

LAS PRUEBAS DE ESFUERZO. SU INTERES EN EL PERITAJE MEDICO EN EL CURSO DE LAS NEUMOCONIOSIS

Prof. A. BALMES (Montpellier)

EL peritaje médico-legal en el curso de las neumopatías profesionales y, en particular, en el de la silicosis, que en Francia es la neumoconiosis más extendida, comporta tres clases de exámenes:

- el diagnóstico de enfermedad profesional,
- el estudio de las complicaciones que pueden sobrevenir en el curso de su evolución,
- finalmente, la apreciación de la incapacidad para el trabajo, debida a la enfermedad profesional.

Vamos a ceñirnos al estudio de la apreciación de la incapacidad para el trabajo debida a la enfermedad y, especialmente, a la inepititud para el esfuerzo.

Las disposiciones legales vigentes en nuestro país sólo prescriben las pruebas encaminadas a poner en evidencia los trastornos de la ventilación en reposo. La fibrosis silicótica repercute, en general, sobre los fenómenos mecánicos de la respiración y es posible, por su simple estudio, hacerse una idea de la dificultad respiratoria sentida por el enfermo en la mayoría de los casos.

Pero es frecuente comprobar que algunas personas que presen-

tan una ventilación normal en reposo, alegan ser incapaces de trabajar y presentan, efectivamente, una gran dificultad al esfuerzo.

Por tanto, en estos casos es conveniente proceder a pruebas más completas, tales como la medida del consumo de oxígeno y de la eliminación de anhídrido carbónico en reposo y al esfuerzo, el estudio de la saturación oxihemoglobínica en reposo y durante el esfuerzo y, por último, la investigación de un criterio de apreciación del esfuerzo máximo tolerado.

Es sabido que el esfuerzo pone en juego un gran número de factores cuya apreciación es difícil. Tampoco puede existir un criterio absoluto capaz de medir el comportamiento de la función respiratoria ante un trabajo, puesto que intervienen diversos factores extrapulmonares, en especial la adaptación, cardiocirculatoria y el entrenamiento de la persona, que es preciso tener en cuenta.

En materia de peritaje, las medidas deben ser simples y comparables entre sí. Salvo excepciones y con el consentimiento de la persona, no pueden comportar exámenes traumatizantes: el cateterismo cardíaco derecho sólo pue-

de ser utilizado excepcionalmente, sea cual fuere el valor de los datos que pueda proporcionar.

Así, pues, es preciso, en principio, dirigirse a la medida de los parámetros respiratorios, bien definidos en este aspecto por Sadoul, y a sus variaciones en el curso del esfuerzo:

- el estudio de la cantidad de aire que la persona ventila en un minuto, dado por el producto del volumen corriente y de la frecuencia ventilatoria,
- la medida del consumo de oxígeno por minuto y de la cantidad de gas carbónico expulsado,
- el estudio de las variaciones de la saturación oxihemoglobínica.

Antes de abordar el estudio de los resultados obtenidos por las pruebas de esfuerzo, es necesario hacer un breve resumen fisiológico de la adaptación de la función respiratoria al esfuerzo.

En el curso del esfuerzo, pueden distinguirse esquemáticamente tres fases:

1. Una *fase de adaptación al esfuerzo*, en el curso de la cual se asiste a una modificación de los valores de los parámetros respiratorios, en relación a los medidos en reposo.

2. Una *fase de equilibrio llamada régimen estable*, en el curso de la cual estos valores varían muy poco, habida cuenta del esfuerzo pedido al sujeto. En este

momento, y en la medida en que se alcanza tal estado de equilibrio, se ha logrado la adaptación al esfuerzo.

3. Una *fase de recuperación* que sigue inmediatamente al fin del esfuerzo, en el curso de la cual se asiste al retorno de los valores a su estado inicial.

Vamos a analizar los fenómenos que ocurren en el curso de estas diferentes fases.

Ante todo debe aclararse que las nociones que vamos a indicar sólo son válidas para un esfuerzo de potencia y duración medias.

En la *primera fase o fase de adaptación al esfuerzo*:

Si el esfuerzo es de una intensidad alrededor de los 100 watts, las variaciones se pueden esquematizar de la manera siguiente:

- el *consumo de oxígeno* aumenta muy rápidamente,
- la *eliminación de CO₂* le sigue con cierto retraso,
- la *ventilación* en último lugar aumenta a expensas de la frecuencia o de la amplitud, según el estado neurotónico de la persona.

En la *segunda fase o fase de régimen estable*:

El consumo de oxígeno se mantiene constante. Se puede, pues, hablar de régimen estable para el oxígeno en esta fase. Tal valor constante puede ser calculado esquemáticamente.

Existe una relación lineal entre

la potencia desarrollada y la necesidad en oxígeno para tal potencia. Conviene añadir a estas necesidades en oxígeno, función del trabajo, el consumo basal de oxígeno, para tener el consumo global de oxígeno necesario en el curso del esfuerzo.

La eliminación del CO_2 sigue variaciones análogas.

En lo que concierne a la ventilación, parece que la realidad del régimen estable es discutida por la mayoría de autores; sin embargo, se puede admitir que para variaciones de 5 % al 10 %, existe un régimen estable aproximado.

Si las condiciones no son las enunciadas más arriba: esfuerzo de potencia y duración medias, y si se trata de un esfuerzo muy intenso o prolongado, el régimen estable parece imposible de alcanzar. Fleisch admite que, entonces, se produce una acumulación de sustancias ácidas en las células, que determinan una hiperventilación.

Tal como ha dicho Dautrebande, el régimen estable no es una función matemática, sino que constituye un equilibrio fisiológico en relación con la duración del esfuerzo y la carga impuesta.

En la *tercera fase o fase de recuperación*:

Se asiste a la vuelta de los parámetros a sus valores iniciales. Sin embargo, tal retorno no es inmediato.

Durante esta fase, la curva de

consumo de oxígeno decrece primero bastante rápidamente, y luego más lentamente, hasta volver a su valor de reposo.

Así, pues, durante la fase de recuperación hay una cantidad de oxígeno consumido, además del consumo de base desde el fin del ejercicio hasta la vuelta al valor del consumo de reposo. Se dice que este exceso de consumo de oxígeno sirve para pagar la deuda de oxígeno contraída por la persona en el curso del inicio del esfuerzo.

Durante esta fase de pago se reconstituye el stock de glicógeno.

—*En la primera parte de recuperación rápida* se reconstituyen los metabolitos, con excepción del ácido láctico.

—*En la segunda parte de recuperación lenta* se produce la oxidación del ácido láctico en glicógeno. Puede prolongarse durante varias horas, si el esfuerzo ha sido intenso.

La transformación inicial del glicógeno permite la liberación del oxígeno necesario al comienzo del esfuerzo.

La ventilación también decrece, pero, según la importancia de los factores neurotónicos, la vuelta a la fase de ventilación inicial se hace con mayor o menor rapidez.

Nuestro estudio inicial se ha basado en los resultados de 200 espirografías de esfuerzo, que han sido confirmados, desde hace más de tres años, por la práctica continuada de esta prueba.

Todas nuestras pruebas de esfuerzo han sido realizadas con el mismo material espirográfico: el espirógrafo ventilado construido en el Centro de Estudios Médicos Mineros de Douai, cuyo doble cañón permite que el aparato funcione también como oxigenógrafo.

Hemos utilizado el ergostato de bicicleta, acoplado al espirógrafo. Cuando, simultáneamente a las pruebas espirográficas, hemos practicado tests oximétricos de esfuerzo, nos hemos valido del oxímetro de célula fotoeléctrica, montado sobre una pinza auricular, construido por la S.A.F.R.A.S.

Nuestra técnica de examen ha presentado algunas variaciones:

- espirografías en aire, simples y aisladas,
- espirografías en el curso de las cuales se ha efectuado el paso a oxígeno durante el esfuerzo.

La espirografía en aire ha sido practicada durante un esfuerzo para el cual, después de escalonamientos sucesivos de 40 a 80 watts, hemos intentado hacer mantener la potencia de 120 watts.

En los casos en que el estado pulmonar o cardíaco incitaba a la prudencia, la potencia máxima mantenida ha sido de sólo 80 watts. La duración del esfuerzo ha variado en el curso de nuestra experimentación, pero, en el conjunto de la prueba, siempre se han sobrepasado los 5 minutos.

Hemos deslindado nuestros esfuerzos en: breves, de duración media y largos, cuando la poten-

cia de 120 watts ha sido mantenida durante menos de 5 minutos; de 5 a 10 minutos y más de 10 minutos, respectivamente.

En las ocasiones en que se ha utilizado el paso a oxígeno, se ha hecho en la última parte del registro, cuando la potencia desarrollada era máxima (120 watts). Se ha realizado con el oxigenógrafo, y el registro bajo oxígeno se ha proseguido durante algunos minutos, de manera que se pudieran poner de manifiesto las eventuales modificaciones del trazado.

La medida de la saturación oxihemoglobínica en el curso del esfuerzo se ha llevado a cabo de manera discontinua, al inicio y al fin del esfuerzo, o en registro continuo.

Las colectividades examinadas están constituidas, ante todo, por personas en curso de peritaje por silicosis. Para el conjunto hemos tomado en consideración cierto número de elementos:

- 1.º la edad,
- 2.º el tipo de imagen radiológica que presentaba el sujeto,
- 3.º los resultados de la espirografía en reposo.

En lo que concierne a la edad, hemos dividido arbitrariamente nuestros pacientes en dos grupos: los que tenían menos de 40 años y los que sobrepasaban esa edad.

Las imágenes radiológicas han sido identificadas según la clasificación de Cardiff-Douai, pero, para simplificar, hemos agrupado las formas O y X, las formas P, M, y

N, y las formas A, B y C de esta clasificación.

Las espirografías de reposo han sido clasificadas esquemáticamente en 4 grupos:

Grupo 1.º: personas normales,

Grupo 2.º: pacientes con un déficit ligero,

Grupo 3.º: pacientes con un déficit mediano,

Grupo 4.º: pacientes con un gran déficit.

Para descubrir en las personas así definidas un criterio válido de inadaptación al esfuerzo impuesto, hemos estudiado, sucesivamente, el consumo de oxígeno al esfuerzo, las modificaciones determinadas por el paso en oxígeno en el curso del esfuerzo, y los resultados de las pruebas oximétricas.

En primer lugar, se estudió el consumo de oxígeno, con el intento de poner en evidencia un déficit de oxígeno en las personas estudiadas; es decir, comprobar si el consumo de oxígeno era inferior al calculado teóricamente, en función de la potencia desarrollada.

Rápidamente se observó que el consumo real alcanzaba el teórico, en el bien entendido de que las variaciones de 10 % o un 15 %, en más o en menos, quedaban dentro de los límites fisiológicos. Entonces creímos encontrar una nueva fuente de interés con la práctica del paso en oxígeno, pero nuestras investigaciones no dieron resultado.

A continuación practicamos oximetrías de esfuerzo. Al principio

se trató de medidas discontinuas, pero por este procedimiento no pudimos observar desaturaciones oxihemoglobínicas en el curso del esfuerzo.

Nuestro equipo nos permitió el registro continuo de las saturaciones oxihemoglobínicas en el curso del esfuerzo, y se comprobaron desaturaciones, lo cual era asaz sorprendente y nos pareció un fenómeno digno de consideración, ya que a menudo había disociación entre la oxigenación sanguínea y la función ventilatoria, puesto que el equivalente respiratorio y el consumo de oxígeno permanecía dentro de los límites fisiológicos, en el curso del último minuto.

Desarrollando nuestras investigaciones, caímos en la cuenta de que, en la base de estos resultados, había una imperfección del aparato oximétrico. En el curso del esfuerzo, se produce una hemoconcentración que determina un aumento de la absorción de la luz en las radiaciones infrarrojas, pero como nuestro oxímetro no tenía en cuenta esta variación, registrábamos falsas desaturaciones. Acto seguido calculamos las cifras oximétricas a cada minuto del esfuerzo, teniendo en cuenta tales variaciones de la absorción en infrarrojos, y vimos desaparecer las desaturaciones.

Todas estas experiencias nos han llevado a las siguientes conclusiones:

no hay déficit en oxígeno al último minuto del esfuerzo, sea

cual fuere el tipo de esfuerzo registrado;
el paso al oxígeno no influye la curva espirográfica;
no existe desaturación oxihemoglobínica en el curso del esfuerzo.

Como habíamos obtenido pocos datos del estudio aislado del consumo de oxígeno de esfuerzo, pensamos que sería útil estudiar, concomitantemente, la ventilación de esfuerzo, y apreciar la relación entre esta ventilación y el consumo de oxígeno, es decir, el equivalente respiratorio para el oxígeno.

En un primer tiempo estudiamos los resultados proporcionados por el cálculo del consumo de oxígeno, de la ventilación y del equivalente respiratorio en el último minuto del esfuerzo. El promedio de las cifras dadas por cada uno de los parámetros respiratorios, ha sido calculado en cada uno de los grupos espirográficos antes definidos.

Los resultados obtenidos por nosotros llevan a la conclusión de que la ventilación medida en el último minuto de un esfuerzo de un «wattage» determinado, parece crecer cuando la duración del esfuerzo se prolonga. Ello no permite sacar ninguna proposición precisa, referente a la adaptación de un sujeto al esfuerzo estudiado.

En un segundo tiempo nos ha parecido indispensable estudiar los parámetros respiratorios, no ya en el último minuto del esfuerzo, sino a todo lo largo de su realiza-

ción. Así hemos querido apreciar las variaciones de estos parámetros en función del tiempo, partiendo de su valor de base y siguiendo las modificaciones que experimentan bajo la influencia del esfuerzo y una vez éste ha acabado.

Tomando nuestros trazados espirográficos como punto de partida, hemos realizado gráficos a los que se trasladan, minuto a minuto, los valores del consumo de oxígeno y de la ventilación.

Nuestra representación gráfica empieza al iniciar el esfuerzo, a partir de los valores basales, y a ella se trasladan los valores de los parámetros a 40 y a 80 watts, así como a cada minuto del esfuerzo a 120 watts. Después del fin del esfuerzo, hacemos el cálculo cada minuto, durante aproximadamente cinco minutos, y prolongamos nuestra curva tanto como sea preciso.

Esta curva registra, pues:

- la fase de adaptación al esfuerzo,
- la fase de régimen estable,
- la primera parte de la fase de recuperación.

Tal como hemos dicho antes, en la fase de recuperación la persona paga la deuda de oxígeno que ha contraído en el curso del esfuerzo.

Durante la primera parte de esta fase, el valor de los parámetros respiratorios cae bastante rápidamente, a partir de los valores del régimen estable.

Inicialmente pensamos que la ra-

pidez con que estos parámetros caían podría constituir un indicio de la calidad de la adaptación al esfuerzo. Por tanto, para estudiar las posibilidades de recuperación, escogimos la rapidez de caída de los valores del consumo de oxígeno, y calculamos, sobre cada gráfica, el momento en que este consumo había ya perdido las tres cuartas partes del excedente de oxígeno necesario al esfuerzo.

Sin embargo, para nuestro grupo de esfuerzos largos, este descenso no se había obtenido antes del segundo minuto en sólo 17 % de las curvas. En otras palabras, la curva que representa las variaciones del consumo de oxígeno, en función del tiempo, es demasiado rápida en los primeros minutos que siguen al fin del esfuerzo, cuando la unidad de tiempo es el minuto.

Para que tengan un interés, las curvas deberían ser establecidas en función de 1/4 o aun 1/10 de minuto, pero nuestros medios de registro no nos permitían tales medidas.

Al no ser posible el análisis preciso y fiel de la caída de los parámetros respiratorios después del esfuerzo, habida cuenta de nuestros medios de investigación, el estudio de la fase de recuperación no nos aportó elementos suficientemente evocadores, para permitirnos apreciar la calidad de la adaptación de una persona a un esfuerzo dado.

Entonces nos ocupamos de la

fase de adaptación propiamente dicha. La hemos estudiado sobre 65 gráficas, que han sido realizadas gracias a espirografías registradas en el curso de esfuerzos a 120 watts, proseguidos, al menos, durante 10 minutos.

Para estas 65 curvas, hemos intentado apreciar el momento de aparición del régimen estable. Debemos precisar que, para cada uno de los valores de régimen estable de los parámetros respiratorios, hemos tolerado algunas variaciones en más o en menos, que no nos han parecido traducir verdaderas modificaciones en el estado de equilibrio.

El conjunto de nuestras gráficas se puede repartir en dos lotes, según el régimen estable sea o no alcanzado antes del quinto minuto.

1. El primer lote comprende 43 curvas: en él, las variaciones de los parámetros bajo la influencia del esfuerzo aparecían rápidamente y siempre en la primera parte del esfuerzo a 120 watts.

Se trata de un grupo en el que la adaptación al esfuerzo es rápida. (Cuadro núm. 1.)

La edad media del grupo es de 38 años. Los aspectos radiológicos pertenecen, para 13, a las categorías O y X; para 23, a las categorías P, M y N; para 7, a las categorías A y B.

En relación con los datos espirográficos de reposo, 38 casos se catalogan en el grupo espirográfico 1; 4 casos en el grupo espiro-

gráfico 2; y 1 caso en el grupo espirográfico 3.

Al analizar en forma más precisa este grupo, se observa que comprende personas que se pueden repartir en dos categorías:

La primera comprende 35 personas, para las cuales la ventilación del régimen estable es inferior a 40 litros y el equivalente respiratorio para el oxígeno es, en todos los casos, inferior a 25 (figura 1).

CUADRO N.º 1

ADAPTACIONES RÁPIDAS

Número de casos	43	
Edad media	38 años	
Formas	O + X	13
	P, M, N	23
	A, B	7
Espirografías de reposo normales.	38	

Ventilación en el último minuto ...	< 40 l
Equivalente ventilatorio	< 25

Número	35
Edad media	36 años

Ventilación en el último minuto ...	> 40 l
Equivalente ventilatorio	> 25

Número	8
Edad media	45 años

La segunda comprende 8 personas, cuya ventilación de régimen estable es superior a 40 litros y el equivalente respiratorio superior a 25 (fig. 2).

Como sea que ambas categorías están constituidas por sujetos portadores de imágenes radiográficas parecidas, con análogas espirogra-

fías de reposo, parece que las diferencias observadas son imputables a la edad. En efecto, la edad media de la primera categoría es de 36 años y la de la segunda de 45 años.

2. Las modalidades de adaptación al esfuerzo standard nos han permitido distinguir un segundo lote de gráficas. Se trata de personas cuya adaptación al esfuerzo es lenta, o que no se adaptan en absoluto: suman 22 observaciones.

Ahora son sujetos cuya edad media está fortuitamente alrededor de los 38 años. Los aspectos radiológicos de 13 de ellos pertenecen a los grupos O u X; los de 8, a los grupos P, M o N; y el de 1, al grupo A.

Las espirografías de reposo son del grupo 1 para 20 personas, y del grupo 2 sólo para dos sujetos.

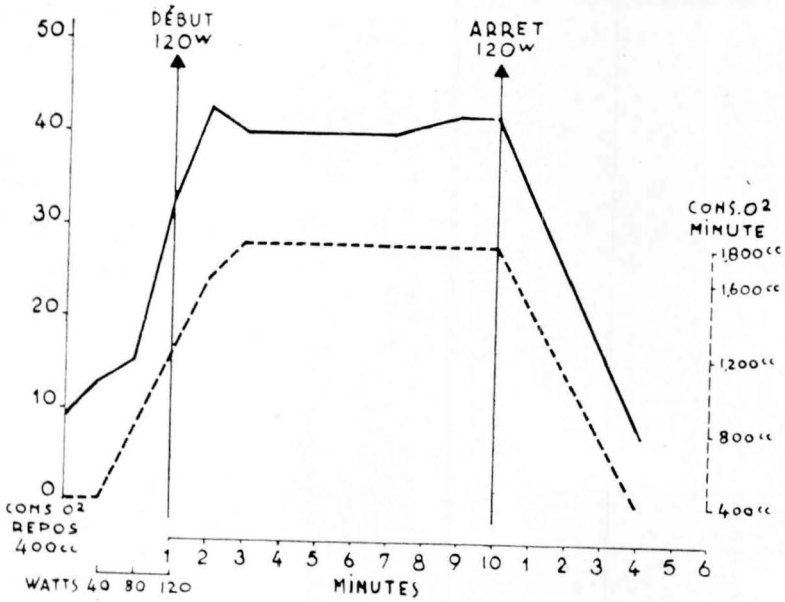
Las 22 curvas se pueden repartir en tres categorías:

En la primera (11 curvas), la ventilación crece después del quinto minuto de esfuerzo, mientras que el consumo de oxígeno permanece estacionario (fig. 3).

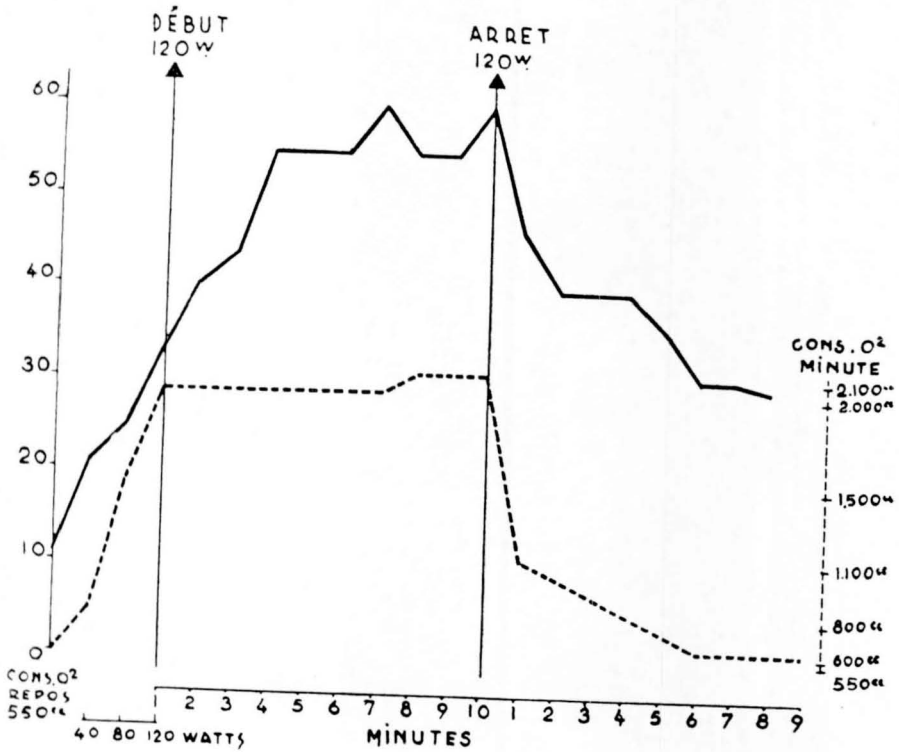
En la segunda categoría (9 curvas), la ventilación y el consumo de oxígeno aumentan simultáneamente después del quinto minuto (figura 4).

En la tercera (2 casos), la ventilación crece después del quinto minuto de esfuerzo, mientras que el consumo de oxígeno decrece (figura 5).

Para cada una de estas tres categorías hemos estudiado la edad



CURVA N° 1



CURVA N° 2

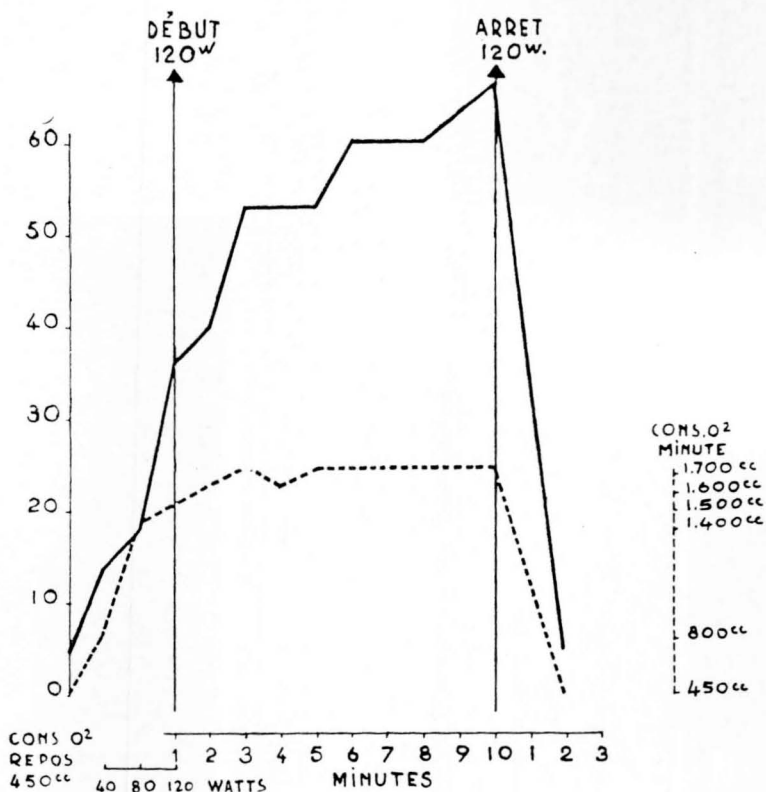
media, los datos espirográficos y las espirografías de reposo.

Tal estudio no pone de manifiesto diferencias sensibles entre la primera y segunda categorías:

la edad media es de 37 años en ambas;

formas radiográficas X de la clasificación de Cardiff-Douai, su espirografía de reposo es normal y su edad se acerca a los cincuenta años.

Se puede hablar para ellos de inadaptación al esfuerzo standard



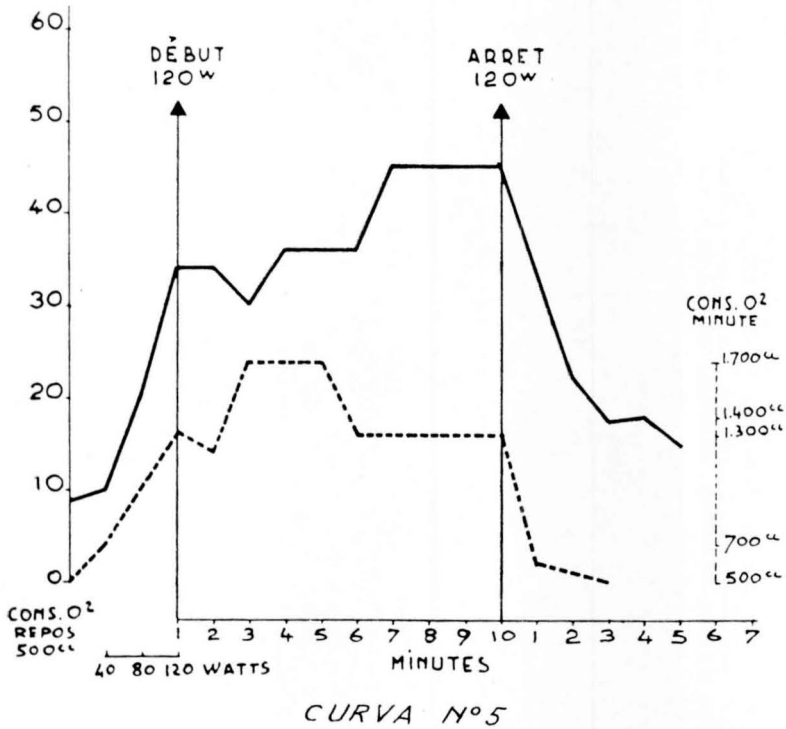
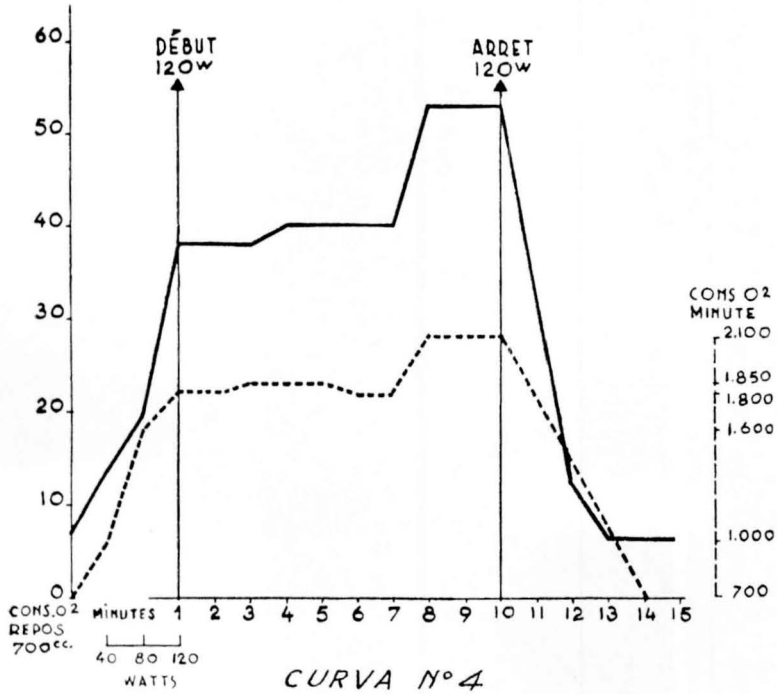
CURVA N.º 3

la repartición de las formas radiológicas es superponible; las espirografías de reposo normales tienen valores comparables.

Los escasos pacientes pertenecientes a nuestra tercera categoría que no han podido mantener el consumo de oxígeno al esfuerzo a pesar de la hiperventilación, tienen

y, dentro de lo que el estudio de un número reducido de observaciones permite concluir con validez, parece que tal inadaptación es imputable a la edad; por ello, no hacemos realizar este esfuerzo a individuos mayores de 50 años.

En las dos primeras categorías representadas por sujetos que dan curvas del tipo 3 y 4, se puede ha-



blar de inadaptación relativa o de adaptación lenta a nuestro esfuerzo standard.

No obstante, esta interpretación es discutible para ciertos casos de la primera categoría. En efecto, si para algunos la hiperventilación de la segunda parte del esfuerzo corresponde a una verdadera imposibilidad para mantener el rendimiento ventilatorio del comienzo, para otros esta hiperventilación depende de simples factores voluntarios o involuntarios, neurotónicos o emocionales.

Dado que la persistencia del régimen estable para el oxígeno es el fenómeno más objetivo, parece que los sujetos de nuestra segunda categoría, para los cuales este consumo varía en la segunda parte del esfuerzo, se adaptan menos a nuestro esfuerzo standard que los de la primera categoría.

Las diferentes variedades de adaptación que acabamos de esquematizar sólo son válidas para nuestro esfuerzo standard, *con entrenamiento escalonado y mantenido 10 minutos a 120 watts*.

En efecto, la adaptación es diferente si el esfuerzo es mantenido durante un tiempo mayor: en algunos esfuerzos a 120 watts, registrados durante 15 ó 20 minutos, vemos que la ventilación aumenta al fin del esfuerzo, aunque el consumo de oxígeno se mantenga constante; lo que permite afirmar que la hiperventilación aislada del

esfuerzo es un signo contingente de inadaptación.

En la adaptación a nuestro esfuerzo, conviene tener en cuenta que la prueba ha sido realizada con un entrenamiento progresivo; en efecto, los pocos esfuerzos iniciados a 120 watts que hemos practicado, han sido menos bien soportados que nuestro esfuerzo standard, y la adaptación nos ha parecido siempre más larga.

Como conclusión de este estudio analítico de nuestras 67 curvas de esfuerzo, como test de adaptación retenemos esencialmente la obtención de un régimen estable lo más completo posible, antes del quinto minuto de nuestra prueba a 120 watts.

Si las modificaciones tienen lugar en la segunda parte de la prueba, creemos que delatan inadaptaciones cada vez más marcadas, a medida que a las anomalías de la curva de ventilación se añaden perturbaciones en la curva del consumo de oxígeno.

Tal como la hemos practicado, nuestra prueba de esfuerzo se sitúa entre el esfuerzo de intensidad mínima y de breve duración, descrito por Mlle. Brille, y el esfuerzo importante y pro'ongado, llevado de entrada a su potencia máxima, experimentado por el Profesor Sadooul y su escuela.

Señalemos que el objetivo de Sadooul no era buscar una adaptación a un esfuerzo standard, sino la tolerancia eventual a una potencia dada.

Las investigaciones experimentales practicadas en el fondo de las minas por Balgaires y su escuela, habían permitido llegar a la conclusión de que la potencia media desarrollada por un minero de fondo, se situaba en las proximidades de 120 watts.

La adaptación a nuestro esfuerzo standard nos ha parecido un buen test de tolerancia al esfuerzo habitual pedido a un minero en su trabajo.

En ciertos casos, la prueba de esfuerzo que hemos esquematizado nos ha parecido bien soportada, a pesar de existir signos radiológicos y clínicos que podían insinuar la existencia de una incapacidad energética.

Con el fin de hacer nuestra prueba más sensible, creímos que un empobrecimiento de la atmósfera en oxígeno sería susceptible de revelarnos déficits discretos.

Inicialmente convinimos en utilizar una atmósfera constituida por 15 % de oxígeno y 85 % de nitrógeno, y más adelante, una atmósfera más empobrecida, con sólo el 10 % de oxígeno y 90 % de nitrógeno. Únicamente la primera mezcla ha sido utilizada hasta la actualidad; las dificultades que hemos encontrado, incluso entre los deportistas, para aceptar nuestra prueba, nos han impedido proseguir nuestra experimentación.

Tales pruebas de esfuerzo bajo hipoxia han sido practicadas después de una severa selección de

los sujetos; se ha tratado siempre de personas jóvenes, menores de 40 años e indemnes de toda tara orgánica, en especial cardiovascular.

La primera colectividad sometida a esta prueba sólo está integrada por personas deportistas de una edad media entre los 18 y los 24 años. La segunda colectividad, de edad sensiblemente más elevada, está constituida por sujetos sometidos a peritaje, que presentan antecedentes debidos a su oficio; para algunos, aunque no en todos, existían signos radiológicos de silicosis incipiente.

Al igual que en nuestro primer estudio, hemos observado cuidadosamente el consumo de oxígeno medio al final del esfuerzo, así como también la ventilación y la relación entre ambos valores, es decir, el equivalente respiratorio para el oxígeno.

El consumo de oxígeno medio en el curso del esfuerzo bajo hipoxia a 15 % de oxígeno, es de 1,400 l., es decir, inferior, en un 12 %, a su valor bajo aire.

El valor medio de la ventilación es de 36,800 l., es decir, superponible al encontrado en el curso de la prueba standard bajo aire.

La medida de la saturación oxihemoglobínica en el curso del esfuerzo bajo hipoxia, nos ha parecido que aportaba resultados interesantes: en hipoxia existe siempre una desaturación oxihemoglobínica al final del esfuerzo.

Esta desaturación es, a veces,

poco importante, entre 90 % y 95 por 100, y más a menudo notable, entre 90 % y 85 %, lo cual ha sido comprobado en un 30 % de casos.

La desaturación que hemos registrado en casi un tercio de las personas examinadas, no parece estar en relación con el estado de alteración o de integridad del parénquima pulmonar.

Paradójicamente, en efecto, la proporción de sujetos que desaturaron notablemente al esfuerzo, es mayor en el grupo de sujetos fisiológicamente sanos y deportistas, que en el grupo de individuos sometidos a atmósferas pulvígenas.

Se puede, por tanto, pensar que la adaptación de los sujetos entrenados por su profesión a un esfuerzo penoso de fondo, es francamente superior a la de los deportistas, habituados a esfuerzos máximos, pero no prolongados.

Los sujetos entrenados a un esfuerzo parecen trabajar más económicamente que las personas no entrenadas.

Esta nueva serie de experimentos muestra que el esfuerzo de 120 watts, que hemos tomado como esfuerzo standard, parece corresponder bien al trabajo habitual realizado por los mineros.

Debemos señalar que una proporción importante de personas, 22 %, han soportado muy mal el esfuerzo en hipoxia: una de ellas tuvo que abandonarlo, las otras presentaron signos de hipoxia cerebral, cefaleas y vértigos. La mayor parte de los individuos some-

tidos a experimentación acusaron una necesidad de aire fresco al final del esfuerzo.

Paralelamente a estos fenómenos, se ha asistido a la imposibilidad de alcanzar el régimen estable, sobre todo en lo que concierne a la ventilación.

Hemos de insistir en el hecho de que las personas más sanas, pero no entrenadas, son las que nos han proporcionado la mayoría de casos que desfallecieron en esta prueba.

Los resultados obtenidos en el curso de nuestras investigaciones no nos permiten creer que la realización del esfuerzo en hipoxia sea susceptible de proporcionar un argumento válido en favor de la buena o de la mala adaptación al esfuerzo.

Las costumbres profesionales desempeñan un papel muy importante; en efecto, las posibilidades cardiovasculares conexas y el estado de resistencia de las células a la hipoxia, varían de un sujeto a otro.

Un experimento previo nos había demostrado que, cuando la desaturación importante alcanzaba las cifras límites de 80 % a 75 %, mientras algunas personas sólo presentaban pocos signos funcionales, otras acusaban anomalías electroencefalográficas y amagaban crisis de tipo convulsivo.

¿Qué se puede esperar de nuestra prueba de esfuerzo standard y de las modificaciones aportadas

por su realización bajo hipoxia?

Sólo la prueba de esfuerzo en aire nos parece fisiológica y fácilmente realizable. En efecto, aun en aquellos casos en los cuales en el curso de la hipoxia se puede llegar a un régimen estable, la prueba nos parece difícilmente aceptable.

Las principales ventajas de nuestra prueba en aire son su fácil realización, la frecuencia de su buena tolerancia por la mayoría de las personas examinadas y su correlación con el trabajo habitual de los sujetos explorados.

En la mayoría de casos, no permite evidenciar los trastornos mínimos de la función de oxigenación, que era la finalidad inicial de nuestras investigaciones.

La discordancia entre las posibilidades de oxigenación de cier-

tas personas y los signos aparentes de dificultad de esfuerzo, nos induce a pensar que, en el curso del esfuerzo, sería conveniente poder medir el trabajo ventilatorio que sería su reflejo más real. Los trabajos referentes al estudio de la presión intratorácica media durante el ejercicio muscular demuestran que en los insuficientes respiratorios en reposo existe un trabajo espiratorio activo, que se acentúa en el curso del esfuerzo.

Esta acentuación se correlaciona con el aumento de la presión arterial pulmonar y es paralela al aumento de la presión intratorácica media.

Cuando el equipo disponible permita hacer medidas fáciles, sería interesante orientar las investigaciones concernientes al esfuerzo en este sentido.
