

Centro de Investigación Médico-Deportiva

Residencia J. Blume - Barcelona

Control periódico del entrenamiento con el cicloergómetro

DR. C. BESTIT.

Desde hace más de un año hemos tenido ocasión de controlar periódicamente con el cicloergómetro de FLEISCH un grupo seleccionado de 48 atletas y nadadores de la residencia «Joaquín Blume», de Barcelona. Hemos podido observar, de esta manera, las modificaciones de la capacidad de adaptación del sistema cardiorrespiratorio al esfuerzo prolongado determinadas por el entrenamiento. La medida del rendimiento máximo es el método más fácil de exploración ergométrica, pero exige un gran esfuerzo físico y fuerza de voluntad por parte del individuo. La prueba de los 6 minutos corresponde, aproximadamente, a una carrera de 2.000 metros de atletismo. Según la experiencia adquirida hasta el presente, una frecuencia cardíaca de 180 - 200 pulsaciones corresponde con seguridad a un esfuerzo máximo, una frecuencia de menos de 160 indica que no ha existido, por lo general, un esfuerzo máximo. Esta regla nos ha servido, pues, para conocer el esfuerzo realizado. Son excepciones de esta regla los casos con insuficiencia coronaria, con procesos inflamatorios, el corazón del anciano, así como en casos de vagotonía extrema.

Debe también tenerse en cuenta que jóvenes de 10 - 19 años tienen un menor rendimiento absoluto que los individuos adultos. Sin embargo, el rendimiento relativo, es decir Vatios por kilos de peso, es exactamente igual que en los adultos. Por tal motivo nosotros hemos aplicado las cargas de trabajo según el peso del individuo.

El rendimiento en la prueba máxima de 6 minutos depende sobre todo de la capacidad de

rendimiento del aparato respiratorio y circulatorio, de la capacidad de transporte de O_2 por la sangre y de la capacidad de reserva hormonal del lóbulo anterior de la hipófisis y de las suprarrenales. También son importantes la capilarización de la musculatura y, en menor medida, la reserva alcalina.

En general, puede considerarse que el mínimo rendimiento en un individuo de 20 - 30 años es de 200 vatios.

METODO DE LAS EXPLORACIONES

Basándonos en la standarización de las exploraciones ergométricas aconsejada por MELLE-ROWITZ, del Sportinstitut de Berlín, hemos utilizado una modificación de la prueba de rendimiento máximo de 6 minutos empleando siempre una velocidad de pedaleo de 60/m. Teniendo en cuenta que en los individuos de 20 a 30 años, que no practican deporte de competición, la carga máxima aceptada en la prueba ergométrica de 6 minutos es de, aproximadamente, 3,5 vatios por Kg. de peso, nosotros, después de una serie de pruebas de tanteo, hemos aplicado una carga de 4 vatios por kilo indistintamente a todos los individuos explorados, sea cual fuere su especialidad. Si bien esta prueba no puede calificarse de esfuerzo máximo en todos los casos, puesto que en algunos individuos representaba tan sólo un esfuerzo submaximal, ha sido siempre suficiente para

exigir del sistema cardiocirculatorio una respuesta intensa, que ha bastado para comprobar las alteraciones de la capacidad de adaptación del sistema cardiocirculatorio al esfuerzo.

Las exploraciones se efectuaron siempre a las mismas horas y procurando mantener las mismas condiciones ambientales. Puesto que se trata de una prueba de gran dureza, hemos siempre orientado al individuo explorado sobre las características de la misma, con objeto de obtener el máximo de colaboración posible.

La prueba se ha efectuado siempre con el individuo en decúbito, utilizándose dos sujetos exploradores: el primero, encargado de la toma de la tensión arterial y el segundo del pulso. Dichas determinaciones se han hecho siempre al final de cada minuto, haciéndose la toma del pulso durante 10 segundos. Después de los 6 minutos de esfuerzo se continúa efectuando determinaciones de pulso y presión durante 6 minutos. El traslado de los datos obtenidos sobre unas gráficas, proporciona unas curvas de pulso y presión que permiten apreciar la respuesta del sistema cardiocirculatorio.

P U L S O

Con el individuo tumbado puede tomarse la frecuencia cardíaca, ya sea por palpación o auscultación, con la ayuda de un cronómetro. En nuestras exploraciones hemos efectuado la toma del pulso al final de cada minuto y durante 10 segundos, es decir del 50 al 60 segundo.

Según han demostrado REINDELL, MELLE-ROWITZ y otros, la frecuencia cardíaca guarda una proporción directa con la captación de oxígeno y el volumen/minuto cardíaco. Por ello, la medida del pulso, que puede realizarse sin utilizar grandes técnicas, es de gran importancia práctica y, de hecho, constituye el método básico de las exploraciones ergométricas.

La frecuencia cardíaca aumenta inmediatamente al comienzo del trabajo físico, al principio muy rápidamente y luego con una aceleración siempre menor. Cuanto mayor es el trabajo en la unidad de tiempo, tanto mayor es el aumento de la frecuencia cardíaca. Cuanto mayor es la capacidad de rendimiento del aparato circulatorio, tanto menor es el aumento de la frecuencia cardíaca. La frecuencia cardíaca es, aproximadamente, una función lineal de la capacidad de rendimiento corporal y de la captación de oxígeno.

Pocos segundos después del trabajo ocurre una rápida caída de la frecuencia del pulso, que luego va haciéndose más lenta. Según el

tipo de trabajo realizado, la normalización del pulso a las cifras de partida puede durar de unos minutos a varias horas. En la normalización del pulso influyen, además, numerosos factores exógenos y endógenos. Hay que señalar también que en la vuelta del pulso a las cifras de partida aparecen grandes oscilaciones, que han sido consideradas por algunos autores como signo de «frenación vagotónica» de presentación irregular. Aunque, rara vez, hemos podido también comprobar este fenómeno.

En la mujer, la frecuencia cardíaca con igual rendimiento absoluto, es mucho más alta que en los hombres. Con el mismo rendimiento relativo existen también diferencias que aún no han sido estadísticamente bien definidas. Parece ser que dichas diferencias son mucho menores antes de la pubertad.

Con un entrenamiento de largas distancias bien dirigido, puede reducirse a un 50 % la frecuencia cardíaca en reposo.

En individuos entrenados, la frecuencia cardíaca al principio de un ejercicio aumenta más rápidamente que en individuos no entrenados. Hasta el presente no poseemos material suficiente para poder comprobar este hecho. Las frecuencias máximas alcanzadas en los individuos entrenados son en cambio mucho menores. A igual rendimiento, los individuos entrenados recuperan mucho antes su frecuencia cardíaca basal.

La temperatura y humedad de la atmósfera pueden influir en forma importante en los valores de la frecuencia cardíaca. Por ello, debe procurarse en los controles periódicos, mantener unas condiciones ambientales semejantes. Si ello es posible, las exploraciones ergométricas deben realizarse con una temperatura ambiente de 18°-22° C. y una humedad relativa del 30-60 %. Igualmente, debe considerarse la hora del día. Así, por ejemplo, los mayores valores de pulso se obtienen a última hora del día.

P R E S I O N

Al igual que la frecuencia cardíaca, la presión sistólica sube rápidamente al principio del ejercicio. Según ha demostrado HOLLMANN, en trabajos ligeros y de mediana intensidad, se alcanza al cabo de pocos minutos un «steady-state»; en trabajos pesados, la presión sistólica sube en cambio continuamente hasta el final del ejercicio. Según nuestra impresión, este hecho depende también de la capacidad de rendimiento del individuo. Hasta el presente puede decirse que no existen trabajos que relacionen ejercicio y presión, que ofrezcan bastantes garantías. Según HOLLMANN, en deportistas

entrenados se alcanzan presiones de 250 milímetros Hg., que no alcanzan nunca los individuos no entrenados. En atletas juveniles con regulación hipertónica, METZNER encontró valores de hasta 280 mm. Hg. Según nuestra opinión no debería hablarse de individuos entrenados o de individuos juveniles, sino de individuos mal entrenados y bien entrenados. En estos últimos, fueran o no juveniles, no hemos visto dichas presiones y sí, en cambio, en sujetos sobrentrenados.

En seguida después del ejercicio ocurre una caída vertical cada vez más lenta, pudiendo llegar por debajo del valor inicial, hecho que ocurre bajo determinadas condiciones, como en la vagotonía por entrenamiento y en los casos de regulación hipertónica.

La determinación de la presión diastólica durante el ejercicio es muy dificultosa e irregular y es rechazada por muchos autores como método de control. La presión diastólica puede ser incluso, en ocasiones, de «0». Debe decirse que con los conocimientos actuales sobre los procesos hemodinámicos y físicos, dicho fenómeno del «0» no puede explicarse fácilmente. Sin embargo, parece que dicho fenómeno del cero se presenta tanto más frecuentemente cuanto mayor es el ejercicio realizado y menor el estado de entrenamiento del sistema circulatorio. Efectivamente, este hecho ha sido comprobado en nuestras exploraciones. Lo hemos hallado además en los distónicos neurovegetativos y en los que presentaban tendencia a valores altos de tensión.

En todo caso puede decirse lo siguiente: bajo condiciones fisiológicas, la presión diastólica sufre un ligero aumento durante el ejercicio. Según HOLLMANN, puede incluso experimentar una caída hasta los 30 mm. Hg. Dicha cifra, al igual que el fenómeno del cero, se presenta tan sólo en los casos antes citados. Durante la fase de reposo, la presión diastólica baja considerablemente. La altura de la caída depende de la cantidad de trabajo y de las condiciones de regulación del aparato circulatorio. El tiempo de recuperación es proporcional a la cantidad y duración del rendimiento, así como a la capacidad de rendimiento del aparato circulatorio.

Según FRASER y CHAPMAN, al final del trabajo en personas de edad, puede producirse aún un aumento de la presión sistólica en los primeros 30 segundos. Este hecho no se produce en las personas jóvenes.

En dependencia con la clase, cantidad y duración del entreno, los deportistas de fondo muestran valores de presión sistólica más bajos. La presión diastólica es en cambio más ele-

vada. En juveniles se encuentran presiones por encima de lo normal (150-160 mm. Hg.) (REINDELL, FREI, METZNER y col.).

Deportistas con un entreno intenso alcanzan durante el ejercicio una presión sistólica menor.

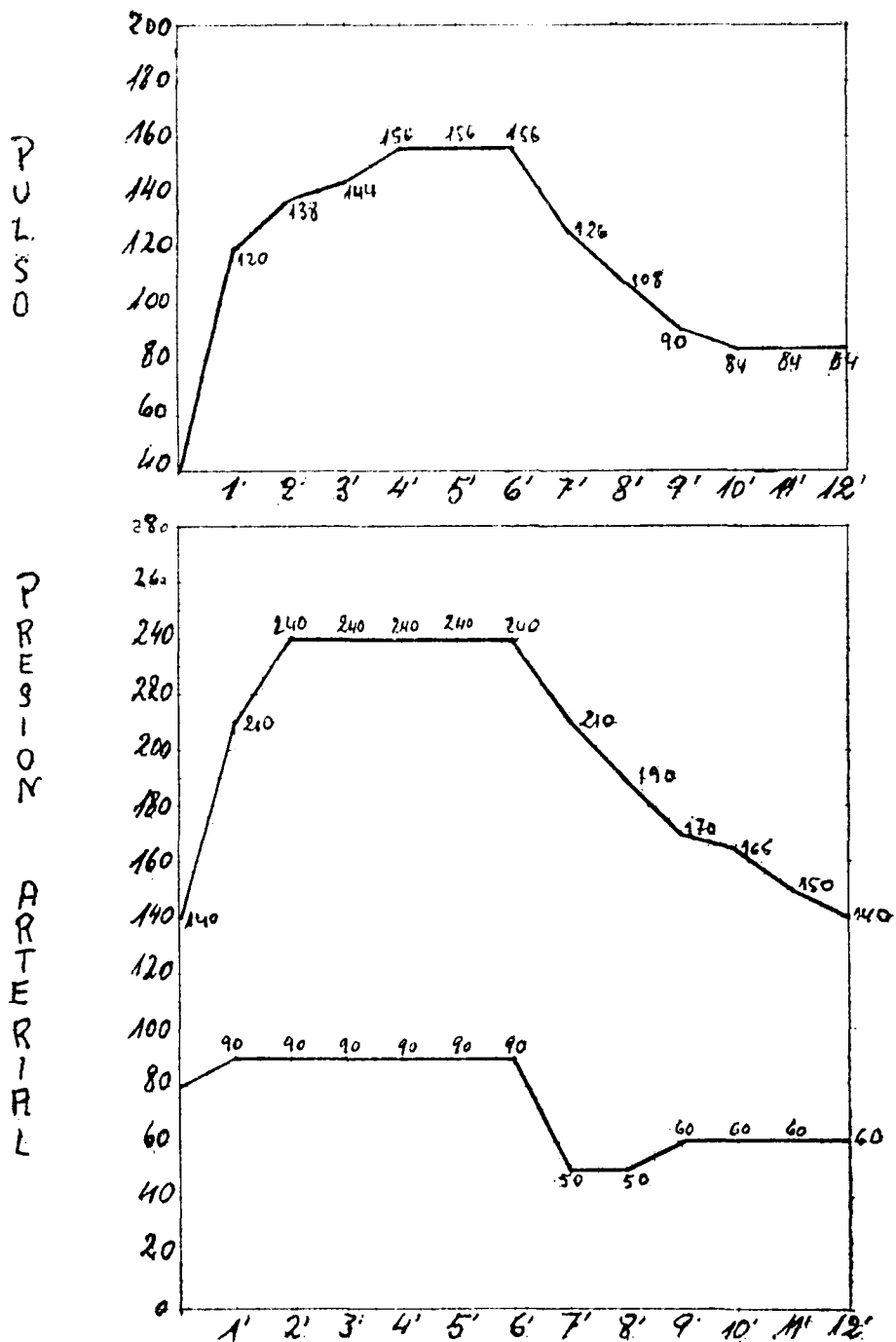
Los hipertensos alcanzan, a igualdad de carga de trabajo, una presión sistólica mayor. La caída de la presión sistólica durante la fase de reposo está en los hipertónicos algo retrasada. En hipertónicos juveniles y en ancianos, WEIS ha descrito una brusca caída de la presión sistólica por debajo de la presión de partida.

En estas personas la presión diastólica se comporta de distintas maneras. Se encuentran grandes subidas y con frecuencia hundimientos considerables. Con frecuencia aparece el fenómeno del «0» al principio de la fase de recuperación. En casos de trastornos de regulación hipotónicos aparecen valores de la P. A. sistólica muy bajos, en contraposición a los valores del pulso.

R E S U M E N

Teniendo, pues, en cuenta toda esta serie de conocimientos que en la actualidad poseemos sobre la modificación del pulso y presión durante y después del ejercicio, hemos podido observar la influencia que el entrenamiento ha tenido entre el sistema cardiocirculatorio de atletas y nadadores. Hemos comparado los resultados ergométricos con los resultados deportivos, y hemos podido constatar una correspondencia bastante exacta entre ambos. Este método, de fácil aplicación, permite al entrenador conocer en todo momento el efecto que el entrenamiento pueda tener sobre sus pupilos. Queremos señalar, sin embargo, que la prueba de rendimiento máximo de 6 minutos es difícilmente aplicable en individuos que no estén dispuestos a colaborar plenamente. En el transcurso de las numerosas revisiones que hemos efectuado, nos hemos ido dando cuenta que son muy pocos los deportistas con suficiente capacidad de lucha para llevar a cabo una prueba que exige una fuerza de voluntad considerable. Es por tal motivo que, en la actualidad, nos hemos decantado a sustituir dicho test por el de esfuerzos progresivos. Es decir, comenzando con una carga de 100 vatios y aumentando la misma en 50 vatios cada 2 minutos, hasta llegar a un máximo de 300.

También este método permite seguir, mediante exámenes repetidos, las modificaciones cardiocirculatorias producidas por el entrenamiento y apreciar, por tanto, la eficacia del mismo.



Gráfica 1. — Prueba ergométrica de rendimiento máximo (6 minutos).

Nombre: E. B.

Fecha: 16-3-67

Edad: 19 años

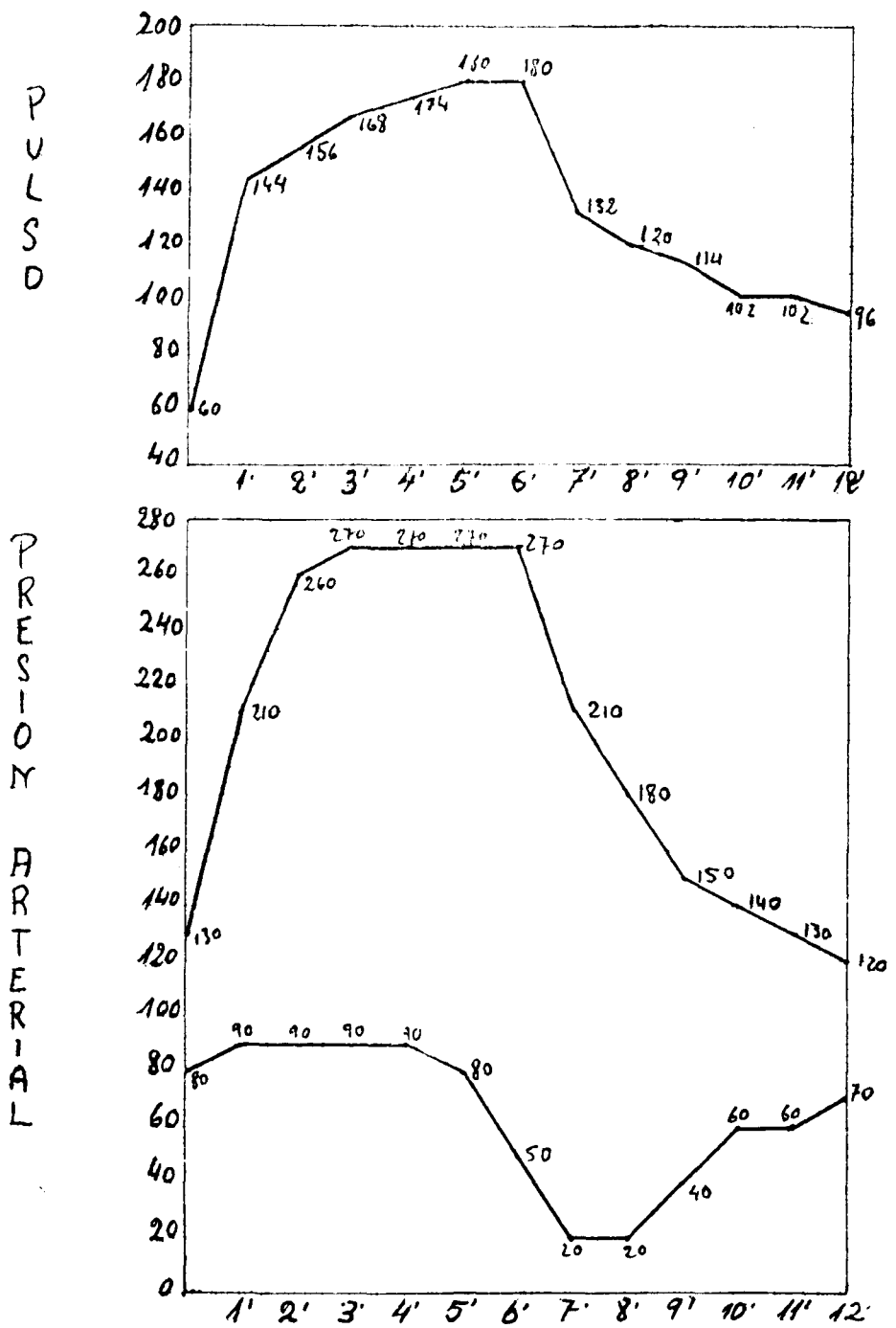
Carga total: 300 vatios

Peso: 67'600 kilos

Carga por kilogramo peso: 4,4 vatios

Talla: 1'805 metros

Curvas de presión y pulso de un corredor de medio-fondo. La curva de presión muestra una cierta tendencia a la hipertonia.



Gráfica 2.— Prueba ergométrica de rendimiento máximo (6 minutos).

Nombre: J. G.

Fecha: 3-3-67

Edad: 16 años

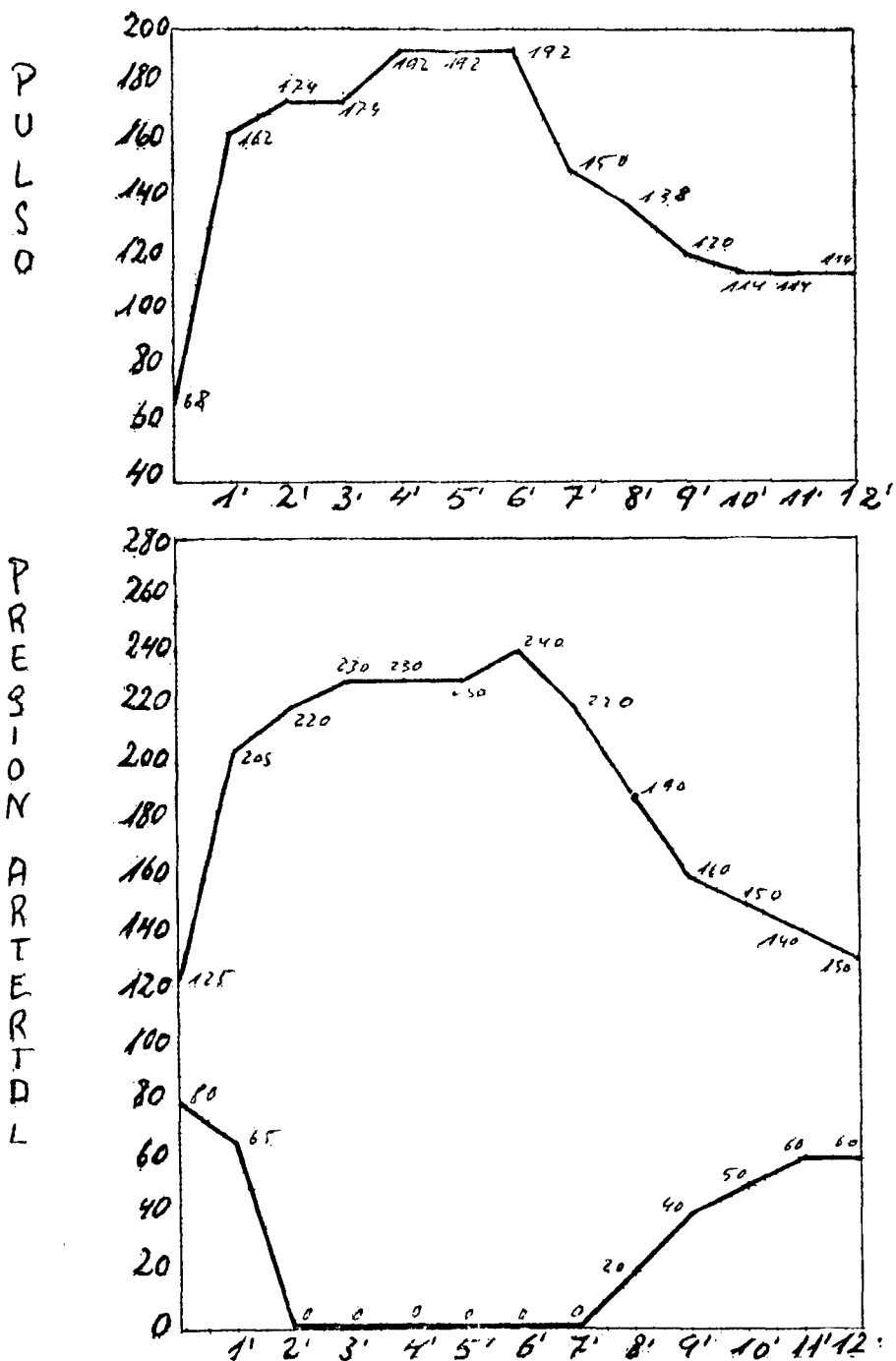
Carga total: 280 vatios

Peso: 71 kilos

Carga por kilogramo peso: 4 vatios

Talla: 1'74 metros

Corresponde a un nadador de distancias cortas. La curva de presión arterial es francamente hipertónica. Obsérvese la caída de la diastólica durante el período de recuperación. Este tipo de gráfica se obtiene muchas veces en fases de sobreentrenamiento.



Gráfica 3.— Prueba ergométrica de rendimiento máximo (6 minutos).

Nombre: D. P.

Edad: 16 años

Peso: 67 kilos

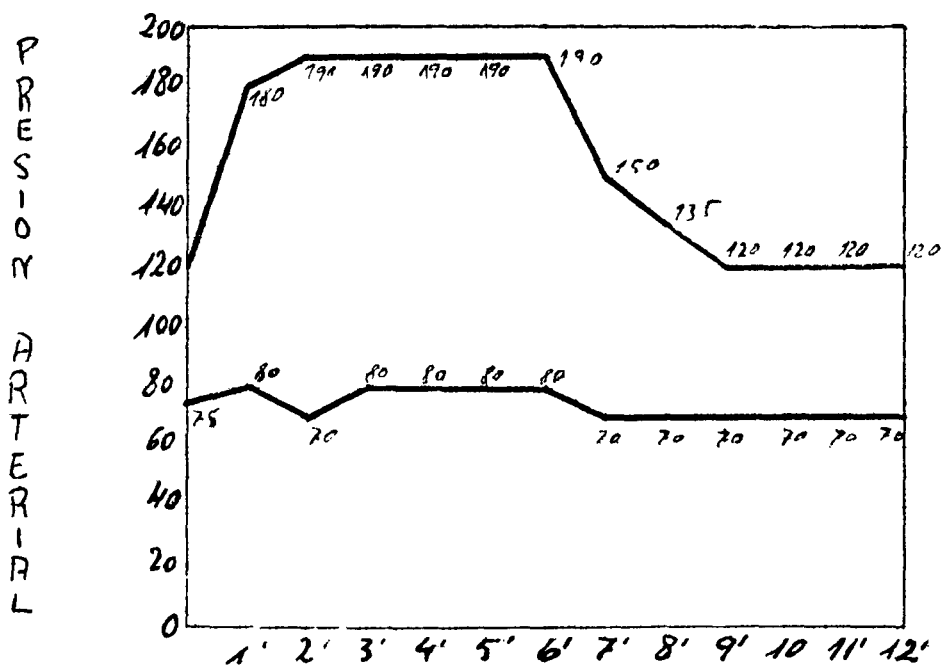
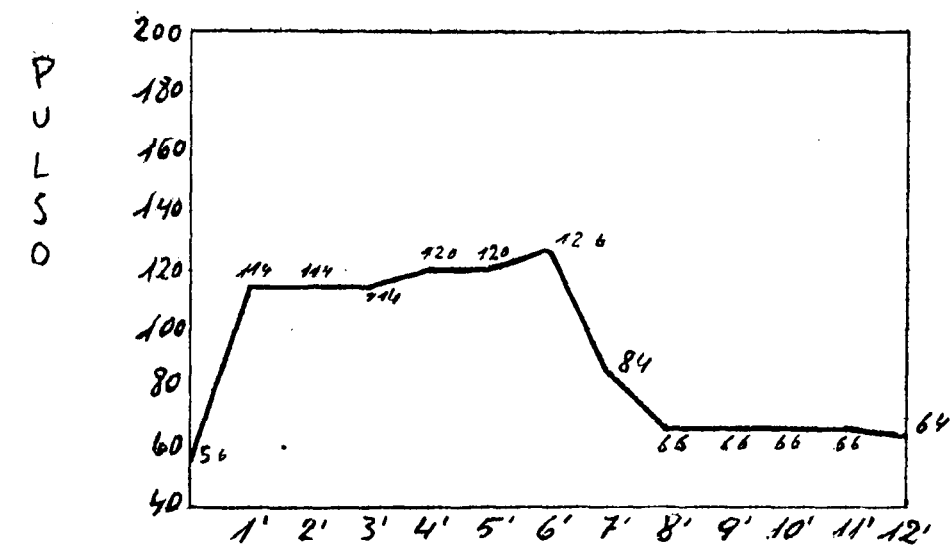
Talla: 1'77 metros

Fecha: 17-11-66

Carga total: 270 vatios

Carga por kilogramo peso: 4 vatios

Gráficas correspondientes a un velocista y salador de longitud. El fenómeno del «0» se aprecia ya durante el esfuerzo. Se trata en este caso de un individuo distónico, ya que la cantidad de entrenamiento aplicado en la época en que se realizó el control clínico, era mínimo.



Gráfica 4.— Prueba ergométrica de rendimiento máximo (6 minutos).

Nombre: F. C.

Fecha: 19-10-66

Edad: 19 años

Carga total: 300 vatios

Peso: 69'900 kilos

Carga por kilogramo peso: 4,3 vatios

Talla: 1'765 metros

Corresponden las gráficas a un corredor de mediofondo. Las curvas muestran una capacidad de adaptación al esfuerzo realmente excepcional, especialmente la de pulso.

KADOL[®] MIDY

NUEVA ASOCIACION
ANTI-INFLAMATORIA

Pomada de :

Fenilbutazona 5 g.
 α -quimotripsina 2 500.000 U ATEE
Excipiente hidrosoluble c. s. p. 100 g.

CONTUSIONES
ESGUINCES
HEMATOMAS

Penetración
perfecta

- LA ACCION ANTI-INFLAMATORIA de la fenilbutazona, es potencializada por el α -quimotripsina.
- LA ACCION FIBRINOLITICA del α -quimotripsina, permite una amplia difusión de la fenilbutazona en el seno del foco inflamatorio.

LABORATORIOS MIDY, S. A. - Ecuador, 6 - Barcelona-15

MIDY

