

Reacciones del aparato cardiovascular del deportista

Pruebas funcionales con cargas físicas dosificadas, específicas y no específicas, como control médico del entrenamiento en la práctica deportiva

Por el Dr. RENÉ IGLESIAS RODRÍGUEZ MENA****

En el ambiente deportivo actual, la gran intensidad de los entrenamientos de los atletas en busca de cada vez mejores marcas o records, nos ha obligado a emplear sistemáticamente test funcionales que valoren el grado de adaptación física al esfuerzo y así poder emplear adecuadamente las reservas fisiológicas de los deportistas y conducir correctamente su preparación, evitándose los entrenamientos inadecuados, que pueden malograr la obtención de la mejor forma deportiva y hasta afectar la salud del atleta.

Uno de los test más usado en nuestro Dpto. Médico, por su sencillez, es la prueba de Letunov, que tiene por objeto estudiar la respuesta cardiovascular a esfuerzos seleccionados y estandarizados, de acuerdo con la edad, sexo y grado de preparación deportiva.

Antes de exponer el desarrollo de esta prueba y la valorización e interpretación de sus resultados, debemos recordar algunas nociones de fisiología circulatoria que son imprescindibles a este fin.

Durante el ejercicio muscular se provocan modificaciones funcionales en los diversos sistemas del organismo, es decir, reacciones de diversos órganos y fenómenos compensatorios que tienden a corresponder a los efectos producidos por el gran consumo de oxígeno que todo trabajo muscular intenso exige, por necesitarse mayor consumo de combustible. Para ello es necesario modificaciones respiratorias (aumento de la frecuencia y amplitud de los movimientos respiratorios, o sea, aumento de la ventilación pulmonar) y *modificaciones del aparato cardiovascular*, para poder aportar el oxígeno a los músculos y para proveer estas necesidades el aparato circulatorio obedeciendo a los impulsos recibidos, producirá las siguientes modificaciones:

El aumento de la circulación a través de los músculos activos y sus modificaciones dependen de la combinación de una serie de factores:

1. Reflejos dependientes de la irritación de los mecanorreceptores de los músculos, tendones y ligamentos.
2. Quimiorreceptores del tejido muscular.
3. Barorreceptores de los vasos musculares.

Todos producen un refuerzo del trabajo cardíaco y se produce además en forma refleja la excitación del centro vasomotor estimulándose la vasodilatación por las fibras que inervan los vasos musculares.

En el momento actual se ha establecido que la corteza cerebral desempeña un papel muy importante en la regulación de la circulación a través de la producción de reflejos condicionados y por su acción sobre otros sectores del sistema nervioso central.

1. Aumento del volumen de sangre, por entrada en la circulación de las reservas sanguíneas, esplénicas, hepáticas, etc.
2. Aumento absoluto y relativo de los glóbulos rojos y de la hemoglobina.
3. Aumento de la velocidad de la circulación de la sangre, por lo cual en la unidad de tiempo la misma masa sanguínea es más utilizada para el transporte de oxígeno de los pulmones a los tejidos. Para ello es necesario el aumento de la descarga cardíaca, es decir, la descarga cardíaca sistólica, que es el volumen de sangre lanzado en cada sístole, lo que multiplicado por la frecuencia de los latidos cardíacos forma la descarga por minuto o volumen minuto. Es decir, que el volumen minuto va a aumentar a expensas de dos factores: la descarga sistólica o volumen sistólico V la frecuencia cardíaca. Recordando que desde el punto de vista de la eficiencia cardíaca hay que destacar que para la producción de un alto volumen-minuto es más ventajoso cuanto más es debido al volumen sistólico v cuanto menos contribuye a ello el aumento de la frecuencia de las pulsaciones. Si el aumento de la frecuencia cardíaca alcanza una frecuencia tal como para no permitir el tiempo necesario para el lleno diastólico del corazón, éste, como es natural, en los

sístoles sucesivos tendrá menos sangre a su disposición, con la consiguiente disminución de la descarga sistólica, acortándose el período de su lleno pasivo, el que se acorta entre las varias fases de la revolución cardíaca y llegando a trabajar el corazón al vacío; por otra parte se disminuiría el período de recuperación cardíaco que es durante el cual las coronarias lo nutren y por ambos mecanismos se llega a fuerte disminución de la presión arterial con el consiguiente colapso, con anemia cerebral y pérdida de la conciencia.

4. Se producirá también durante el ejercicio vasodilatación capilar y disminución de la presión diastólica o mínima como signo de mayor irrigación a los tejidos.

El aparato circulatorio tiene, pues, una alta sensibilidad al trabajo, más rápida que los demás sistemas y tiene una admirable capacidad de adaptación, organizando su actividad constantemente, adaptándola a los cambios de condiciones que actúan sobre el organismo.

Su actividad se regula por el Sistema Nervioso Central a través de los nervios vago y simpático. El vago con su acción continua de freno sobre la frecuencia de los latidos cardíacos (acción inhibidora tónica). Su tono, o grado de actividad, es el principal factor que regula la frecuencia de las contracciones del corazón humano. El simpático por su acción tónica y su estimulación aumenta la frecuencia y la energía de las contracciones y puede exaltar la excitabilidad e irritabilidad del miocardio y dar origen a contracciones extrasistólicas.

Por la acción compensada recíproca y antagónica de los nervios simpáticos

v parasim páticos, se mantiene al organismo en las mejores condiciones de trabajo.

De acuerdo con la mejor adaptación física a la realización del trabajo, este mecanismo circulatorio actuará en la forma más correcta y económica para lograr este aporte de oxígeno a los músculos que trabajan y para la rápida eliminación del CO² que se forma en exceso y esta reacción fisiológica correcta se irá produciendo si los estímulos del entrenamiento son dirigidos en forma tal que no alteren esta coordinación neurocirculatoria que constituye la estereotopía dinámica o manera de reaccionar del organismo bien adaptado ante un esfuerzo más o menos intenso, para lograr la oxigenación necesaria o tolerar mejor, dado el caso de gran intensidad, a la deuda de oxígeno y a la mejor eliminación de los meta- ljolitos formados.

Cuando el trabajo o el esfuerzo es muy pequeño, la necesidad de oxígeno es enteramente cubierta en el tiempo en que se produce el trabajo. Pero esto no se produce si el trabajo es mayor; en tal caso después del fin de trabajo se mantiene alto el consumo de oxígeno por un cierto tiempo, es decir, con un valor por encima del consumo de reposo. Esta cantidad de oxígeno que debe ponerse a disposición del organismo después del esfuerzo muscular, para suplir las necesidades energéticas de la ejecución del trabajo mismo, ha sido llamada deuda de oxígeno; o sea, el consumo de oxígeno desde que cesa el trabajo hasta la vuelta del consumo al valor de reposo, en que se ha logrado por tanto la recuperación.

Sobre cuatro factores de los señalados anteriormente, en su valoración e interpretación, vamos a orientar los resultados de la prueba o test de Letunov, es decir, las

modificaciones de la presión arterial máxima, presión arterial mínima, frecuencia pulsatoria y tiempo de recuperación o de normalización de estos factores en relación a las medidas de reposo.

Para la realización de este test se realizan (en atletas varones, adultos y con categoría deportiva), tres esfuerzos consecutivos:

- a) 20 flexiones realizadas en 25".
- b) Carrera, en su sitio, de 15" a su máxima velocidad posible.
- c) Carrera de 3', en su sitio, a una velocidad de 180 pasos por segundo (test de resistencia).

Para atletas femeninas y atletas de poca categoría deportiva esta última fase se realiza con una carrera de 2' y en los niños en 1' y a 90 — 120 pasos por minuto según la edad.

Antes, en reposo, se ha determinado el pulso y la presión arterial y después de cada uno de los esfuerzos hay un descanso de 3', 4' y 5' respectivamente que sirven para que al sujeto se le realicen exploraciones de su pulso y presión arterial cada minuto.

Las respuestas son variadas, pero pueden agruparse en seis tipos generales: normotónicas, normotónicas de recuperación lenta, asténicas o hipotónicas, distónicas, hipertónicas y en escalera o con elevación de la presión arterial retardada.

Para la evaluación hay que determinar no sólo el tipo de curva obtenida, sino también el por ciento de aceleramiento del pulso y de la presión arterial por carga física.

Se hace la comparación de porcentaje de aumento del pulso y de la presión arterial después de la carga.

Si hay buena adaptabilidad a las cargas físicas dicho aumento es proporcional, siendo mayor la cifra de porcentaje de aumento de la presión arterial que la del porcentaje de aumento del pulso, lo que demuestra que el aumento del volumen minuto es con mayor proporción debido al aumento del sístole y en menor grado al aumento de la frecuencia cardíaca.

Si hay mala adaptación al esfuerzo, el aumento de la circulación de la sangre después de las cargas es debido principalmente al aumento de la frecuencia cardíaca.

Cuando no hay correspondencia entre el aumento de la aceleración del pulso y el aumento de la presión arterial se trata de una reacción asténica, es decir, que hay un aumento mayor del pulso comparativamente con el aumento de la presión diferencial, siendo hipotónicas cuando hay poco aumento de la presión diferencial y a veces hasta disminución, siendo muy alto el aumento del pulso.

La presión diferencial puede sufrir las siguientes variaciones:

- a) Aumento de la presión diferencial (normotónicas. Pudiendo encontrarse también en reacciones hipertónicas, distónicas y en escalera).
- b) Poco cambio de presión diferencial (reacciones asténicas).
- c) Sin cambio o con disminución de la presión diferencial (reacciones hipotónicas).

La reacción normal a la carga física (reacción normotónica) es aquella que se acompaña con aumento de la presión diferencial con menor porcentaje de aumento del pulso y el tiempo de recuperación es correcto, siendo mejor la que la presión arterial máxima aumenta y a la vez la presión arterial mínima disminuye proporcionalmente que la que la máxima aumenta mucho y la mínima disminuye poco.

No son favorables las que la mínima disminuya, pero la máxima casi no se modifica (hipotonia) y aquella en que la mínima no puede tomarse llegando a cero (sobre todo, si se repite después del primer minuto) y que llamamos distonía.

Si la máxima aumenta, pero también aumenta la mínima, se trata de una reacción hipertónica.

Una reacción en escalera es aquella en la cual hay un aumento retardado de la presión arterial, es decir, después del primer minuto.

Es muy importante también la determinación del tiempo de normalización del pulso y de la presión arterial. Así en el individuo bien entrenado después de las pruebas de 20 cuclillas debe ser de 3', en la de máxima velocidad debe ser de 4' y en la de resistencia en 5'.

En un buen entrenamiento se obtienen pruebas normotónicas. Cuando estas curvas son normotónicas pero de recuperación lenta, indican que el entrenamiento es bueno pero no ha sido bien asimilado.

En atletas nuevos o aún no suficientemente entrenados se obtienen reacciones asténicas y en los niños o en atletas en mala forma, poca resistencia o mal entrenamiento frecuentemente se obtienen reacciones hipotónicas.

En atletas viejos, escleróticos o en jóvenes en cansancio o sobreentrenamiento se obtienen reacciones hipertónicas.

La distonía es una reacción propia de atletas jóvenes, adolescente, por caída brusca de los tonos por inestabilidad neurovegetativa. Es discutida en cuanto a si es desfavorable a los atletas, siendo considerada peor si se presenta en atletas que anteriormente no lo han tenido o cuando el tono infinito se repite después del primer minuto varias veces.

Y una prueba característica del sobrecalentamiento es la llamada en escalera o de aceleración retardada de la presión arterial.

Estas pruebas pueden hacerse también empleando cargas específicas del deporte y aplicadas antes y después del entrenamiento y que pueden ser, por ejemplo, para corredores de distancia corta una carrera de 60 mts. antes y después del entrenamiento y para las de distancia media una carrera de 100 — 150 mts.

Para los nadadores de distancia corta 25 a 50 mts. antes y después del entrenamiento.

Deben hacerse siempre con cargas de la misma magnitud para su valoración y comparación.

La diferencia en relación con las pruebas realizadas en el gabinete es que aquí vamos a obtener además resultados deportivos.

Pueden obtenerse cuatro variantes:

Primero: La reacción a la segunda prueba es igual que a la primera y hasta mejor. El tiempo en que realizó la prueba deportiva resulta igual o menor. Resultado: que la carga de entrenamiento es pequeña y el atleta resiste más o está bien preparado.

Segundo: Los resultados deportivos en el primer y segundo chequeo son iguales pero la reacción del organismo después del segundo

empeora (pruebas malas) es decir, el entrenamiento ha llevado al atleta a su límite de esfuerzo.

Tercera: Los resultados deportivos caen en la segunda prueba en comparación a la primera y las pruebas funcionales empeoran. Esto no existía en la primera prueba, lo que demuestra que el atleta estaba muy poco preparado para recibir estas cargas.

Cuarto: Las reacciones funcionales son buenas, pero los resultados deportivos decaen en la segunda prueba. Puede ser que el atleta no haya hecho un esfuerzo adecuado o algo nos ha pasado inadvertido en los exámenes y por tanto debemos comparar todos los datos y revisar las pruebas anteriores.

También se pueden realizar las pruebas con cargas específicas repetidas. En estas pruebas vamos a encontrar datos que nos van a orientar en cuanto a su preparación deportiva.

Se fundamenta en los siguientes principios:

Primero: El chequeo se realiza en las condiciones habituales, propias del atleta.

Segundo: La carga accionada es específica para este tipo de deportes y en condiciones de entrenamiento esta prueba se repite varias veces; pero no vamos a hacerla antes y después y sí en el transcurso del entrenamiento.

Tercera: Debe ser la carga repetida bastante elevada para el atleta, por ejemplo, un 90% de su capacidad competitiva. Esto requiere un plan detallado con el entrenador: la distancia, el tiempo a emplear, etc.

¿Cuál es el orden del chequeo?

Primero: En el descanso, antes del entrenamiento se obtienen los datos: pulso y presión arterial.

Segundo: Entrenamiento habitual.

Tercero: De acuerdo con el plan elaborado con el entrenador del deportista repite las cargas seleccionadas. Por ejemplo, un corredor de 100 mtrs. se le dará una carga de 60 mtrs. 4 a 5 veces (reacción de velocidad) y después correr 150 mtrs., 2 a 3 veces (reacción de resistencia).

Cuarto: Después de cada carga hacemos el chequeo médico en la siguiente forma:

a) Los primeros 10" se toma el pulso, después la presión arterial y así en los minutos siguientes, durante 5' o más.

El entrenador nos da el resultado de las marcas deportivas obtenidas.

Quinto: Después de 10 a 15' de terminado el entrenamiento del atleta y en estado de quietud le volvemos a chequear en la misma forma que hicimos antes del entrenamiento.

De todos estos exámenes vamos a obtener distintas variantes en lo que respecta a las reacciones.

Primero: La reacción del organismo sobre cada carga es bastante buena, normal y después de cada carga las reacciones son iguales o ha mejorado de carga en carga. Estamos aquí en presencia de un buen entrenamiento.

Segundo: Los resultados deportivos no se mantienen, es decir, mejoran o empeoran y los datos funcionales después de cada prueba empeoran o mejoran irregularmente.

Ello puede ser debido a que el atleta tiene una preparación débil en cuanto a su voluntad, a su moral o que el deportista no está suficientemente bien entrenado.

Tercero: En cada repetición de carga se empeora en forma sensible la reacción del organismo. El restablecimiento después de cada prueba demora cada vez más y los resultados deportivos decrecen. Esta tercera variante significa que se ha llegado al límite del esfuerzo del organismo, la carga es muy alta y el entrenamiento específico no es correcto.

Estamos en derecho de decir que el entrenador debe modificar su plan y aunque el atleta esté dando resultados deportivos buenos, ellos pudieran ser aún mejores si sigue un régimen de entrenamiento más adecuado. veamos las gráficas de las pruebas de Letunov:

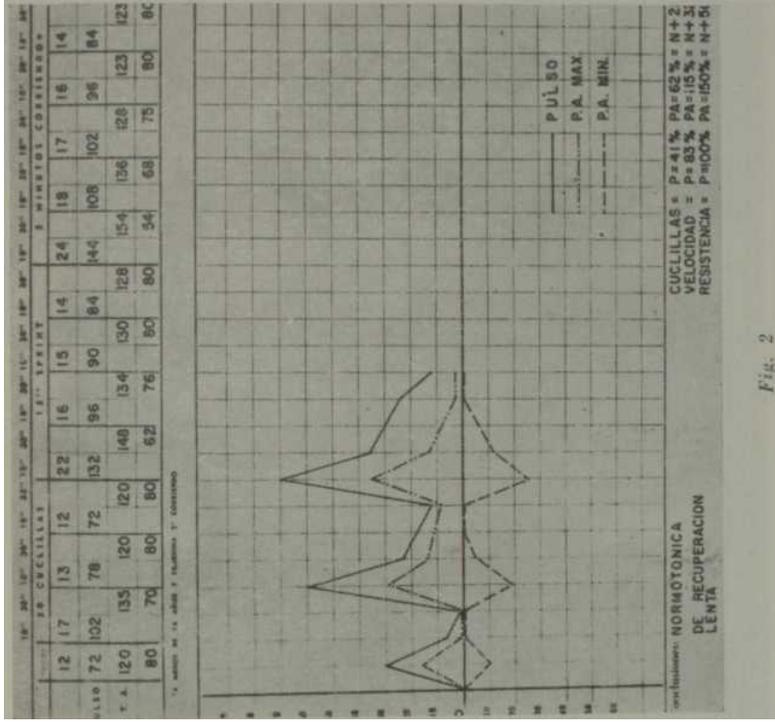


Fig. 2

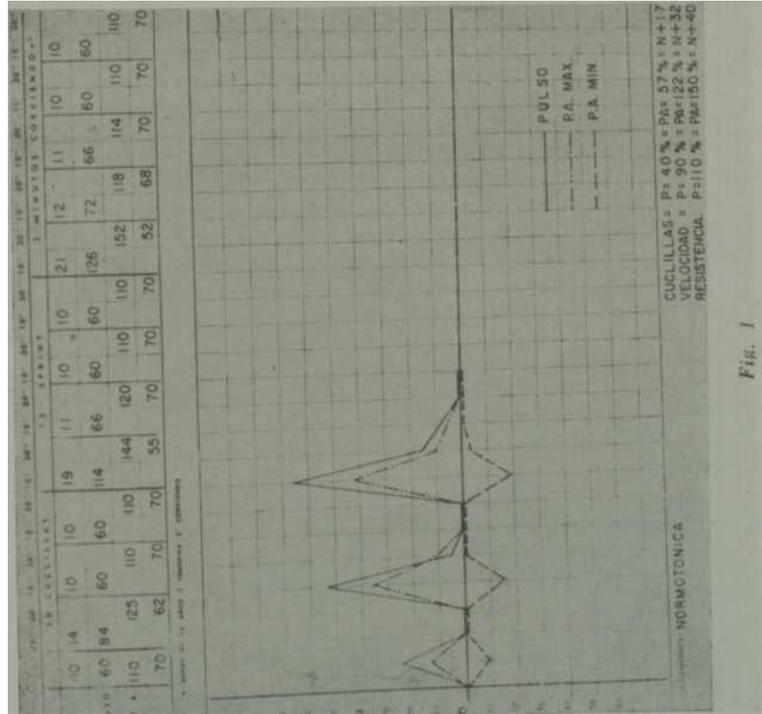


Fig. 1

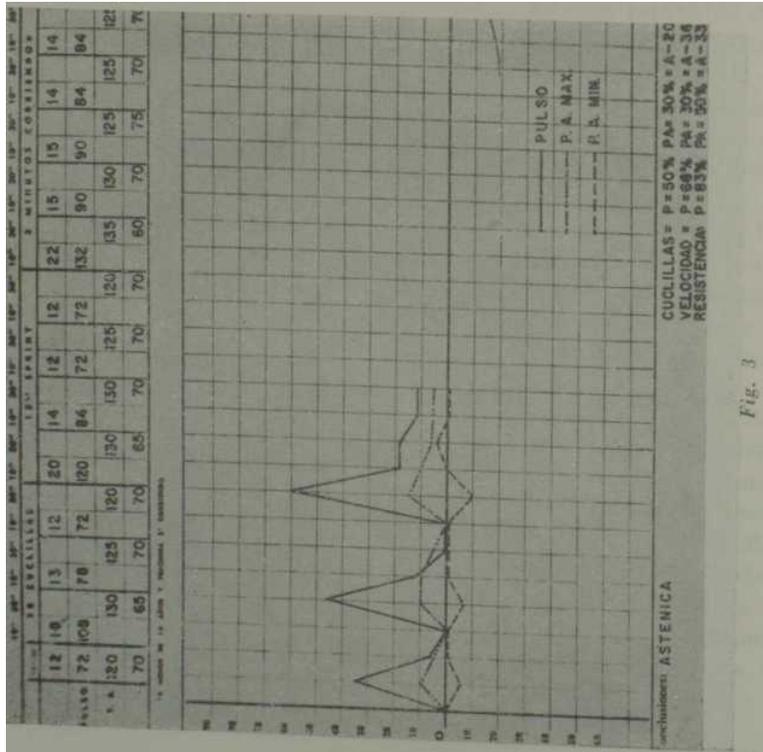


Fig. 3

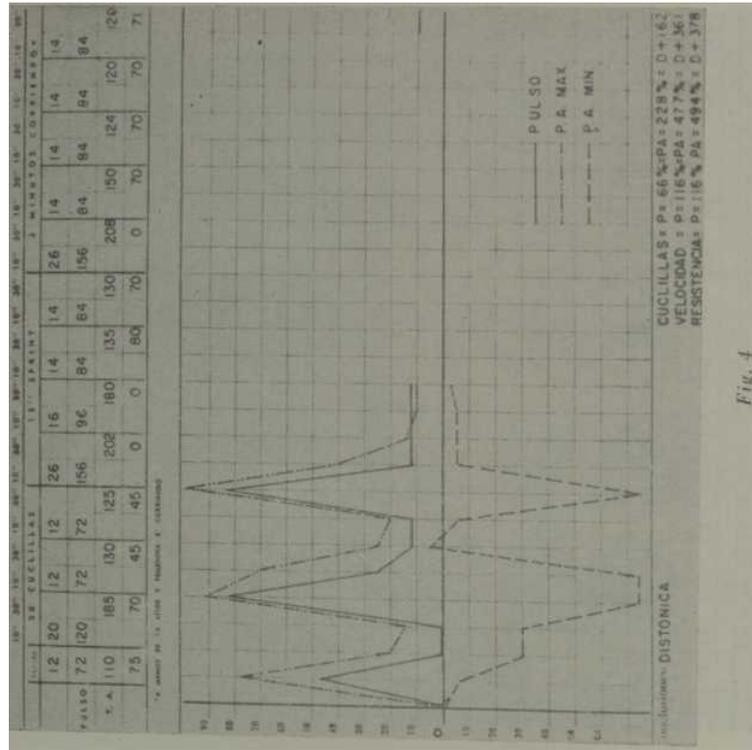


Fig. 4

RESUMEN

Debido al gran progreso de la práctica deportiva en nuestro país y a la obtención de marcas o records cada vez más altos, lo que hace necesario entrenamientos muy intensos, es aconsejable el control médico en los atletas para la vigilancia de sus reacciones funcionales, evitando los entrenamientos inadecuados que pueden malograr la obtención de la mejor forma deportiva y hasta la salud del atleta.

A este fin se hace un estudio de las pruebas funcionales cardiovasculares que se emplean en el Dpto. Médico del

I. N.D.E.R, especialmente las del Prof. Letunov valorando los resultados obtenidos en un estudio aproximado de 400 atletas cubanos de distintas categorías y edades, de ambos sexos.

Con estas pruebas se demuestra el grado de adaptación del atleta al entrenamiento que está recibiendo, si es sufriente o inadecuado, por exceso o por defecto, siendo de gran orientación para los entrenadores o profesores de Educación Física.

Se hace un estudio de los fundamentos fisiológicos de estas pruebas y se valoran y clasifican las reacciones obtenidas complementándolas además con los resultados deportivos y otras investigaciones médicas.

En un estudio realizado en 300 atletas en nuestro Dpto. Médico, hemos podido apreciar:

1. En atletas de primera categoría con aparente buen entrenamiento: 30% de reacciones normotónicas y 40% de reacciones normotónicas de recuperación lenta y 10% de sobreentrenamiento (reacciones en escaleras e hipertónicas), 20% de astenias y distonías.
2. Atletas de segunda categoría, con diferentes entrenamientos: 10% de reacciones normotónicas, 30% de reacciones normotónicas de recuperación lenta, 30% de reacciones asténicas?, 20% de reacciones de sobreentrenamiento, 5% de reacciones hipotónicas y 5% de distonías.
3. Atletas escolares que ya han practicado deportes: 10% de reacciones normotónicas, 30% de reacciones normotónicas de recuperación lenta, 30% de reacciones asténicas, 20% de distonías, 5% de hipotonías y 5% de curvas de sobreentrenamiento.
4. Atletas libres, sin entrenamientos dirigidos: 5% de normotonías de recuperación lenta, 50% de astenias, 10% de hipotonías, 10% de hipertónicas, 20% de distonías y 5% de sobreentrenamiento.

BIBLIOGRAFIA

1. —Bykov: Manual de Fisiología. 1959.
1. —Houssay: Fisiología humana, 1952.
3. —A. Herlitzka: Fisiología del Trabajo humano, 1945.
4. Sansón ITright: Fisiología aplicada, 1961.
5. Antonio Lozada: Nuevas orientaciones de los tests de adaptación física al esfuerzo. Arch. de la Soc. Chilena de M. del Deporte. Vol. IX, marzo, 1964.
S* P* Letunov: Control médico en las clases de cultura física y deporte. Moscú, 1964.
- * Nemenov y Chogovadze: Conferencias de medicina deportiva, 1963.
Popov: Control médico del deportista. Conferencia, 1966.