleto óseo, las articulaciones y los músculos estriados y voluntarios.

Los músculos o el sistema muscular

Es un sistema complejo, dirigido por el sistema nervioso y especialmente sometido a esfuerzo durante el desarrollo de la actividad física. Se emplean más de quinientos músculos para mover y hacer funcionar la compleja máquina humana. Veamos cuáles son los más utilizados por un ciclista.

- **Los músculos de los brazos.** Permiten maniobrar con la bicicleta y contrarrestar las vibraciones y las fuerzas de empuje debidas a las irregularidades del terreno. A diferencia de lo que sucede en el caso de los ciclistas de carretera, los músculos de los brazos y del tronco de los ciclistas de montaña se ven fuertemente implicados en la absorción de las sacudidas, temblores y golpes violentos. Los músculos más usados son el bíceps, el tríceps, el braquial, el braquiorradial y los extensores de la muñeca y de los dedos. Sustentan, además buena parte del peso del cuerpo que se descarga sobre el manillar. Para no forzarlos es exceso, mantendremos los brazos ligeramente flexionados a la altura del codo.

- **Los músculos dorsales y abdominales** trabajan poco cuando se pedalea. No conviene descuidarlos, ya que si están en buena forma, ayudan a prevenir los dolores de espalda y a mejorar la respiración.

- **Las extremidades inferiores.** El ciclista debe mucho a la estructura de las extremidades inferiores (glúteos, muslo, pierna y pie) y a su musculatura. Toda la acción dinámica de la pedalada está alimentada por las extremidades inferiores, que se mueven arriba y abajo dando miles y miles de vueltas. Un movimiento continuo, mediante constante, que refuerza la musculatura, absorbe las grasas de ésta y aumenta su volumen.

- **Los músculos de los glúteos.** Los más importantes son tres (mayor, medio y menor) y forman la parte carnosa de las nalgas. Participan en la extensión, la rotación y la abducción (alejamiento del eje medio) del muslo.

- **Los músculos del perineo.** El perineo se encuentra en la parte inferior de la pelvis, entre la zona anal y la genital. Es una región muscular muy delicada, que regula las funciones eréctil, anal y uretral. Toda la zona del perineo permanece durante mucho tiempo en contacto con el sillín y, sobre todo tras las primeras salidas prolongadas, puede sufrir endurecimiento y pérdida de sensibilidad. Con el tiempo, la presión continua ejercida por el peso del cuerpo termina produciendo una almohadilla callosa que protege toda la zona del perineo.

- **Los músculos del muslo.** El trabajo coordinado, armonioso y antagonista de los flexores y de los cuádriceps permite a la pierna realizar el movimiento rotatorio de la pedalada. Los primeros se contraen para levantar la pierna; los segundos, en cambio, la impulsan hacia abajo. Son los músculos más grandes y potentes del cuerpo humano. Sólo se extienden y se contraen de manera óptima si la postura del ciclista sobre la bicicleta es correcta. Los músculos abductores y aductores, menos funcionales para el ciclista, trabajan en contraposición alejando o acercando el muslo al eje medio del cuerpo. El bíceps femoral, el más lateral de los músculos posteriores del muslo, permite doblar la pierna sobre el muslo y ponerse de pie.

- **Los músculos de la pierna.** Son doce y se insertan en la tibia y el peroné. Los más importantes son el peroneo anterior, el peroneo lateral largo y el peroneo lateral corto, el tibial anterior, el extensor largo, los retículos de los extensores y el tríceps de la pantorrilla, los llamados gemelos, formados por el gastrocnemio y el sóleo. Tienen como función hacer que actúen como palancas las articulaciones de la rodilla y el pie. Bien visible en la parte posterior de la pierna, sobre el talón, está el tendón de Aquiles, que permite la inserción de los músculos gemelos en el hueso calcáneo.

- **Los músculos del pie.** El pie es uno de los sistemas más complejos de articulaciones, huesos, tendones y músculos del cuerpo humano. Es capaz de sostener el peso de éste y distribuirlo sobre la superficie de la planta para reducir la presión ejercida, y permite caminar. Son veintiséis los huesos y numerosos los músculos que hacen al pie especialmente sensible. Entre los músculos se encuentran el extensor corto de los dedos, el flexor corto de los dedos, los abductores y los flexores del dedo gordo del pie, etc. Durante la pedalada, con el pie bloqueado por la zapatilla en el pedal, los músculos no realizan un esfuerzo especial, salvo cuando actúan sobre la articulación del tobillo, la única parte libre para moverse.

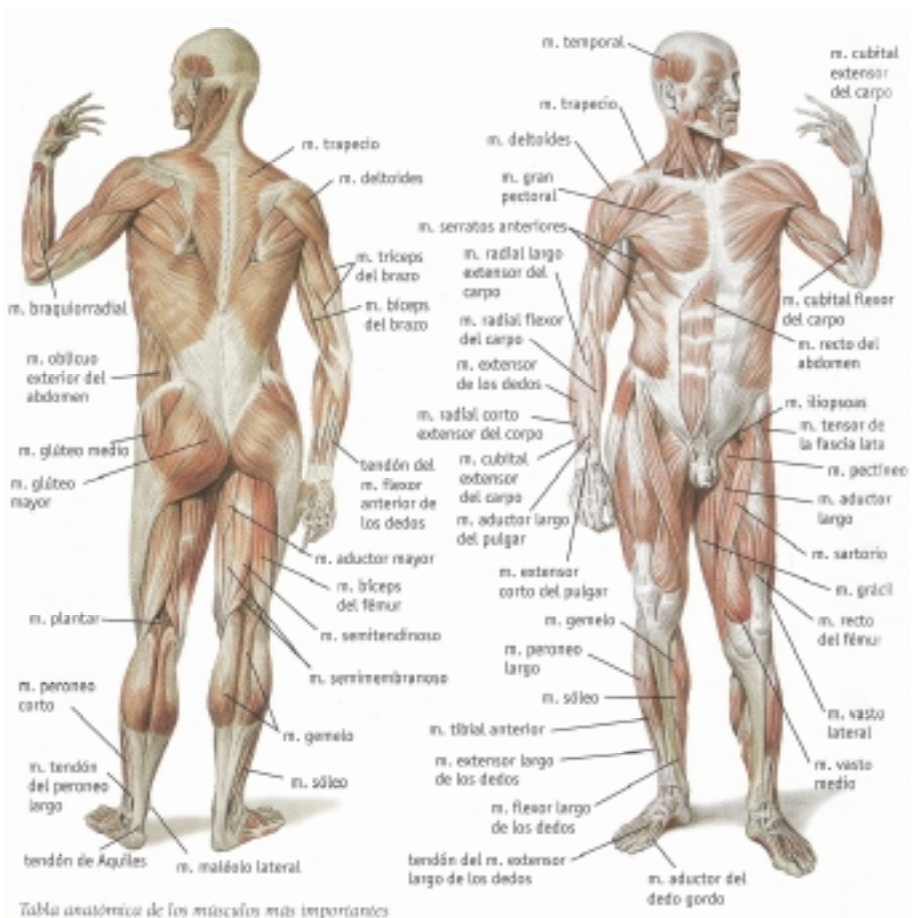


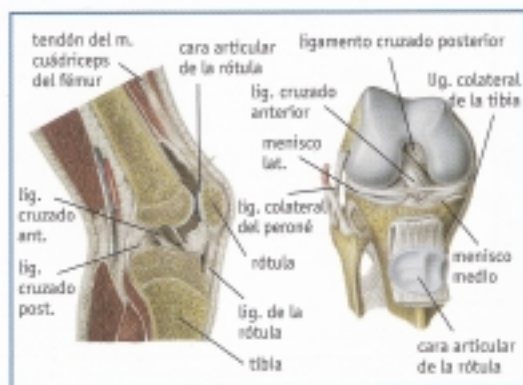
Tabla anatómica de los músculos más importantes

Tabla anatómica de los músculos más importantes

Las articulaciones

Permiten el movimiento recíproco de los huesos contiguos. En el ciclista, las extremidades inferiores trabajan sin estar sometidas a la carga del peso del cuerpo. Cada golpe de pedal se trasforma en una acción adecuada para potenciar la estructura de la articulación y para hacer ésta más reactiva, siempre que el movimiento de las tres articulaciones (cadera-fémur, fémur-tibia, tibia-pie) se mantenga en el mismo plano vertical de rotación de las bielas. La acción de pedalear representa una óptima terapia para quien debe recuperar la función o el tono muscular de la articulación. Las articulaciones son los ejes de las palancas del sistema esquelético.

La rodilla es la parte de la extremidad inferior en la que se realiza la articulación fémur-rótula y tibia, entre el muslo la pantorrilla. Se trata de una articulación de una complejidad notable y particularmente importante para el cuerpo humano. Es un conjunto increíble y delicado de tendones, músculos (ligamento cruzado, rotular, colateral, alar), huesos, cartílagos (menisco) y líquido sinovial (el lubricante de la articulación), que permite el movimiento rotatorio de la pedalada. La articulación coxofemoral, con la cabeza del fémur encajada en la cadera, debe permanecer a la misma altura durante la pedalada, mientras el largo huso femoral sube y baja. En el tobillo se produce la articulación entre los huesos de la pantorrilla (tibia y peroné) y los del pie (escafoides y calcáneo). El elemento de empalme es el astrágalo, un hueso del pie. La función del tobillo es hacer de bisagra entre el pie y la pierna. Rota siguiendo el movimiento de la biela y permite mantener el pie horizontal sobre el pedal o ligeramente flexionado, tanto en la fase de empuje como en la fase de tracción.



La articulación de la rodilla



Las articulaciones del tobillo y el pie

El esqueleto

Es la “estructura sustentadora” del cuerpo humano. Es un sistema de palancas compuesto por más de doscientos huesos principales, al que se unen tendones y músculos. El esqueleto tiene también la función de acoger y proteger de todo daño a órganos vitales como el corazón, los pulmones, el cerebro y la médula espinal. La posición del ciclista somete al sistema esquelético a esfuerzos dinámicos importantes, debidos al peso del cuerpo y a las vibraciones de la bicicleta. Las partes más expuestas son:

La **espina dorsal**, que debe soportar gran parte del peso corporal en posición casi horizontal, distinta a la vertical para la que está estructurada. ¡Se transforma de pilar, en viga!, con todo lo que ello implica... Requiere especiales cuidados y controles continuos, que con los primeros dolores de espalda después de una pedalada, deben extenderse a la bicicleta (posición del sillín, longitud de la potencia del manillar, dimensiones del cuado, etc.); la **fascia plantar del pie** que, con la parte más ancha, actúa sobre el perno del pedal. La presión ejercida por la acción del ciclista sobre el sistema óseo de la planta del pie es extraordinaria, y puede reducirse, en parte, mediante un pedaleo más armónico y redondo, y menos “a golpes”; la **zona coccígea** está parcialmente protegida por el almohadón calloso que se forma en la zona del perineo, cuya función es amortiguar las compresiones debidas a las irregularidades del terreno; las articulaciones **mano-muñeca**, **codo** y **escápula** absorben las vibraciones y esfuerzos provenientes del manillar. Incluso en situación estática, desarrollan una importante función como amortiguadores, evitando que los huesos del brazo y el tórax soporten cargas perjudiciales de tracción y compresión.

Debemos evitar mantener los brazos tensos y rígidos si no queremos sentir dolores en las escápulas y las muñecas. Adoptemos una posición relajada con los brazos flexionados. Para reducir, si no eliminar, los inconvenientes de una postura no del todo natural, como la que adopta el ciclista, es fundamental una buena preparación física que mejore el tono muscular.

Al recorrer un tramo de carretera especialmente accidentado, y si queremos evitar someter a toda la estructura del cuerpo a molestas vibraciones, pondremos las bielas de los pedales en horizontal y nos levantaremos del sillín, desplazando el peso del cuerpo a las piernas, y sujetaremos el manillar de modo que se mueva dentro de un anillo formado por el índice y el pulgar, Así será la bicicleta la que amortigüe buena parte de las sacudidas

EL APARATO RESPIRATORIO

El aparato respiratorio trabaja en sintonía con el cardiocirculatorio para abastecer de oxígeno a todas las células del cuerpo.

El aire que inspiramos entra en los pulmones a través de la nariz y la boca hasta llegar a los alvéolos pulmonares, una “zona de intercambio” donde se produce la cesión de oxígeno a la sangre y, al mismo tiempo, la liberación por ésta del anhídrido carbónico, residuo gaseoso de los procesos metabólicos de oxidación, que se expulsa con la espiración.

Los pulmones son como un gran balón protegido por la caja torácica que se infla y desinfla por la acción del diafragma (inspiración y espiración). Al realizar un esfuerzo físico, el cuerpo requiere una mayor cantidad de oxígeno y emplea todo el aparato para satisfacer la exigencia; la respiración se hace mas frecuente y profunda y aumentan la movilidad de la caja torácica y el ritmo cardiaco.

El ciclista es un gran consumidor de oxígeno. Inspira y filtra enormes cantidades de aire (de 100 a 130 litros por minuto, equivalentes a 20-25 litros de oxígeno), arriesgándose, más que ningún otro, a sufrir enfermedades del aparato respiratorio, dolor de garganta, enfriamientos o bronquitis, de las que se debe recuperar completamente antes de reanudar su actividad deportiva.

EL APARATO CARDIOCIRCULATORIO

La excepcional ramificación del sistema venoso y arterial atraviesa la totalidad del sistema muscular, llegando a todos los rincones del cuerpo. Mediante un minucioso trabajo “de puerta a puerta”, nutre y abastece continuamente de oxígeno a todos los tejidos y retira el anhídrido carbónico producido en el “trabajo” metabólico.

El corazón es el órgano central del aparato circulatorio. Funciona como una formidable bomba que puede variar su propia capacidad con arreglo a la demanda de oxígeno requerida por el cerebro para poder llevar a cabo la acción deseada. Si aumenta el ritmo de la pedalada, se incrementa como consecuencia, la frecuencia cardiaca.

En una persona no entrenada, esto no se corresponde con el aumento proporcional de la aportación del flujo sanguíneo. El corazón no tiene tiempo de llenarse completamente de sangre y el oxígeno transportado no tarda en resultar insuficiente, con el consiguiente jadeo del ciclista.

Gracias a un entrenamiento constante y programado, se obtiene un aumento de la intensidad del impulso que permite transportar más oxígeno a los músculos. En ese caso, a igualdad de frecuencia cardíaca, la velocidad del ciclista se vuelve sensiblemente más elevada.

EL “RECIPIENTE” ENERGÉTICO

Cada uno de nosotros somos un “recipiente” lleno de energía que utilizamos abriendo el “grifo”, mediante un simple impulso del cerebro.

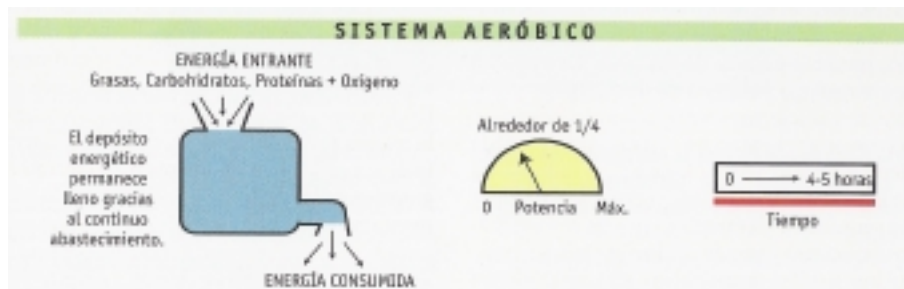
El volumen del recipiente y la “capacidad máxima” (potencia máxima) del grifo dependen de nuestras características físicas y, aunque ninguno tiene la posibilidad de modificar sustancialmente las dimensiones del recipiente, todos disponemos, sin embargo, de la magnífica posibilidad de adecuar la capacidad (la potencia) a las modificaciones del metabolismo.

¿Pero cómo se genera la energía que necesita el músculo para contraerse? Por la escisión de la molécula del ácido ATP (adenosintrifosfato) en ácido ADP (adenosindifosfato) y en Pi (fosfato inorgánico). La escasa cantidad de ATP disponible en los músculos se agotaría en muy poco tiempo si no fuera por la fosfocreatina y las reservas de glucógeno, que reproducen el ATP. En realidad, los mecanismos para la producción de ATP y el abastecimiento de energía son muy complejos. Podríamos clasificarlos en:

1 - Sistema aeróbico

El aporte de energía es constante y sucede siempre en presencia del oxígeno. La cantidad de energía que pasa a través del “grifo” es equivalente a la que hay en el “recipiente”, que, así, permanece siempre lleno. La potencia utilizada viene a ser, por término medio, la cuarta parte de la máxima.

En esta fase, la energía se produce “quemando” una mezcla de grasas, carbohidratos (azúcares) y proteínas. En los trabajos musculares ligeros, la aportación energética deriva en gran parte de las grasas, mientras que en un trabajo muscular intenso proviene de los carbohidratos.



A diferencia de los carbohidratos, las grasas representan una fuente inagotable. De hecho, si es necesario utilizar una mayor potencia, superior a la que el sistema aeróbico está en condiciones de suministrar, se inicia una serie progresiva de reacciones químicas, como la de la producción de ácido láctico, que empieza a formarse ya antes de que se alcance el máximo aeróbico. El ácido láctico que se genera es eliminado rápidamente.

Un cicloturista con un buen sistema aeróbico y un consumo equilibrado de mezcla de grasas y glúcidos puede pedalear durante horas sin fatigarse. Un aficionado a la bicicleta ha de tener también un buen sistema anaeróbico para realizar escapadas y disputar el sprint final. En carretera es importante no consumir los glúcidos en la primera parte del recorrido y alimentarse continuamente.

2 - Sistema anaeróbico

La energía se produce, con o sin oxígeno, de dos formas diferentes:

► Con producción de ácido láctico (lactácido). El “grifo”, parcialmente abierto, permite vaciar el “recipiente” en unos minutos.



La entrada de energía es mucho más lenta que su salida. La potencia utilizada es, aproximadamente, la mitad de la máxima. Una compleja serie de reacciones químicas escinde el “combustible” glucógeno, en anhídrido carbónico y agua, liberando energía que sintetiza de nuevo el ácido ATP. Si la disolución de los azúcares se produce con escasez de oxígeno, se forma una cantidad importante de ácido láctico, una sustancia tóxica para los músculos que el organismo no puede desechar, perjudicando así la acción de contracción muscular. Esto sucede en un sprint largo o en una subida breve pero acusada.

► Sin producción de ácido láctico (alactácido). El “grifo”, abierto de par en par, permite vaciar en pocos segundos el “recipiente” sin tiempo para llenarlo de nuevo de energía. La potencia utilizada es la máxima.



Las reacciones químicas tienen lugar en ausencia de oxígeno y sin producción de ácido láctico (no hay azúcares que quemar). Las moléculas de ATP se sintetizan de nuevo con enormes dosis de energía, aportada sobre todo por la escisión de la fosfocreatina presente en el organismo en cantidad limitada. El ciclista tiene a su disposición la potencia máxima que le permite consumir una gran cantidad de energía en pocos segundos, como ocurre durante un sprint.

ATP ADENOSINTRIFOSFATO

Se trata de una molécula que tiene como función almacenar temporalmente la energía procedente de la degradación intracelular de las moléculas “combustibles” (grasas, azúcares) y ponerla rápidamente a disposición de aquellos procesos metabólicos que requieren energía (entre ellos la contracción muscular). Es un pequeño acumulador de capacidad limitada que debe estar siempre bajo carga.

Potencia aeróbica máxima

El oxígeno es el comburente que nos permite producir energía. La potencia aeróbica máxima corresponde a la cantidad máxima de oxígeno que el organismo está en condiciones de metabolizar por unidad de tiempo. De esta capacidad de consumir oxígeno depende nuestra cilindrada, que es mejorable con el entrenamiento, pero que en unas tres cuartas partes, es de origen genético.

Umbral y potencia anaeróbicos

El umbral anaeróbico no es otra cosa que el valor de la frecuencia cardiaca (FC) a partir del cual el organismo produce una cantidad de ácido láctico que no es capaz de desechar y que se acumula en los músculos y la sangre.

Es un valor fundamental para elaborar las tablas y los recorridos de entrenamiento óptimos. En la siguiente tabla indicamos los valores porcentuales de la FC, importantes para determinar los entrenamientos y la calidad del trabajo.

Valores porcentuales de la frecuencia cardiaca

75%	Fondo lento	Calentamiento de preparación para el trabajo pesado o de "descarga".
85%	Gran fondo	Mejora la resistencia aeróbica, la capilarización y la termorregulación. Se pierde masa grasa sin consumir el valioso glucógeno.
90%	Fondo medio	Estimula el sistema circulatorio para un mejor uso del oxígeno. Mejoran la velocidad umbral y la potencia aeróbica. El consumo energético es de un 50% de carbohidratos y un 50% de grasas.
95%	Fondo rápido	Mejora la potencia aeróbica y la resistencia a la velocidad. El aporte energético se debe más a los carbohidratos y menos a las grasas. Mejora los mecanismos de transporte del oxígeno.
100%	Intensidad umbral	El ácido láctico está cada vez más presente en la sangre y en los músculos. Se queman sólo azúcares.

LOS BENEFICIOS DEL EJERCICIO EN BICICLETA

La actividad ciclista es marcadamente aeróbica y, si se desarrolla de forma sensata y programada, puede aportar un gran número de beneficios a todo el cuerpo.

- Reduce la masa grasa y no la muscular.
- Mejora la oxigenación de la masa muscular.
- Mejora la funcionalidad de los aparatos respiratorio y cardiovascular, con una notable reducción del riesgo de infarto.
- Aumenta el valor del colesterol “bueno”, HDL y reduce el del “malo”, LDL.
- Mejora el tono muscular.
- Mejora el metabolismo del cuerpo.
- Relaja la mente.
- Combate el estrés, sobre todo si se pedalea al aire libre, en el campo o la montaña, lejos de todo lo que nos recuerde el trabajo y la ciudad.
- Parece producir efectos positivos sobre la libido y el aparato digestivo.

Si se practica en grupo, induce a la socialización con los compañeros de viaje y fomenta el optimismo.