

La exploración funcional pulmonar en fisiología del deporte

DR. J. L. FARRÉ - PINIÉS.

Cuando se estudian las modificaciones que el trabajo muscular provoca en las funciones respiratorias debe tenerse en cuenta que todas las técnicas utilizadas hasta el presente para estudiar la ventilación pulmonar, consumo de O_2 y eliminación de CO_2 traen consigo necesariamente la medida del aire expirado y el análisis de su contenido en O_2 y CO_2 . A causa de ello se crean condiciones arbitrarias de experimentación, ya que el individuo debe respirar a través de una máscara o pieza bucal conectada con un sistema de válvulas de poca resistencia que resultan molestos.

En las experiencias de laboratorio el trabajo muscular se efectúa la mayor parte del tiempo sobre ciclo-ergómetro o sobre «tapis roulant», con una intensidad fija o variable, pero siempre impuesta, y durante un tiempo dado. Evidentemente resulta sólo una reproducción muy aproximada del ciclismo en carretera o de marcha y carrera libres. En las experiencias sobre el terreno el individuo, además de la molestia que supone la máscara o pieza bucal y válvulas, debe transportar un saco de DOUGLAS para recoger el aire expirado durante un tiempo determinado. Al final se mide y analiza dicho aire para obtener la ventilación pulmonar y el contenido de O_2 y CO_2 . El sujeto es libre de trabajar a su propio ritmo y de modificarlo, pero el tiempo durante el cual pueden hacerse las medidas está limitado por el volumen del saco de DOUGLAS y por la importancia del volumen respiratorio. En el laboratorio se pueden utilizar técnicas de medida continua y analizar los fenómenos respiratorios desde el principio hasta el final del experimento. Sobre el terreno se está limitando a períodos cortos, en los que sólo se puede obtener una medida media del aire recogido en el saco de DOUGLAS; por lo tanto es imposible obtener medidas finas y

precisas cuando el sujeto trabaja a ritmo variable. Importa, pues, estudiar los resultados considerando que han sido obtenidos en presencia de un factor de esfuerzo adicional del instrumental indispensable para efectuar las medidas.

En el futuro, nuevas técnicas con telemetrage de las medidas y registro continuo a distancia, darán lugar a un equipo más ligero y reducido.

Observada en su conjunto la función respiratoria se compone de tres estadios: a) una etapa pulmonar en la que se efectúa la hematosis; b) una etapa sanguínea de transporte de O_2 a los tejidos y de CO_2 a los pulmones; c) una etapa tisular que consiste en el intercambio de O_2 y CO_2 entre sangre y tejidos y constituye el acto respiratorio esencial.

Los pulmones son pues un aparato especializado encargado por cuenta de todo el organismo de las relaciones con el medio exterior en lo que toca al abastecimiento de O_2 y evacuación de CO_2 . Resulta de esto que el aumento de las necesidades respiratorias a nivel muscular en el trabajo repercutirá sobre la ventilación pulmonar, a fin de asegurar en la medida de lo posible un aporte acrecentado de O_2 y la eliminación del CO_2 suplementario.

I. — VENTILACION PULMONAR E INTENSIDAD DE TRABAJO

Desde que empieza el ejercicio muscular, constituido sobre todo por contracciones dinámicas en la mayoría de los casos, la ventilación pulmonar aumenta por modificaciones de la frecuencia y amplitud de los movimientos respiratorios. El acrecentamiento del flujo total se

manifiesta desde la primera inspiración e incluso puede aparecer antes del comienzo del trabajo cuando intervienen factores emocionales. En el trabajo ligero o moderado el volumen corriente y la frecuencia respiratoria continúan aumentando hasta alcanzar un estado estable, con mayor o menor rapidez según la intensidad del esfuerzo. De ordinario el ritmo respiratorio se estabiliza en 2 a 4 minutos y la amplitud en 3 a 5. El período de adaptación ventilatoria al comienzo del trabajo es pues más largo que el período de adaptación de la circulación sanguínea o del consumo de O_2 . Resulta de ello que, durante este período, la cantidad de O_2 extraída de cada litro de aire ventilado aumenta, y en consecuencia el coeficiente de utilización de O_2 . Según ROBINSON, cuando el consumo de O_2 ha alcanzado 90 a 98 % de su valor de estado estable, la ventilación es todavía del 75 al 90 % de su equilibrio. Realizado el equilibrio de trabajo, el coeficiente de utilización de O_2 disminuye; el equivalente respiratorio, que representa el número de litros de aire ventilados por litro de O_2 consumido varía inversamente. En el trabajo intenso, la frecuencia respiratoria y la ventilación continúan aumentando sin alcanzar un estado estable, pero la amplitud de los movimientos respiratorios puede disminuir. En general, la fase de espiración se acorta en relación al ciclo total.

Es clásico valorar la intensidad de trabajo en términos de consumo de O_2 por minuto. El trabajo se considera ligero cuando el consumo de O_2 no sobrepasa el litro por minuto, moderado para 1 a 1'5 litros por minuto, duro para 1'5 a 2 y muy duro por encima de 2 litros por minuto.

Para la mayoría de las actividades musculares, la relación entre el consumo de O_2 y la ventilación pulmonar es lineal. No obstante, en el trabajo intenso, la ventilación aumenta proporcionalmente más que el consumo de O_2 , y la relación entre estas dos variables deja de ser lineal. Resulta de ello una disminución del coeficiente de utilización de O_2 y un aumento del equivalente ventilatorio en relación a los valores obtenidos para el trabajo moderado.

Hay que hacer notar que estas reacciones, que existen para cada tipo de trabajo, no se producen necesariamente al mismo nivel de gasto energético cuando se comparan diferentes ejercicios. ASMUSSEN y NIELSEN han medido el flujo ventilatorio total y el consumo de O_2 en período de régimen estable para ejercicios ligeros, moderados e intensos, ejecutados con los brazos o piernas. Han demostrado, que para un mismo consumo de O_2 la ventilación es más elevada en el trabajo de los brazos que en el de las pier-

nas, y estos resultados confirman antiguas experiencias de COLLETT y LILJESTRAND.

En consecuencia, en lo que respecta a la ventilación pulmonar, la clasificación habitual de ejercicios musculares en término de consumo de O_2 o de gasto energético, kg/cal/min., puede ser errónea. Viceversa, la utilización de medidas de ventilación pulmonar para clasificar los ejercicios en término de gasto energético puede ser errónea igualmente. Este método ha sido propuesto numerosas veces y utilizado para medir la intensidad de los trabajos individuales, porque es más sencillo que la medida del O_2 consumido. Es posible que permita valorar esfuerzos crecientes realizados en el curso de un mismo trabajo; pero puede conducir a resultados falsos cuando se comparan actividades que ponen en juego grupos musculares diferentes.

Cuando cesa el ejercicio muscular disminuye la ventilación pulmonar, primero por deducción de la frecuencia y después del volumen corriente. Como que vuelve más lentamente a la normal que el consumo de O_2 , resulta de ello una disminución temporal de coeficiente de utilización de O_2 y un aumento del equivalente ventilatorio.

II. — FACTORES QUE INFLUENCIAN LA VENTILACION PULMONAR A LO LARGO DE LOS EJERCICIOS MUSCULARES

La CONDICION FISICA individual es el factor que, por sí solo, influencia quizá al máximo la ventilación pulmonar durante el trabajo. Durante la marcha, el individuo menos eficaz ventila 72 % de más y consume 65 % de O_2 de más que el individuo más apto. Durante la carrera las diferencias son todavía mayores: para el mismo esfuerzo, el individuo menos apto ventila 211 % más y consume 101 % de O_2 más que el mejor. Ciertos individuos son capaces de correr durante 5 minutos a 11,2 km/h. ventilando menos y consumiendo menos O_2 que otros individuos que caminan a 5,6 km/h. durante el mismo tiempo. Estos datos ilustran claramente las diferencias considerables que existen en la capacidad de los individuos jóvenes normales para la práctica de ejercicios musculares.

La EDAD es otro factor. ROBINSON ha encontrado que, con relación al peso del cuerpo, la ventilación es relativamente constante en individuos de 6 a 25 años: alrededor de 1,6 a 1,8 litros por minuto y por kilo a lo largo de un esfuerzo intenso. Pero el ritmo respiratorio má-

ximo disminuye de 62 por minuto para los más jóvenes a 43 para los de 25 años. El volumen corriente pasa respectivamente de 44 a 56 % de la capacidad vital. La ventilación pulmonar máxima aumenta de 40 litros por minuto en los niños de 4 a 6 años, a 75 litros por minuto en los de 12 a 13 años, para alcanzar una media de 122 litros por minuto en hombres entrenados de 20 a 30 años. Estos valores disminuyen en individuos de más edad: 98 l/min. para el grupo de 40 a 50 años, 81 para los de 60 a 70 y 48 en los de 75 años. El equivalente ventilatorio es más elevado en los niños y personas de edad que en los individuos de 20 a 30 años, tanto durante el trabajo máximo como durante el moderado. Es interesante recalcar que el consumo máximo de O_2 sigue una evolución paralela. Tiene una medida de 50 mililitros por kilo y por minuto hasta los 25 años, para disminuir a 41 ml. a los 40 años, o sea el 82 % del máximo a los 25 años; a los 50 años es de 39 ml., es decir el 78 %; a los 60 es de 35 ml., el 70 %; y a los 70 años es 30 ml., es decir el 60 %. Estas cifras se aplican sólo al estudio de ROBINSON, pero dan una idea de la evolución del fenómeno. ASTRAND ha obtenido valores más elevados en individuos jóvenes que, de los 7 a los 30 años, tienen un consumo máximo medio de 56 a 59 ml. de O_2 por kg. y minuto.

El SEXO influye igualmente en la ventilación pulmonar en el curso de los ejercicios físicos. Hasta los 13 años la ventilación máxima es la misma para chicos y chicas. En los adultos, los valores medios son de 92 l/min. para las mujeres y 122 para los hombres.

Para un mismo consumo de O_2 , las mujeres ventilan más que los hombres, alrededor de 20 % en el trabajo moderado y 10 % en el trabajo máximo. Resulta de ello que el coeficiente de utilización de O_2 es más bajo en las mujeres que en los hombres, e inversamente, los valores del equivalente respiratorio son más elevados.

Los resultados obtenidos en adultos jóvenes de los dos sexos, en el curso de una marcha y de una carrera agotadora sobre «tapis roulant» fueron los siguientes: en el curso de la marcha a 5,6 km/h., pendiente de 3,6 % durante 15 minutos, las mujeres ventilan más que los hombres para un consumo de O_2 menor. Durante la carrera extenuante los hombres pudieron correr dos veces más de tiempo que las mujeres y alcanzaron una ventilación pulmonar y un consumo de O_2 más elevado. En el curso de las dos pruebas, el equivalente ventilatorio es mayor en las mujeres que en los hombres, indicando que estos últimos tienen una ventilación más eficaz. Los resultados acabados

de resumir permiten concluir que desde el punto de vista ventilación pulmonar, los hombres son, por término medio, más eficaces que las mujeres en esfuerzos musculares moderados o máximos. Esta generalización no debe hacer olvidar que se han encontrado mujeres capaces de exceder las marcas de ciertos hombres. La condición física individual guarda, pues, un importante papel sea el que sea el sexo. Cuando se sobrepasa una cierta intensidad de trabajo los hombres pueden generalmente realizar marcas superiores y de más larga duración. Su capacidad de ventilar más económicamente y de alcanzar una ventilación pulmonar y un consumo de O_2 máximo mayores, están entre los factores de esta superioridad.

El ENTRENO en todos los individuos de buena salud, de cualquier edad y sexo, reduce la ventilación pulmonar, para un trabajo de igual intensidad efectuado en las mismas condiciones. Los individuos no entrenados parecen incapaces de utilizar la totalidad de su ventilación pulmonar y aparece un estado de ahogo intolerable antes de que los procesos respiratorios alcancen su máximo. SCHNEIDER y RING han observado que los cambios respiratorios se instauran progresivamente en el curso de un período de entrenamiento: se necesitan de 4 a 6 semanas para llegar a la eficacia máxima.

El entrenamiento mejora las funciones musculares y la coordinación de los movimientos, si bien para un trabajo dado el consumo de O_2 y producción de CO_2 disminuyen progresivamente. Además, los músculos respiratorios aumentan su eficacia, lo mismo que los otros músculos. Resulta de ello, que para un ejercicio determinado, la ventilación pulmonar disminuye, y que para una ventilación dada el coste respiratorio disminuye.

Los cambios de la ventilación pulmonar durante el entrenamiento son debidos a una disminución de la frecuencia respiratoria y a un aumento del volumen corriente. En reposo la frecuencia puede disminuir de 20 a 8 movimientos por minuto. En el curso de un trabajo submáximo de 500 kgm. por minuto, la ventilación/minuto disminuye de 32,4 a 27,6 litros, o sea una reducción del 15 %. En esfuerzos más intensos, la disminución puede alcanzar hasta el 23 % después de entrenamiento regular. La mejora desaparece progresivamente cuando se interrumpe el entrenamiento durante 4 a 6 semanas. Además, el entrenamiento permite extraer más O_2 por litro de aire respirado y SCHNEIDER cita aumentos de 4,52 y 5,36 %. La eliminación de CO_2 aumenta igualmente de 4,81 a 5,29 % por litro de aire expirado. En consecuencia, el organismo se ha vuel-

to capaz de respirar más económicamente puesto que para una misma ventilación aumenta su absorción de O_2 y su eliminación de CO_2 . En estas condiciones, la cantidad de trabajo que puede ser efectuado con una ventilación pulmonar eficaz y un aprovisionamiento adecuado de O_2 se hace cada vez más elevada a medida que el entrenamiento progresa. La hipernea intensa no aparece sino para esfuerzos mucho más considerables.

Desde el punto de vista de los fenómenos respiratorios en general, el individuo entrenado modifica sus reacciones en el ejercicio muscular como sigue:

1. Ventilación pulmonar más económica durante el trabajo.
2. Capacidad de alcanzar una ventilación máxima mayor.
3. Capacidad de alcanzar un consumo máximo de O_2 más elevado.
4. Para un trabajo determinado, capacidad de ventilar menos y de consumir menos O_2 .
5. Para una ventilación determinada, capacidad de consumir más O_2 y de eliminar más CO_2 .
6. Capacidad de mantener un cociente respiratorio más bajo durante el ejercicio.

Todas las modificaciones aumentan el rendimiento mecánico del trabajo y permiten realizar marcas máximas más considerables.

Las aptitudes individuales continúan de todos modos jugando su papel, y el mismo entrenamiento no produce el mismo nivel de marcas en todos los individuos, cada uno alcanza progresivamente un cierto máximo que no puede sobrepasar y que le caracteriza.

EL MEDIO AMBIENTE

1) *Temperatura y humedad del aire.* — La ventilación pulmonar participa en los intercambios térmicos por conducción y evaporación. Su importancia depende del volumen, de la temperatura y de la humedad relativa del aire inspirado. En el hombre, si bien este mecanismo juega sólo un papel mínimo con relación a la eliminación de calor al nivel de la piel, no es menos cierto que un aumento de la temperatura interna provoca un aumento de la ventilación pulmonar. Esto ya pasa en reposo y ha sido observado en individuos que trabajan a razón de 300 cal/h. en ambientes extremadamente calientes. ROBINSON ha encontrado que en estas condiciones la ventilación pulmonar puede incrementarse de 25 a 50 % para cada elevación

de 1° C. de la temperatura rectal con relación a los valores obtenidos en los mismos individuos haciendo el mismo trabajo en un ambiente fresco.

Se han estudiado las modificaciones que provoca el trabajo moderado e intenso en tres condiciones de ambiente estrictamente controlados: 25° C. y 43 % de humedad relativa, o sea condiciones normales; 37,2° C. y 25 % de humedad relativa, o sea de calor seco; 32,2° C. y 82 % de humedad relativa, o sea condiciones de calor húmedo. Los sujetos, seis hombres y cinco mujeres, eran trabajadores de laboratorio, todos de buena salud pero sin entrenamiento especial a los ejercicios ni aclimatación especial al calor. Se observó que en los tres ambientes la ventilación pulmonar y el consumo de O_2 siguen una evolución paralela durante el trabajo y la recuperación. Aumento rápido desde el ejercicio, mantenimiento de un estado estable durante el trabajo sub-máximo, aumento importante y sin estado estable durante el esfuerzo máximo, seguido de una disminución rápida primero y después progresiva durante la vuelta al reposo. En el curso de los diez primeros minutos de la recuperación el consumo de O_2 disminuye más deprisa que la ventilación pulmonar: se reduce a 28-31 % de su valor máximo durante el esfuerzo mientras que la ventilación está todavía en 42-46 % de este valor. Esta diferencia, observada en todos los individuos y en las tres condiciones ambientales desaparece cuando los valores se acercan a los del reposo. En estos experimentos la influencia del ambiente sobre la función respiratoria ha sido relativamente mínima. El calor seco reduce la ventilación pulmonar, el consumo de O_2 y la eliminación de CO_2 . La disminución del consumo de O_2 es altamente significativa durante el trabajo y la recuperación: inferior en 13 % a los valores correspondientes obtenidos en el ambiente normal. Por el contrario, en calor húmedo la ventilación pulmonar se incrementa y este fenómeno es particularmente neto durante el trabajo. Estas reacciones se observan para los dos sexos, pero incluso en temperaturas ambientes elevadas la eficacia ventilatoria es más elevada en los hombres que en las mujeres. Este hecho es interesante cuando se considera que en el ambiente caliente y húmedo se observa al final del ejercicio un aumento medio de 0,94° C. en los hombres y 0,51 en las mujeres. Lo que no impide que a pesar de esta hipertermia netamente menor, la eficacia ventilatoria de las mujeres disminuya más que la de los hombres. Parece, pues, que en atmósfera caliente y húmeda por lo menos, las modificaciones de la ventila-

ción pulmonar no son determinadas únicamente por la elevación de la temperatura interna de los individuos.

Estos resultados han sido confirmados y extendidos por experimentos recientes en los que se ha estudiado la influencia del trabajo repetido y de mayor duración, así como la de temperaturas ambientes más elevadas. Las condiciones ambientales han variado de 21 a 40° C. con 22 a 83 % de humedad relativa. El trabajo, efectuado por cuatro estudiantes de buena condición física ha consistido en caminar sobre el «tapis roulant» a velocidad constante de 5,1 km/h. En una primera serie los individuos han caminado durante 15 minutos y reposado durante 20; han recommenzado cuatro veces este ciclo de trabajo y de reposo con pendientes de 5 y de 10 %. En una segunda serie la marcha ha durado 25 minutos con 10 minutos de reposo, repetido cuatro veces con pendientes de 0 y 5 %. La duración de los experimentos en ambiente controlado ha sido siempre de 140 minutos. La ventilación pulmonar, el consumo de O₂ y la eliminación de CO₂ han sido registrados continuamente durante el trabajo y el reposo. La temperatura interna ha sido tomada al principio y al fin del experimento. La relación entre la ventilación pulmonar y el consumo de O₂ ha sido calculado para todas las experiencias realizadas entre 21 y 33° C. con 22 a 83 % de humedad relativa. Se ha hecho el cálculo separadamente para la primera y la segunda mitad del experimento, es decir para los ciclos de trabajo 1 y 2 y para los ciclos de trabajo 3 y 4. La relación que se obtiene es de tipo lineal.

2) *Altura.*— Los efectos de la altura sobre la ventilación pulmonar han sido observados y estudiados hace tiempo. Para un trabajo dado hecho por un individuo no aclimatado, la ventilación pulmonar aumenta más con la altura que al nivel del mar. Cuanto más intenso es el trabajo más considerable es la ventilación a una cierta altura. Por otra parte, para un ejercicio determinado, cuanto más elevada es la altura más importante es la hiperventilación.

Cuando el sujeto se aclimata, estas reacciones se modifican y para un mismo consumo de O₂ la hiperventilación aumenta. A cualquier intensidad de trabajo la ventilación aumenta alrededor del 20 % con relación a lo que era al principio de la estancia. De todas maneras, esta hiperventilación considerable disminuye en los individuos que viven en las alturas durante varios años.

Cuando en lugar de respirar aire ambiente el individuo respira O₂ la ventilación pulmonar

disminuye fuertemente y vuelve a valores del mismo orden que los observados a nivel del mar durante la inhalación de O₂. Este fenómeno es tanto más marcado cuanto el trabajo es más intenso. Por ejemplo, para 500 kgm/min. la ventilación pulmonar se reduce de 50 a 42 litros por minuto, cuando se respira O₂; para 1.200 kgm/min. el volumen pasa de 124 a 73 litros por minuto. La reducción de la ventilación producida por la inhalación de O₂ es alrededor del 25 % más marcada, para los individuos que han estado muchos días en la altura, con relación a lo que se observa en aquellos cuya estancia es más breve.

Es interesante resaltar que los resultados de DILL y cols., de CHRISTENSEN, demuestran que en el sujeto aclimatado, cuando se expresa el flujo ventilatorio en condiciones normales STPD (seco, 0° C., 760 mm. Hg.), se constata que para un cierto consumo de O₂ el volumen de aire ventilado aumenta con la altura, pero sea la que sea la altura se ventila el mismo peso de aire, que contiene el mismo número de moléculas. Estos resultados se pueden relacionar con los de EDWARDS, que ha demostrado que el individuo aclimatado puede producir el mismo trabajo con el mismo porcentaje de ácido láctico sanguíneo al nivel del mar y en la altura. También ASTRAND ha observado que para un trabajo dado realizado a diversas alturas, el consumo de O₂ permanece constante. Por consiguiente el rendimiento mecánico es el mismo.

La altura a la cual aparecen los cambios de la ventilación pulmonar varía con los individuos, y puede observarse ya entre los 1.200 y los 1.500 metros. Es sobre todo la amplitud de los movimientos respiratorios lo que aumenta, y hacia los 6.000 metros cada inspiración puede representar de 600 a 1.200 ml. de aire. La frecuencia no aumenta demasiado más allá de los cinco movimientos respiratorios por minuto con relación a lo que es un mismo trabajo al nivel del mar.

III. — LA VENTILACION PULMONAR EN LOS EJERCICIOS DEPORTIVOS

Ya hemos dicho que las medidas de la ventilación pulmonar en los ejercicios deportivos no son sino una aproximación de los que pasa en el atleta que no está trabado por los aparatos de medida indispensables. La incomodidad producida por este instrumento varía de un tipo de ejercicio a otro: no es difícil andar, correr o pedalear con un saco de DOUGLAS sobre la espalda, es más difícil jugar a tenis, hacer

gimnasia con aparatos, y es imposible practicar la lucha o la natación. Las experiencias son, pues, fragmentarias y sujetas a sospecha.

Entre los ejercicios deportivos, debe hacerse una división entre ejercicios estáticos y ejercicios dinámicos. Los EJERCICIOS ESTÁTICOS son menos numerosos que los dinámicos y que los compuestos por una mezcla en proporción variable de los dos tipos de contracciones musculares. Los pesos y halteras son un ejemplo típico de deporte en que predomina el esfuerzo estático. Si el esfuerzo no pide sino una fuerza relativamente débil, la circulación sanguínea en los músculos continúa haciéndose y el ejercicio puede prolongarse. La ventilación pulmonar no se modifica al principio, pero cuando las contracciones estáticas se prolongan aumenta ligeramente para alcanzar un estado estable después de algunos minutos.

Cuando el esfuerzo es intenso, el tórax está bloqueado, generalmente en inspiración, y la circulación muscular está disminuida e incluso parada. El metabolismo es sobre todo anaerobio, con formación de ácidos fijos. La duración de tal esfuerzo se cifra en segundos, y en cuanto este cesa la ventilación pulmonar reaparece. Desde el principio es más importante que antes del ejercicio; después, al cabo de 20 minutos, se hace un aumento secundario ligado al paso de la circulación general de los ácidos fijos de la sangre bloqueados en los músculos durante la contracción. Hay al mismo tiempo aumento del consumo de O_2 y del cociente respiratorio.

Los EJERCICIOS DINÁMICOS, siendo de naturaleza variada, no se puede esperar que las reacciones de la ventilación pulmonar sean las mismas en todos los casos. Sin embargo, se puede describir esquemáticamente los tipos principales de ejercicios y comportamiento respiratorio.

a) En los ejercicios de velocidad pura, como las carreras de 100, 200 y 400 metros, las contracciones musculares anaerobias son utilizadas al máximo. La deuda de O_2 es muy elevada, lo mismo que la concentración de ácido láctico en sangre. Durante el esfuerzo el individuo respira con poca frecuencia o no respira, de manera que contrae una deuda ventilatoria. Esta, al igual que la deuda de O_2 , se paga después del esfuerzo, de lo que resulta una ventilación pulmonar fuertemente aumentada en profundi-

dad y frecuencia desde el final de la carrera. El retorno al reposo se hace, como siempre, menos rápidamente para la ventilación que para el consumo de O_2 .

b) En los ejercicios de medio fondo, por ejemplo los 1.500 metros, el atleta alcanza su metabolismo aerobio máximo y utiliza sus capacidades anaerobias sea progresivamente, sea al final. Esto le permite no llegar a su deuda máxima de O_2 sino al final de la prueba. Es evidente que cuanto más eficaz es su ventilación pulmonar más tiempo podrá tardar en echar mano de sus capacidades anaerobias manteniendo un esfuerzo intenso. Si sobrepasa este nivel y contrae una deuda importante de O_2 antes del final de la carrera debe moderar su marcha o pararse extenuado.

La ventilación pulmonar aumenta enormemente en este género de ejercicio y la recuperación es lenta.

c) En los ejercicios de fondo, como carreras a pie, esquí de fondo y natación, llevados hasta el agotamiento, es indispensable mantener un estado estable durante la mayor parte de la prueba. Es en la salida y en el «sprint» final cuando se acude a los procesos anaerobios. El que puede mantener el estado estable de ventilación pulmonar y de consumo de O_2 más elevado puede proporcionar más trabajo en aerobiosis, y debiera ser el mejor.

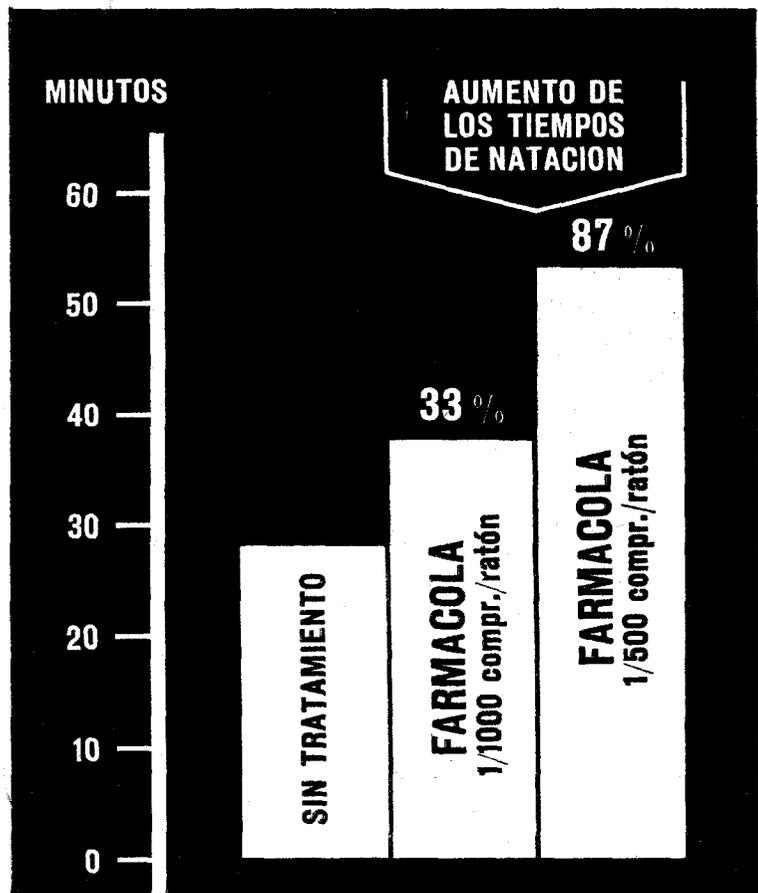
d) En los esfuerzos interrumpidos (tenis, fútbol, boxeo), períodos de actividad intensa alternan con otros de actividad mínima o de reposo. En estos casos, los procesos aerobios y anaerobios son utilizados simultánea o sucesivamente, y la ventilación pulmonar varía según el esfuerzo. El punto importante es la velocidad con la cual el individuo puede pagar su deuda respiratoria y su deuda de O_2 durante los períodos de reposo relativo. El atleta que recupera rápidamente tendrá la ventaja de poder suministrar más rápidamente un nuevo esfuerzo que aquel que recupera lentamente. Es evidente que el individuo que puede hacer un trabajo muscular en aerobiosis contrae una deuda respiratoria menor y la paga más rápidamente que el que está obligado a echar mano de sus procesos anaerobios. Siendo capaz a la vez de alcanzar una ventilación pulmonar y un consumo de O_2 más elevados, y de recuperarse más deprisa, funciona a un alto grado de rendimiento fisiológico.

Farmacola

DEFATIGANTE NEURO-MUSCULAR EFERVESCENTE DE ACCION FISIOLOGICA

Prueba de resistencia a la fatiga realizada en el departamento de Farmacología del Laboratorio Dr. Andreu

Se obligó a nadar hasta fatiga total varios lotes de ratones, anotando los tiempos de natación. Al día siguiente se les administró FARMACOLA y se repitió la prueba, comprobándose una notable prolongación de los tiempos de natación.



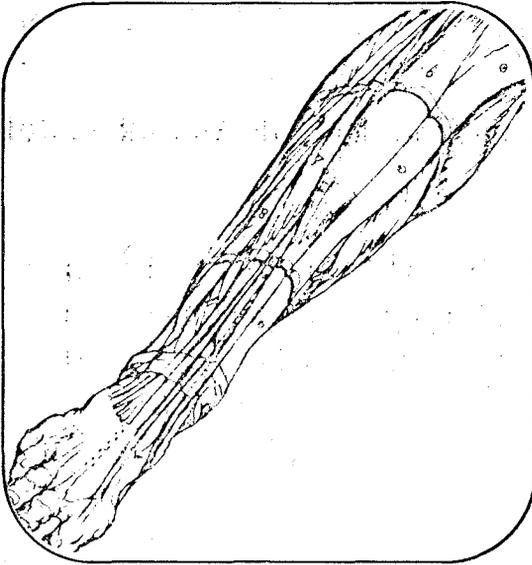
Comprimidos efervescentes y comprimidos masticables, de agradable sabor.

Glucosa y ATP	energizantes
Acido ascórbico	desintoxicante
Aspartatos.	defatigantes
Nuez de cola y cafeína	estimulantes

Tubos de 10 comprimidos efervescentes y cajas de 15 comprimidos masticables.

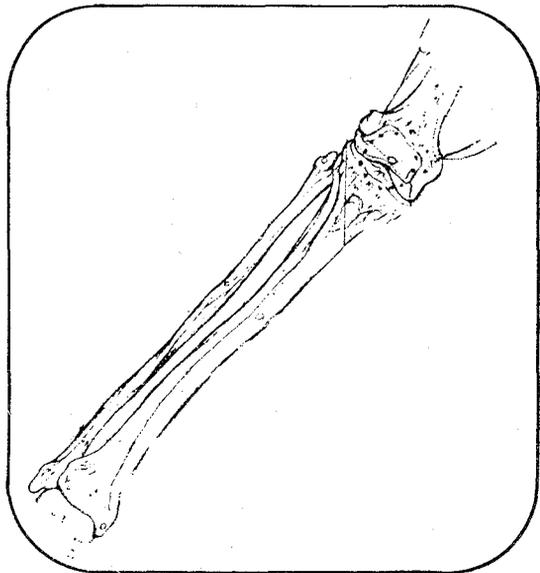
P. V. P. 50,00 Ptas.

P. V. P. 45,00 Ptas



**SUPRIME
LA REACCION
ESPASTICO~
DOLOROSA
DESMOARTICULAR**

artrodesmol extra



Comprimidos
Frasco con 10 y 30 P.V.P. 58 y 139,10
Supositorios
Caja con 10 P.V.P. 44,70