

CAPACIDAD FISICA PARA EL TRABAJO DE LAS PERSONAS DE EDAD AVANZADA Y ANTECEDENTES FISIOLÓGICOS PARA LAS PRUEBAS Y EVALUACIONES DEL TRABAJO*

PROF. E. HOHWÜ CHRISTENSEN, PH.D., M.D. H.C.

Gymnastiska Centralinstitutet, Estocolmo

La energía para el trabajo muscular se obtiene por procesos de oxidación y, por lo tanto, todo trabajo de alguna intensidad aumenta la demanda de oxígeno por parte del organismo. En el trabajo pesado normal, la inspiración del oxígeno puede ser hasta diez veces mayor que en condiciones de reposo, y sólo se puede trabajar durante algún tiempo si la respiración y la circulación satisfacen las necesidades de oxígeno. En consecuencia, la capacidad de trabajo puede estar limitada por el sistema de transporte del oxígeno.

Para colocar a la persona apropiada en una dada tarea, hay que conocer dos importantes factores: 1) la capacidad de trabajo del individuo, y 2) el esfuerzo fisiológico que la tarea exige.

Por lo que se refiere a la capacidad física de trabajo, hay que basarse en ciertos hechos, más o menos comprobados en la práctica o por experimentos de laboratorio. ¿Qué cabe esperar de un hombre que se encuentra entre los 60 y 70 años de edad, en comparación con uno de 25 años, y cuál es el rendimiento de las mujeres de una edad determinada en comparación con los hombres de la misma edad? A estas cuestiones sólo se puede responder en términos muy generales, a veces sin seguridad alguna.

Robinson (11), del *Fatigue Laboratory*, de la Universidad de Harvard, publicó en 1938 un trabajo titulado "Experimental Studies of Physical Fitness in Relation to Age" (Estudios experimentales sobre la aptitud física en relación con la edad) donde presentó lo que todavía constituye el núcleo de los conocimientos sobre la capacidad física de trabajo de los varones pertenecientes a los grupos de edad avanzada. Según sus obser-

vaciones, la inspiración máxima de oxígeno, durante los trabajos pesados corrientes, el grupo de edad de 25 años es de 3,53 (2,56-4,50) litros por minuto, en comparación con 2,63 (2,24-3,35) del grupo de edad de 52 años, y 2,35 (1,64-3,15) del grupo de 63 años de edad. El valor más elevado de inspiración de oxígeno por kilogramo de peso y por minuto se observó en el grupo de 17 años de edad, que fue de 52,8 ml/kg/min.; el valor del grupo de 52 años fue de 38,4 ml/kg/min.; y el del grupo de 63 años, 34,5 ml/kg/min. En consecuencia, la inspiración de oxígeno por Kg. de peso a los 60 años representa aproximadamente el 65 % del valor correspondiente a los 17 años. Esta disminución del 35 % con la edad ha de explicarse de alguna forma por una correspondiente disminución de la fuerza muscular o por una pérdida de capacidad del sistema de transporte del oxígeno, de la respiración y de la circulación de la sangre, o por ambas cosas a la vez. Es indudable que la disminución de las capacidades respiratoria y circulatoria desempeña un papel muy importante.

La inspiración más elevada que se alcanzó durante el período de trabajo máximo correspondió al grupo de 25 años, y fue de 118 (104-135) litros por minuto; el valor medio máximo del grupo de 65 años fue de 81 litros, y el mínimo y el máximo fueron de 62 y 106 litros, respectivamente. El descenso de la inspiración máxima de los grupos de edad más avanzada puede explicarse, hasta cierto punto, por una menor capacidad vital, 4,05 (3,45-5,04) litros, en comparación con 5,25 (4,20-6,03) litros del grupo de 25 años de edad. La proporción de aire residual fue más alta en el grupo de más edad, 1,72 litros, en comparación con 1,66 litros en los más jóvenes.

El mayor número de sístoles por minuto

* Publicado en inglés en el *Bulletin of the World Health Organization* 1955, Vol. 13, No. 4.

durante el período de trabajo máximo fue de 197 y correspondió al grupo de 25 años de edad; el correspondiente al grupo de 63 años fue de 176. En las condiciones de experimentación descritas, el número de sístoles por minuto puede dar una buena indicación de la velocidad circulatoria. Es indudable que, en las personas jóvenes, el volumen minuto del corazón puede alcanzar valores más elevados que en las de edad avanzada. Robinson no midió el volumen minuto ni el volumen sistólico, pero se puede dar por seguro que, en general, éste también disminuye con la edad (5).

Es interesante también la observación de que mientras la tensión alveolar del oxígeno fue prácticamente la misma en todos los grupos de edades, la tensión arterial del oxígeno disminuía con la edad. Este aumento del desnivel de tensiones con la edad, puede indicar una creciente resistencia a la difusión de los gases a través de las paredes capilares y del epitelio pulmonar.

Los datos obtenidos por Robinson son sumamente interesantes. Indican, hasta cierto punto, lo que cabe esperar de los diferentes grupos de edades, y explican, en parte, por qué la capacidad física de trabajo (inspiración máxima de oxígeno) disminuye con la edad. Sin embargo, el número de individuos estudiados fue pequeño, especialmente en los grupos de edad avanzada.

Astrand (1) hizo un minucioso estudio de ciertos grupos de edad (entre 7 y 30 años), y sus resultados concuerdan con los de Robinson, pero los valores máximos son mayores. Astrand halló una correlación muy estrecha entre la inspiración máxima de oxígeno y el contenido total de hemoglobina del organismo, independientemente del sexo y de la edad. Sería conveniente ampliar este estudio a los grupos de edad avanzada. Quizás la determinación del contenido total de hemoglobina o del volumen sanguíneo sería el método más sencillo de calcular la capacidad de trabajo de las personas de edad avanzada. Una gran ventaja de este procedimiento es que no hay necesidad de someter al individuo a la prueba de trabajo

pesado, ya que la determinación se puede hacer en reposo. El someter a individuos de edad avanzada a pruebas de trabajo máximo presenta ciertos peligros debido al inevitable esfuerzo del sistema circulatorio y puede resultar muy difícil decidir si el límite máximo se ha determinado fisiológica o psicológicamente.

Sería de gran valor una prueba de trabajo *submáximo* digna de confianza de las personas de edad avanzada, y los resultados obtenidos por Astrand dan una idea de la forma en que podría llevarse a cabo. Con una inspiración de oxígeno de 2 litros por minuto, 21 varones adultos dieron un promedio de 125 sístoles por minuto, mientras que el promedio de 31 mujeres fue de 170. Esta inspiración de oxígeno representa casi el 50 % del valor máximo de los varones, pero el porcentaje es mucho mayor en las mujeres. En ambos grupos el número de contracciones cardíacas, con una inspiración de oxígeno del 50 % fue, sin embargo, de 130 por minuto aproximadamente. Si sucede lo mismo tratándose de personas de edad avanzada, se podría obtener valiosa información determinando a qué volumen de inspiración de oxígeno se llega, por ejemplo, con 130 contracciones cardíacas por minuto. O utilizando un buen ergociclo se podría determinar la carga de trabajo a que se alcanza este valor.*

Es bien sabido que la resistencia periférica del sistema vascular aumenta con la edad, y datos de reciente publicación indican que a la edad de 60 años puede ser doble de la correspondiente a los 20, debido a disminución de la elasticidad de los vasos. Este aumento de la resistencia no se revelará necesariamente por la medición de la tensión sanguínea en reposo, pues puede ocurrir una disminución compensatoria del volumen sistólico. Sin embargo, al realizar un trabajo pesado, la presión sanguínea puede alcanzar valores excepcionalmente elevados y el

* Åstrand y Rhyning (2) han preparado un nomograma para el cálculo de la capacidad respiratoria (aptitud física) basándose en la proporción de pulsaciones durante el trabajo submáximo.

esfuerzo del corazón será mucho mayor que en las personas jóvenes al mismo volumen minuto del corazón.

Al comparar los resultados obtenidos en las pruebas de trabajo de diferentes grupos de edad, hay que tener en cuenta que una diferencia en la inspiración máxima de oxígeno puede obedecer a diferencias de la actividad física diaria, y que la disminución de la capacidad de trabajo de los grupos de edad avanzada puede depender, hasta cierto punto, de un sistema de vida distinto. Posiblemente, los efectos de la edad sobre la capacidad de trabajo podrían demorarse por medio de un programa racional de adiestramiento, pero no se sabe si esto sería conveniente o no. El estudio hecho por Larson (9) en el personal de las Fuerzas Aéreas de los Estados Unidos indica la importancia del nivel de ejercicio habitual y muestra las dificultades de determinar claramente el efecto del envejecimiento como tal.

Se admite en general que la fuerza muscular alcanza un nivel máximo a los 25 años de edad, y después comienza a declinar. Según observaciones recientes de Fisher y Birren (7) la fuerza de las manos disminuye en un 16,5 % entre los 25 y los 60 años. En un amplio estudio de más de 4.000 trabajadores industriales, Ufland (12) observó una disminución con la edad más pronunciada. Según esta investigación sobre los músculos flexores y extensores del antebrazo y los músculos de la mano y de la espalda, la fuerza máxima se alcanza entre los 25 y los 29 años. Después de los 60 años la disminución de la fuerza muscular es mayor en los bíceps y en los músculos de la espalda. El promedio de fuerza de los bíceps de un hombre de 65 años es de 54,1 %, y el de los músculos de la espalda, es el 64,3 % del promedio de la fuerza de un hombre de 25 años.

El hecho de que la disminución en la capacidad de trabajo con la edad se observe con más frecuencia en el trabajo pesado que en el ligero, no significa necesariamente que se deba a desgaste causado por el trabajo más fuerte, sino que se puede explicar por el hecho de que, a medida que avanza la edad,

se va reduciendo el margen que existe entre la capacidad máxima de trabajo y aquella proporción de dicha capacidad que se aplica normalmente en la tarea. Sin embargo, si se establece la comparación entre un trabajador experto y uno inexperto, es evidente que el trabajador experto gasta menos energía y esfuerzo que el inexperto. Por lo tanto, la disminución de la capacidad de trabajo puede estar compensada por la destreza y la experiencia.

Miles (10), basándose en los resultados de estudios experimentales estableció las siguientes conclusiones. Es de suponer que los jóvenes, como grupo, muestren mayor fuerza, rapidez, precisión y firmeza en el control de los movimientos, que las que, generalmente, caracteriza a los hombres de edad avanzada. Por la importancia que tienen en la industria el problema de la conexión de la eficiencia con la edad, conviene señalar hasta qué punto se aprecia una coincidencia de valores entre los distintos grupos de edades. El análisis de los datos de rendimiento originales muestra, en contraste con la aparente influencia agotadora de los años, una considerable proporción de promedios de personas de edad avanzada iguales o superiores a los correspondientes a individuos veinte años más jóvenes.

La disminución de la rapidez de reacción al estímulo con la edad podría aumentar el riesgo de accidentes en los trabajadores industriales de edad avanzada. Sin embargo, una encuesta (8) realizada en cuatro establecimientos—dos de servicios públicos, uno de industria ligera y otro de industria pesada—con un total de 26.000 empleados, dió los resultados siguientes: el promedio de accidentes que causaron incapacidad, por millón de horas de trabajo, ocurridos entre trabajadores de 40 a 54 años de edad, representó solamente el 66 % del correspondiente a los trabajadores de menos de 21 años y el 70 % del promedio registrado en el grupo de 21 a 29 años. El porcentaje correspondiente al grupo de 40 a 54 años fue aproximadamente el mismo que el del grupo de 30 a 39 años; en los trabajadores

de 60 o más años el promedio fue también más bajo que en los menores de 21 años de edad. Otras encuestas confirman estas observaciones, lo cual indica que la rapidez de reacción, aunque conveniente en un trabajador, no constituye una garantía contra los accidentes (10).

Miles trata también del problema de la relación entre la percepción y la edad, y establece la conclusión de que la percepción no es tan viva en los individuos de edad avanzada como en los jóvenes, y su alcance es menor. Pero la experiencia de la industria indica que ni la rapidez en la actividad ni la viveza de percepción constituyen criterios adecuados para la evaluación del trabajo o del trabajador. La persistencia en el esfuerzo y la experiencia en el empleo de los materiales compensan, en no pequeña medida, el efecto de cualquier pérdida de rapidez de los trabajadores de edad avanzada, pues les permite conseguir mayor uniformidad en la cantidad y la calidad de la producción.

Miles pone de relieve las diferencias individuales de capacidad y rendimiento, que pueden ser mucho mayores que la declinación de un año para otro. La coincidencia de los promedios de rendimiento correspondientes a distintas edades es muy considerable. La posición de los platillos de la balanza de valoración, en lo concerniente al grupo de rendimiento y a la calidad de trabajo, tiende a persistir de una a otra edad, siempre y cuando no medie ningún quebranto de salud. Un individuo sumamente capacitado puede dar, aun en edad avanzada, un rendimiento superior al promedio de los jóvenes. Las diferencias de edad resultan menos importantes que las diferencias en la aptitud de los individuos.

El *Gymnastiska Centralinstitutet* emprendió una encuesta de los diferentes métodos de trabajo seguidos en dos fundaciones de acero. A continuación resumimos brevemente los resultados que obtuvo, que dan una idea de la forma en que puede llevarse a cabo el análisis de una tarea por medio de métodos fisiológicos.

En las fundaciones de acero antiguas la temperatura suele ser alta y la tarea en

muchos lugares se caracteriza por un fuerte trabajo manual. En estas condiciones, el sistema respiratorio y el circulatorio quedarán sometidos a rigurosas exigencias, que deben ser tenidas en cuenta al realizar un análisis de las tareas. Por esa razón, la inspiración de oxígeno por minuto se determinó por el método del saco de Douglas. La inspiración de oxígeno da una idea bastante exacta de la magnitud del esfuerzo del sistema de transporte de oxígeno, y también da la base para calcular la producción de energía y de calor. Es importante conocer la producción interna de calor, especialmente para determinar las condiciones que limitan el trabajo en un medio caluroso. En condiciones climatológicas normales existe una estrecha relación entre la inspiración de oxígeno y el ritmo cardíaco, y la intensidad del trabajo puede calcularse bastante bien por el pulso. No obstante, en un clima cálido el aumento de contracciones cardíacas por litro de inspiración de oxígeno superior a la ordinaria será mayor que el normal, y ese aumento extraordinario del ritmo cardíaco es una buena medida de la carga específica de calor de la circulación de la sangre y del mayor trabajo en un ambiente cálido. Incluso el aumento de la temperatura del cuerpo y el aumento de la pérdida de peso debido a la evaporación del sudor resultan valiosos para determinar el mayor esfuerzo que exige el trabajo en un medio caluroso.

Se ha tratado de analizar, basándose en los datos antes mencionados, el efecto fisiológico del trabajo en el personal de las dos fundaciones de acero.* Esos análisis de las tareas permitirán confiar a los individuos que posean una gran capacidad física de trabajo aquellas tareas que esas condiciones exijan y, lo que es aún más importante, emplear el trabajador de edad avanzada o el de menor capacidad de trabajo, en tareas que requieran una baja inspiración de oxígeno por minuto o donde el mayor esfuerzo motivado por el calor sea moderado o bajo.

* Se cuenta ahora con el informe del estudio realizado en los talleres metalúrgicos de Nykroppa (4).

REFERENCIAS

- (1) Astrand, P. O.: *Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age*, Copenhague, 1952.
- (2) Astrand, P. O., y Ryhming, I.: *Jour. Appl. Physiol.* 7:218, 1954.
- (3) Brody, S.: *Bioenergetics and growth*, Nueva York, 1945.
- (4) Christensen, E. H.: *Physiological valuation of work in Nykroppa iron works*. En: Floyd, A. W., y Welford, A. T. *Fatigue*, Londres, 1953.
- (5) Cournand, A.; Ranges, H. A., y Riley, R. L.: *Jour. Clin. Invest.* 21:287, 1942.
- (6) Cowdry, E. V. (ed.): *Problems of aging*, 2nd ed., Baltimore, 1942.
- (7) Fisher, M. B., y Birren, J. E.: *Jour. Appl. Psychol.* 31:490, 1947.
- (8) Kossoris, M. D.: *Monthly Labor Rev.* 17:789, 1940.
- (9) Larson, L.: *Res. Quart. Am. Assn. Health*, 17:144, 1946.
- (10) Miles, W. R.: En: Cowdry, E. V. (ed.) *Problems of aging* 2da. ed., Baltimore, 1952.
- (11) Robinson, S.: *Arbeitsphysiologie* 10:251, 1938.
- (12) Ufland, I. M.: *Arbeitsphysiologie* 6:653, 1933.