



Valoración de la carga metabólica del trabajo mediante el estudio de la frecuencia cardíaca

CARLOS ÁLVAREZ FERNÁNDEZ

Médico. Jefe Departamento de Prevención. Ayuntamiento de Córdoba.

FRANCISCO BELMONTE PÉREZ

Ingeniero Técnico Industrial. Técnico de Seguridad. Ayuntamiento de Córdoba.

SUMARIO

El objeto del presente estudio es la comparación de la carga metabólica de diversos puestos de trabajo del Excmo. Ayuntamiento de Córdoba, medidos a través de dos estrategias: carga metabólica según tablas y su correspondiente valoración en el método LEST, y carga metabólica según los criterios de Frimat y Chamoux, basados en la frecuencia cardíaca, observando si existen o no diferencias en la calificación del trabajo, según el método usado.

Palabras clave: Metabolismo, gasto energético, esfuerzo físico.

INTRODUCCIÓN

La actividad física que se realiza durante la ejecución de un trabajo genera un gasto metabólico en el trabajador, un gasto de energía. Así, la carga metabólica o gasto energético de un trabajo es uno de los principales factores que forman parte de las condiciones de trabajo, y lo hace por partida doble; tanto por lo que de esfuerzo físico representa para el trabajador como por la relación que mantiene con otros condicionantes del trabajo, como son contaminantes respiratorios o temperatura, cuya intensidad se va a ver muy influenciada, según sea el nivel de trabajo físico requerido.

Son diversos los métodos existentes para calcular el gasto metabólico. Sin duda que el más exacto es el basado en la ergoespirometría, capaz de conocer el consumo de oxígeno y la producción de CO² segundo a segundo. Los requisitos tecnológicos que presenta hace que esté muy circunscrita a trabajos de laboratorio. Otro método, a través de la medición de parámetros fisiológicos, está basado, en el cálculo del coste cardíaco mediante el frecuenciómetro. Distintos a éstos son los basados en el uso de tablas normalizadas, que aplican un nivel de gasto calórico a cada tipo de movimiento o gesto corporal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizan los trabajos de podador, mecánica del automóvil, herrero, carpintero, equipo de transportes y montajes, jardineros y auxiliar de clínica. Excepto en el caso de los jardineros, la muestra estudiada supera siempre el 90 por ciento de la totalidad de la plantilla, dado su escaso número y la pretensión de obtener significabilidad adecuada. En el puesto de jardinero se estudia una muestra que supera el 20 por ciento de los puestos de trabajo de la plantilla.

Carga metabólica, teniendo en cuenta las posturas básicas del trabajo, el tipo de trabajo realizado y el tiempo medio de cada postura.



Podador.

RESULTADOS

PODADOR

Número de casos analizados: seis
Carga metabólica total del trabajo: 2.149 Kcal/jornada.
Valoración carga metabólica según método:

Lest:	8. Actividad física dura.
Ramsey:	Actividad física moderada.
Chamoux:	30. Actividad moderada.

Valoración frecuencia cardíaca

	Frimat	Valor Frimat	Chamoux/CCA	CCR
1.º	19	Penoso	Moderado	Moderado
2.º	12	Muy ligero	Muy ligero	Moderado
3.º	8	Soportable	Muy ligero	Moderado
4.º	16	Soportable	Moderado	Moderado
5.º	19	Penoso	Moderado	Algo pesado
6.º	21	Duro	Moderado	Moderado

MECÁNICO DE AUTOMÓVIL

Número de casos analizados: cinco
Carga metabólica total del trabajo: 1.410 Kcal/jornada.

Método de Ramsey (*El trabajo en ambiente con sobrecarga térmica*, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, págs. 104 y sigs.).

Método Lest (*Análisis de la carga metabólica según la frecuencia cardíaca*. Nota Técnica de Prevención, INSHT, núms. 295/91 y 323/93).

Para el cálculo de los valores Frimat y Chamoux se procedió de la siguiente manera:

1. Selección de trabajadores sin presencia de criterios de exclusión (enfermedad cardiovascular, metabólica o respiratoria conocida).

2. Presentación del estudio y método de trabajo.

3. Cálculo de la frecuencia cardíaca basal. Se considera como tal la mínima establecida durante más de cinco minutos en decúbito supino a temperatura dentro de los márgenes establecidos para confort térmico en oficinas.

4. Realización normal del trabajo, instruidos en la conveniencia de que se pareciera los más posible al de días habituales, tanto en tareas como pausas y dedicación.

Valoración carga metabólica según método:

Lest: 4. Actividad física media.
 Ramsey: Actividad ligera.
 Chamoux: 21. Actividad muy moderada.

Valoración frecuencia cardíaca

	Frimat	Valor Frimat	Chamoux/CCA	CCR
1.º	17	Soportable	Muy moderado	Moderado
2.º	6	Mínimo	Ligero	Ligero
3.º	8	Mínimo	Ligero	Ligero
4.º	10	Mínimo	Muy ligero	Ligero
5.º	6	Mínimo	Ligero	Ligero

HERRERO

Número de casos analizados: cinco

Carga metabólica total del trabajo: 1.366 Kcal/jornada.

Valoración carga metabólica según método:

Lest: 3. Actividad física media.
 Ramsey: Actividad ligera.
 Chamoux: 18. Ligero.

Valoración frecuencia cardíaca

	Frimat	Valor Frimat	Chamoux/CCA	CCR
1.º	2	Mínimo	Ligero	Ligero
2.º	4	Mínimo	Ligero	Ligero
3.º	4	Mínimo	Ligero	Ligero
4.º	17	Soportable	Muy moderado	Moderado
5.º	10	Mínimo	Muy moderado	Moderado

CARPINTERO

Número de casos analizados: tres

Carga metabólica total del trabajo: 1.449 Kcal/jornada.

Valoración carga metabólica según método:

Lest: 3. Actividad media.
 Ramsey: 3. Actividad moderada.
 Chamoux: 27. Muy moderado.

Valoración frecuencia cardíaca

	Frimat	Valor Frimat	Chamoux/CCA	CCR
1.º	18	Soportable	Muy moderado	Moderado
2.º	21	Duro	Moderado	Algo pesado
3.º	9	Mínimo	Ligero	Ligero

EQUIPO DE TRANSPORTES Y MONTAJES

Número de casos analizados: diez

Carga metabólica total del trabajo: 1.660 Kcal/jornada.

Valoración carga metabólica según método:

Lest: 5. Actividad media.
 Ramsey: 3. Actividad moderada.
 Chamoux: 24. Muy moderado.

Los requisitos tecnológicos que presenta hace que esté muy circunscrita a trabajos de laboratorio. Otro método, a través de la medición de parámetros fisiológicos, está basado, en el cálculo del coste cardíaco mediante el frecuenciómetro.

5. Retirada del frecuenciómetro media hora antes de concluir la jornada, habiendo registrado la frecuencia cardíaca cada minuto.

6. Registro de los datos en formato dbf a través de un programa confeccionado expresamente para el cálculo numérico de los índices a través de la integración de datos.

7. Frecuencia cardíaca máxima teórica = 220-edad.

8. Coste cardíaco absoluto = FC media-FC basal.

9. Coste cardíaco relativo = CCA/FC máxima teórica-FC basal.

10. Criterios Frimat para la valoración del trabajo:

Extremadamente duro	25
Muy duro	24
Duro	22
Penoso	20
Soportable	18
Ligero	14
Muy ligero	12
Mínimo gasto	<=10

Valoración frecuencia cardíaca

	Frimat	Valor Frimat	Chamoux/CCA	CCR
1.º	9	Mínima	Ligero	Ligero
2.º	12	Muy ligero	Muy moderado	Ligero
3.º	17	Soportable	Muy moderado	Moderado
4.º	20	Penoso	Muy moderado	Moderado
5.º	9	Mínima	Muy moderado	Ligero
6.º	11	Muy ligero	Muy moderado	Moderado
7.º	12	Muy ligero	Muy moderado	Moderado
8.º	24	Muy duro	Moderado	Algo pesado
9.º	8	Mínima	Ligero	Ligero
10.º	21	Ligero	Muy moderado	Moderado

JARDINERO

Número de casos analizados: catorce.
Carga metabólica total del trabajo: 1.358 Kcal/jornada.
Valoración carga metabólica según método:

Lest:	3. Actividad media
Ramsey:	2. Ligera/moderada.
Chamoux:	30. Moderado.

Valoración frecuencia cardíaca

	Frimat	Valor Frimat	Chamoux/CCA	CCR
1.º	9	Mínima	Muy moderado	Ligero
2.º	10	Mínima	Muy moderado	Ligero
3.º	23	Muy duro	Moderado	Algo pesado
4.º	20	Penoso	Pesado	Algo pesado
5.º	14	Ligero	Muy moderado	Moderado
6.º	16	Soportable	Moderado	Moderado
7.º	21	Duro	Algo pesado	Algo pesado
8.º	10	Mínima	Ligero	Ligero
9.º	16	Soportable	Muy moderado	Moderado
10.º	14	Ligero	Moderado	Algo pesado
11.º	15	Soportable	Muy moderado	Moderado
12.º	9	Mínima	Ligero	Moderado
13.º	18	Soportable	Muy moderado	Moderado
14.º	10	Mínima	Muy moderado	Moderado

AUXILIAR DE CLÍNICA

Número de casos analizados: cuatro.
Carga metabólica total del trabajo: 2.254 Kcal/jornada.
Valoración carga metabólica según método:

Lest:	10. Modificación urgente
Ramsey:	4. Pesado
Chamoux:	22. Muy moderado

Valoración frecuencia cardíaca

	Frimat	Valor Frimat	Chamoux/CCA	CCR
1.º	10	Mínima	Muy moderado	Moderado
2.º	10	Mínima	Muy moderado	Ligero
3.º	14	Ligero	Muy moderado	Ligero
4.º	10	Mínima	Ligero	Ligero



Mecánico de automóvil.

11. Criterios Chamoux para el coste cardíaco absoluto y el coste relativo.

CCA

Muy ligero	0/9
Ligero	10/19
Muy moderado	20/29
Moderado	30/39
Algo pesado	40/49
Pesado	50/59
Intenso	60/69

CCR

Muy ligero	0/9
Ligero	10/19
Moderado	20/29
Algo pesado	30/39
Pesado	40/49

DISCUSIÓN

Obsérvese el cuadro de la derecha:

Se da una tendencia general en todos los puestos a presentar una valoración, según Chamoux, inferior a la obtenida por Lest, apreciándose una mayor aproximación a los resultados obtenidos mediante las tablas Ramsey.

Es de destacar la dispersión relativa que aparece en los valores Frimat de

cada puesto de trabajo, superiores a la que se presenta en los valores Chamoux/CCA y Chamoux/CCR.

Clasificación ordinal de los puestos atendiendo a las Kcal/jornada y al valor Chamoux/CCA:

	Kcal	Chamoux/CCA	Kcal/Chamoux
1.º	2.254	22 (5.º)	1.º/5.º
2.º	2.149	30 (1.º)	2.º/1.º
3.º	1.660	24 (4.º)	3.º/4.º
4.º	1.449	27 (3.º)	4.º/3.º
5.º	1.410	21 (6.º)	5.º/6.º
6.º	1.366	18 (7.º)	6.º/7.º
7.º	1.350	30 (2.º)	7.º/2.º

	Lest	Ramsey	Chamoux/CCA	Kcal/Jornada	Frimat
Podador	Duro	Moderado	Moderada/30	2.149	30
Mecánico	Media	Ligera	Muy moderada/21	1.410	9,4
Herrero	Media	Ligera	Ligero/18	1.366	7,4
Carpintero	Media	Moderada	Muy moderada/27	1.449	16
ETM	Media	Moderada	Muy moderada/24	1.660	13,6
Jardinero	Media	Ligera/Moderada	Moderada/30	1.350	14,6
Aux. Clínico	Pesada	Pesada	Muy moderada/22	2.254	11

Los dos puestos de trabajo que superan las 2.000 Kcal/jornada –podador y auxiliar de clínica de residencia de ancianos–, no tienen correspondencia similar con los valores obtenidos mediante la frecuencia cardíaca. Así, mientras el de podador sigue con la valoración más alta (Frimat, 15,8 y Chamoux, 30, aunque manteniendo la tendencia general de una valoración inferior), no ocurre de forma similar con el auxiliar de clínica (Frimat, 11, y Chamoux, 22), donde hay una disminución de los valores obtenidos por la frecuencia cardíaca muy inferiores a los esperados. El caso inverso se da en el puesto de jardinero, que, clasificado en séptimo lugar, según el cálculo de Kcal/jornada, pasa a ser el 2.º más duro, tras el de podador, en la valoración efectuada con frecuenciómetro. Aun a pesar de estas dos dislocaciones (auxiliar de clínica y jardinero), en el resto de los puestos de trabajo (cinco) se observan resultados lógicos con respecto de los esperados.

Es de destacar la dispersión relativa que aparece en los valores Frimat de cada puesto de trabajo, superiores a la que se presenta en los valores Chamoux/CCA y Chamoux/CCR.

COMENTARIOS

CCR

Es conocido que este parámetro nos da una idea de la adaptación del sujeto a su puesto de trabajo. Dado que la patología cardiovascular preexistente, los síndromes anémicos y las alteraciones ventilatorias era causa de exclusión del estudio, queda por relacionar el CCR obtenido con la edad del trabajador, otro parámetro de importancia para valorar la adaptación al trabajo físico.

Podador: Edad media: 37,3 años. Sólo un trabajador de 50 años supera el CCR medio de los estudiados.

Mecánico: Edad media: 49 años. No existen trabajadores que se diferencien en el CCR respecto al medio.

Carpinteros: Edad media: 47 años. Un trabajador mayor de 50 años presenta trabajo «algo pesado», superior al CCR medio del grupo.



Herrero.

E.T.M.: Edad media: 38 años. No hay diferencias.

Jardineros: Edad media: 44,5 años. Tres trabajadores presentan CCR superior al medio; dos, con edad inferior a 40, y otro, de 61 años.

Auxiliar de clínica: Edad media: 33 años. No hay diferencias en CCR por edad.

De lo anteriormente expuesto puede inferirse que el CCR es una buena herramienta para valorar la adaptación funcional al puesto de trabajo. Por ello, y dado que los exámenes de salud laboral tienen datos fundamentalmente en reposo, sería conveniente incluir la obtención del CCR en:

– Trabajadores con edad igual o superior a los 50 años y trabajo clasificado como moderado o superior.

– Trabajadores con patología cardiovascular, respiratoria o anémica y trabajo medio o moderado.

– Previo al primer desempeño de un puesto con carga metabólica moderada/alta con objeto de valorar la capacidad y adecuación.

Se da una tendencia general en todos los puestos a presentar una valoración, según Chamoux, inferior a la obtenida por Lest, apreciándose una mayor aproximación a los resultados obtenidos mediante las tablas Ramsey.

CCA/Frimat

Se considera adecuado utilizar el cálculo de los valores Chamoux/CCA y Frimat para la valoración de los distintos aspectos de la carga metabólica en lo que respecta al trabajo de carácter aerobio. No guardan buena relación con los trabajos que presentan carga elevada, según tablas, especialmente debido a las posturas forzadas en las que se desarrollan las tareas. En la valoración de las condiciones de trabajo de los puestos de una empresa se debe incluir el cálculo de la carga física, siendo oportuno recomendar el uso del frecuenciómetro y criterios de Chamoux y Frimat.

Otros

Aunque la ergoespirometría es la herramienta más ajustada en la actualidad para el cálculo metabólico, su complejidad técnica hace difícil su trabajo fuera del laboratorio. Ello no impide que las tablas de valores del gasto calórico –todas ellas con más de veinte años puedan testarse con esta técnica en el laboratorio (andando, subiendo un desnivel, brazos arriba, arrodillados, agachado, tendiendo brazos arriba, trabajo con un brazo, con el cuerpo, manipulando cargas, etc.). Así, se elaborarían unas nuevas tablas más ajustadas a la realidad científica actual, a la vez que algunas o muchas tareas sí tendrían calculado su gasto metabólico de forma completa. El uso de tablas actualizadas permitiría, a los estudios que las utilizaran, menos diferencias con los basados en parámetros fisiológicos.

RESUMEN

Para la realización de una tarea física en el trabajo hay que producir un gasto metabólico, un gasto de energía. Dependiendo de la cuantía de ésta, así será la dureza de aquél, erigiéndose la carga metabólica o carga física de un trabajo como una de las principales condiciones del trabajo a tener en cuenta.

Existen diversos métodos para calcular la carga física. La ergoespirometría o cálculo del consumo de oxígeno y producción de anhídrido carbónico al segundo es, sin duda, el más exacto pero su complejidad y coste impide su extensión. Otros métodos se basan en el uso de valores de referencia del gasto para distintas posturas y la medición del tiempo durante el que el trabajador las adopta a lo largo de la jornada. Basado en parámetros fisiológicos,

Para la realización de una tarea física en el trabajo hay que producir un gasto metabólico, un gasto de energía. Dependiendo de la cuantía de ésta, así será la dureza de aquél, erigiéndose la carga metabólica o carga física de un trabajo como una de las principales condiciones del trabajo a tener en cuenta.

cos, pero menos cuantificado que la ergoespirometría, es el cálculo, del trabajo cardíaco a través de la valoración de la frecuencia cardíaca durante la jornada laboral.

El presente trabajo, realizado sobre siete puestos de trabajo del Excmo. Ayuntamiento de Córdoba (podadores, jardineros, mecánicos, herreros, carpinteros, operarios del equipo de transportes y montajes y auxiliares de clínica de la residencia de ancianos) y con 47 trabajadores, pretende comparar los cálculos obtenidos mediante métodos basados en tablas con los aportados por la frecuencia cardíaca a la vez que valorar la utilidad de este último método, para ser utilizado como referente en cualquier estudio de salud laboral.

BIBLIOGRAFÍA

- «Ergoespirometría en la actividad deportiva», Cursos de doctorado de Ciencias Morfofuncionales del Deporte. Facultad de Medicina de Córdoba. Dpto. de Ciencias Morfológicas.
- NTP, n.º 295/91, INSHT.
- NTP, n.º 323/93, INSHT.
- BROUSTET, J. P.: *El trabajo en ambiente con sobrecarga térmica*. INSHT. Cardiología y Deporte.
- MALLEROWICZ: Ergometría.
- FUENTES GARCÍA: Prueba de esfuerzo.