

# EVALUACION CARGA CALORICA LABORAL

La carga calórica o "thermal stress" es evaluada generalmente en forma indirecta por índices ambientales, de los cuales se ha adoptado en Chile el T. G. B. H. como el más adecuado.

Debido a que la carga calórica corresponde a la suma del calor metabólico y al calor exógeno, se deben efectuar paralelamente las vigilancias médica y ambiental. Además no existe una buena correlación entre el T. G. B. H. y la respuesta biológica.

Para evaluar los efectos de la carga calórica individual se proponen las mediciones de temperatura corporal, pérdida de sudor, variación del peso corporal y frecuencia cardíaca. El A. expone los procedimientos usados, una tabla para graduar la carga fisiológica del trabajador chileno y un resumen de su experiencia.

## USO DE INDICES AMBIENTALES E INDICADORES BIOLÓGICOS EN LA ESTIMACION DE LA CARGA CALORICA LABORAL

*Dr. HUGO DONOSO PUELMA*

Jefe Laboratorio de Fisiología del Trabajo

La mantención de una óptima capacidad de trabajo, física como mental, en el trabajador expuesto a un ambiente de calor elevado, puede considerarse como un problema de regulación de la temperatura corporal. Adecuadamente protegido, puede tolerar amplias variaciones de la temperatura ambiental; sin embargo, su tolerancia a modificaciones en la temperatura corporal profunda, es muy reducida.

Fue Claudio Bernard (1813-1878), quien por primera vez formula el concepto de un medio interno constante y óptimo, como un requisito indispensable para un normal funcionamiento de cada una de las células del organismo y, por lo tanto, del organismo como un todo integrado. Posteriormente, el fisiólogo Walter B. Cannon (1871-1945), estudió los sistemas involucrados en el equilibrio orgánico (estado de régimen estacionario o "steady state") y les da el nombre de "sistema homeostático", de donde proviene el término "Homeostasis" (de: homois: semejante; stasis: permanecer), asignado al nivel óptimo de equilibrio orgánico. Entre las diversas variables reguladas por el orga-

nismo humano, que configuran este concepto de homeostasis, se cuenta la temperatura corporal profunda o de núcleo. Su mantención entre 36,6 y 38 grados Celsius, permite un funcionamiento orgánico óptimo, por lo cual, para evitar efectos negativos sobre la salud y el rendimiento de trabajadores, debe evitarse que la temperatura corporal de ellos se aparte de los márgenes mencionados. Al respecto, la legislación vigente sobre condiciones ambientales permisibles en el lugar de trabajo (1), señala en la sección correspondiente a calor, que su objetivo "es que la temperatura corporal profunda no exceda los 38 grados C".

El cuerpo humano produce, recibe y pierde calor. Estas ganancias y pérdidas de calor, deben mantenerse en equilibrio, para que la temperatura corporal permanezca alrededor de los 38 grados Celsius. Esto se expresa en la ecuación de balance calórico del cuerpo (2) en su forma simplificada:

$$M \pm R \pm C \pm K - E = 0$$

cuyos términos significan:

M = producción de energía libre por el metabolismo (siempre positivo).

- R = intercambio calórico por radiación (positivo para una ganancia neta de calor).
- C = transferencia de calor por convección (positivo para una ganancia neta de calor).
- K = transferencia de calor por conducción (positivo para una ganancia neta de calor).
- E = transferencia de calor por evaporación (negativo para una pérdida neta de calor).

Esta ecuación es una expresión matemática que describe la cantidad neta de calor generada por el cuerpo humano y los intercambios de calor con el medio ambiente (primera ley de termodinámica). Si hay equilibrio, su valor es igual a cero.

De lo expuestos se desprende que la carga calórica que se ejerce sobre el organismo humano, corresponde a la suma del calor metabólico, el que aumenta considerablemente durante actividad física, más las ganancias de calor provenientes del medio ambiente. Esta carga se conoce en el idioma inglés como "Thermal Stress" y se la define como: "cualquier cambio en la relación térmica entre el organismo y su ambiente que, de no ser compensado por una respuesta reguladora de la temperatura, alteraría el equilibrio térmico del organismo" (2), vale decir, su homeostasis. Las respuestas fisiológicas del organismo a la carga calórica, condición que tiende a desequilibrarlo, se conoce en el idioma inglés como "Thermal Strain" (2).

En la práctica de la Salud Ocupacional, el enfoque operacional predominante ha sido el de la vigilancia ambiental de las concentraciones ambientales máximas permisibles (CAMP) para diversas sustancias tóxicas y agentes físicos, criterio al que últimamente se incorpora, en forma creciente, la asociación simultánea de la vigilancia biológica. Esta última, utiliza al trabajador expuesto para medir en él los efectos de diversos agentes y condiciones en los lugares de trabajo. En síntesis, la aplicación simultánea de técnicas para determinar las características del ambiente de trabajo y de la correspondiente respuesta biológica del hombre, constituye el fundamento de la práctica moderna de la Salud Ocupacional (3).

En el caso particular de la exposición laboral al calor, la asociación a la vigilancia ambiental de la vigilancia biológica, es particularmente efectiva. Esto se debe a que para una misma condición de calor ambiente, las repercusiones sobre los individuos expuestos ("thermal strain") pueden ser diferentes, dependiendo principalmente de la intensidad de la actividad física que desarrollan. Por ejemplo, en un ambiente seco, con sol radiante y con una temperatura del aire (temperatura de bulbo seco) de 38 grados Celsius, un sujeto caminando a 5,5 kilómetros por hora, transpira alrededor de un litro de sudor por hora. En esas mismas condiciones ambientales, un sujeto sentado produce solamente alrededor de 650 milímetros de sudor por hora y, si permanece sentado a la sombra, la sudoración se reduce a alrededor de 320 milímetros por hora (4).

El cuerpo humano, aparte del calor generado por el metabolismo, el que como ya se mencionara, aumenta en proporción a la intensidad de la actividad física desarrollada, puede ganar calor de otras maneras. Desde luego, la energía radiante directa o reflejada indirectamente, de origen solar o de otras fuentes, es absorbida por el cuerpo, independientemente de la temperatura del aire. Otra forma de ganar calor, proviene del aire. Cuando la temperatura del aire supera los 33 grados Celsius (4), las moléculas de este medio transportan el calor a la piel, produciendo una ganancia de calor por convección. Por conducción, el cuerpo gana o pierde calor en muy escasa proporción. Esto se debe a que el aire, medio que habitualmente rodea al cuerpo humano, es un mal conductor del calor. Mientras mayor es el coeficiente de conducción del material con que estamos en contacto, más rápida es la transferencia de calor. Recordemos que el coeficiente de conducción térmica del aire alcanza a 0,000055 calorías/centímetro segundo grados Celsius, contra 0,0014 para el agua y 1,006 para la plata, de las mismas unidades.

En condiciones de trabajo corrientes, todos los factores antes nombrados son aditivos, de modo que si se trabaja expuesto a una fuente de calor radiante, con una temperatura del aire por sobre los 33 grados Celsius, el trabajador gana calor por el metabolismo, por radiación y por convección. Para esa carga de calor, la única forma de perder calor es la evaporación del sudor,

el que es producido por alrededor de dos millones de glándulas distribuidas en la piel de todo el cuerpo.

Para valorar la carga de calor en los lugares de trabajo existen numerosos índices, los que integran en un valor único, los diferentes factores que configuran la carga ambiental y muy rara vez, el costo metabólico de la faena. Aparte de la limitación que significa no considerar la producción de calor metabólico, en general los índices propuestos tienen el inconveniente de haber sido obtenidos en experimentos en el laboratorio, predominantemente en varones jóvenes universitarios o de las fuerzas armadas y, por lo tanto, en condiciones diferentes a las encontradas en los puestos de trabajo. Por otra parte, estos índices se basan en determinadas suposiciones no confirmadas y en ecuaciones simplificadas, todo lo cual, plantea dudas sobre la validez de ellos (5). Los criterios principales para recomendar un índice de carga calórica en trabajadores, los resume el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (5), en los siguientes puntos:

- 1.— Probada aplicabilidad durante condiciones laborales reales.
- 2.— Inclusión de todos los factores involucrados, ambientales y metabólicos.
- 3.— Simplicidad en las mediciones y en los cálculos requeridos.
- 4.— Validez en relación al total de la respuesta orgánica del individuo.
- 5.— Posibilidad concreta de aplicación de acuerdo a los recursos disponibles y que permita establecer criterios de tiempo de exposición en relación con la cuantía de la carga calórica.

El índice adoptado en Chile (1), el de la Temperatura de Globo y de Bulbo Húmedo (Índice TGBH), cuya denominación en el idioma inglés es "Wet Bulb Globe Temperature" (WBGT Index), cumple básicamente con los criterios señalados. Para su cálculo, se emplean las siguientes ecuaciones:

— Para exposiciones en interiores, a cielo cubierto, o a la intemperie, pero sin carga solar, el TGBH = 0,7 por TBH más 0,3 por TG.

— Para exposición a la intemperie con carga solar, el TGBH = 0,7 por TBH más 0,2 por TG más 0,1 por TBS, ecuaciones en que los términos significan:

TBH = temperatura de bulbo húmedo natural en grados Celsius, obtenida recubriendo el termómetro con una gasa húmeda en agua, expuesta al movimiento espontáneo del aire (1) (5).

TG = temperatura de globo en grados Celsius.

TBS = temperatura bulbo seco, o del aire, en grados Celsius.

El índice descrito incluye los cuatro factores climáticos (temperatura, humedad, calor radiante y velocidad del aire), con la ventaja que no requiere la medición por separado de la velocidad del aire. Aunque no contempla el costo energético de la faena, lo que indiscutiblemente es una limitación importante, empíricamente se han determinado valores de TGBH límites para diferentes niveles de calor metabólico generados durante el trabajo, los que han sido incorporados a nuestra legislación laboral (1). De modo que un TGBH superior a 25 grados Celsius para un trabajo continuo que demande un costo energético igual o superior a 350 Kcal/hora (equivalente a un consumo de oxígeno de 1,2 litros por minuto), se considerará excesivo. Para trabajos de menor costo energético, se permiten elevaciones del TGBH, tolerándose hasta 32,2 grados Celsius cuando un trabajo continuado tiene un costo energético inferior a 200 kcal/hora (equivalente a un consumo de oxígeno de 0,67 litros por minuto), en el que alternan descansos cada hora (1). Para un trabajo sostenido e intenso, como es el caso de sesiones de acondicionamiento físico en grupos de individuos, el creador del índice TGBH, recomienda reducir el ritmo de trabajo cuando el valor del índice oscila entre 27,7 y 29,3 grados Celsius (6). En reposo, un TGBH de 30 grados Celsius es perfectamente bien tolerado.

En el caso de una exposición continuada de varias horas o durante una jornada completa, el TGBH debe calcularse sobre la base de un promedio de tiempo por hora de exposición y cuando la exposición es de carácter intermitente (exposiciones continuas de menos de 15 minutos de duración), so-

bre la base de un promedio de tiempo por cada dos horas de exposición (5). El cálculo del índice TGBH ponderado según el tiempo

de exposición, se hace de la siguiente manera:

$$\text{TGBH promedio} = \frac{(\text{TGBH}_1) \times (t_1) + (\text{TGBH}_2) \times (t_2) \dots\dots + (\text{TGBH}_n) \times (t_n)}{(t_1) + (t_2) \dots\dots + (t_n)}$$

ecuación en la que los términos significan:

TGBH<sub>1</sub>, TGBH<sub>2</sub>, TGBH<sub>n</sub> = los diferentes TGBH encontrados en las distintas áreas de trabajo y de reposo, en que el trabajador permaneció durante el período de observación.

t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>, t<sub>n</sub> = los diferentes tiempos de permanencia del trabajador en las distintas áreas de trabajo y reposo correspondientes a los TGBH encontrados en ellas.

El mismo procedimiento se usa para calcular el TGBH promedio de un trabajo que se desempeña en varios puestos de trabajo, a diferente intensidad y bajo condiciones ambientales diversas.

Cuando no es posible medir el calor metabólico de las actividades laborales, lo que se hace por medio de la calorimetría indirecta (7) (8), se le puede estimar a partir de tablas con valores promedios para distintas actividades (9), para luego promediar estos valores según el tiempo que se mantuvo la actividad laboral (10).

En la aplicación práctica del índice TGBH, aún cumpliendo con todas sus exigencias, se ha demostrado, experimentalmente, que no existe una buena correlación entre sus resultados y las correspondientes respuestas del individuo expuesto (5), razón por la cual, estimamos recomendable asociar la vigilancia biológica de las respuestas orgánicas del trabajador al calor, a la vigilancia del ambiente.

Entre las respuestas primarias del organismo a la carga de calor, se cuenta la vasodilatación de los vasos sanguíneos de la piel, debida a impulsos del sistema nervioso autónomo, provenientes de los centros termoreguladores. La temperatura cutánea se eleva, facilitando la transferencia de calor al medio ambiente por radiación y por conducción-convección, disminuyendo, al mismo tiempo, cualquier ganancia de calor por esas vías (11). Esta respuesta, se traduce en un aumento de la frecuencia cardíaca, la que en parte se debe a una caída del volumen expulsivo del corazón (11). Esto último, junto a la desviación del flujo sanguíneo desde órganos viscerales y probablemente también de los músculos en activi-

dad, a la piel, explican la baja del rendimiento laboral en presencia de una sobrecarga de calor (11).

Frente a la elevación de la temperatura corporal profunda por sobre los 37 grados Celsius, el organismo responde con sudoración (12). Las glándulas sudoríparas son activadas en proporción al aumento de la temperatura corporal, tanto en número como en la cantidad de sudor producido, el que puede alcanzar cifras considerables. En individuos no aclimatados al calor y que transpiran profusamente, el sudor puede contener hasta 5 grados de cloruro de sodio por litro (13). Esto significa que las pérdidas de sal por el sudor, pueden llegar a superar las cantidades ingeridas por los alimentos y alterar la homeostasis, al sobrepasar la capacidad de los mecanismos que regulan la eliminación de sodio (12).

La aclimatación al calor constituye un hecho bien establecido por la experiencia y la observación científica (4) (5) (10) (11) (14). Por consiguiente, todo trabajador que va a desempeñarse en un ambiente de calor, previamente, durante diez o quince días, debería aclimatarse al calor, contribuyendo así a mantener la salud y evitar accidentes.

Las respuestas orgánicas a una carga calórica o "thermal stress", pueden alcanzar niveles indeseables, por lo que se recomienda vigilarlas durante la jornada de trabajo. La vasodilatación cutánea puede alterar la relación volumen/capacidad del sistema circulatorio. Cuando esta relación se reduce a menos de la unidad, por un aumento de la capacidad, alguna parte del sistema recibe menos flujo sanguíneo que el que le corresponde. El control de esta situación sólo es posible si, en forma simultánea, otra parte

del sistema reduce su volumen por vasoconstricción o si al sistema se le agrega una cantidad adicional de líquido. La primera alternativa no puede ser mantenida por mucho tiempo, sin que se produzca algún daño orgánico por falta de irrigación sanguínea en el territorio que responde con vasoconstricción. En cuanto a la segunda alternativa, para que ella sea efectiva se requiere algún tiempo, por lo que no debe esperarse que se produzca un desbalance hídrico para actuar; el idea es corregir el déficit oportunamente (3) (4) (5) (6) (11) (14). La temperatura corporal profunda, en condiciones ambientales de calor, sumada a una actividad física prolongada e intensa, puede sobrepasar el límite de los 38 grados e incluso los 41 grados Celsius (15). La temperatura corporal crítica en el hombre se estima en 42 grados Celsius. A ese nivel y dependiendo del tiempo que los tejidos están expuestos a ella, se produce un daño irreparable y, finalmente, la muerte (4). La causa se atribuye a una combinación de alteración de las proteínas, degradación enzimática y alteración física de la estructura de las membranas celulares. Afortunadamente, estos niveles de temperatura se alcanzan muy rara vez en sujetos sanos, aclimatados al calor, pero deben tenerse presentes para un tratamiento oportuno y adecuado (4).

En la práctica, los indicadores biológicos empleados para vigilar al trabajador expuesto a calor son los siguientes: a) temperatura corporal; b) producción de sudor; c) variación porcentual del peso corporal en una jornada, y d) la frecuencia cardíaca.

El seguimiento de la temperatura corporal, como una de las variables reguladas del organismo, mantenida alrededor de los 37 grados Celsius, aparece como una medida lógica a tomar en trabajadores expuestos a una carga calórica. Desviaciones por sobre los 38 grados Celsius, como lo señala el reglamento sobre condiciones ambientales permisivas

en el lugar de trabajo (1), es indicio de una carga calórica excesiva. No obstante, el uso de este indicador biológico es restringido. Esto se debe a que la determinación confiable de la temperatura corporal profunda, requiere alrededor de cinco minutos, lo que interfiere con el proceso laboral. Además, los sitios de elección para tomarla, el canal auditivo externo, el esófago o el recto, ofrecen dificultades técnicas y el rechazo del trabajador. A nuestro juicio, esto no justifica no tratar de tomarla en los trabajadores expuestos a calor. La alternativa recomendable, es medir la temperatura oral, cuidando que el trabajador mantenga el termómetro apretado con los labios y el bulbo bajo la lengua, mientras respira por la nariz. Experimentalmente, en ausencia de calor ambiental, la temperatura oral, después de un ejercicio de corta duración, diez minutos a intensidad submáxima y 4 minutos a intensidad máxima, se eleva escasamente (0,3 grados Celsius). Si el mismo ejercicio, submáximo y máximo, se realiza en un ambiente caluroso [temperatura del aire 37,2 grados Celsius y humedad relativa de 90%), la temperatura corporal oral se eleva en un grado Celsius, recuperando su nivel normal en más de una hora (16).

La determinación de la producción de sudor, se basa en un cálculo de balance líquido (4). Para esto, se pesa a los trabajadores desnudos y con la vejiga vacía, antes y después de la jornada, contabilizando todo lo ingerido y todo lo eliminado.

El sudor producido se obtiene de la siguiente ecuación simplificada (8):

La simplificación consiste en considerar como "sudor" a la suma del vapor de agua perdido con el aire expirado y el agua perdida por transpiración desde la superficie corporal, es justificada. De hecho, es solamente esta suma la que interesa fisiológicamente en la regulación del calor y como

$$\text{Sudor producido} = \text{Peso}_1 - \text{Peso}_2 + \underset{\text{alim.}}{\text{Peso}} + \underset{\text{bebida}_2}{\text{Peso}} - \underset{\text{orina}}{\text{Peso}}$$

cuyos términos significan,

$\text{Peso}_1$  = peso corporal al comienzo de la jornada

$\text{Peso}_2$  = peso corporal al término de la jornada

$\text{Peso}_{\text{alim.}}$  = peso de los alimentos ingeridos durante la jornada

$\text{Peso}_{\text{bebida}}$  = peso de los líquidos ingeridos como bebida durante la jornada.

$\text{Peso}_{\text{orina}}$  = peso de la orina emitida durante la jornada.

indicadora de un desequilibrio en el balance hídrico. En el caso poco probable en la práctica de estas mediciones, de que el individuo desee eliminar deposiciones durante el período de observación, se le pesa antes y después de hacerlo, indicándole que recoja la orina que pueda emitir en ese momento. Los resultados se expresan en gramos de "sudor" por hora.

La diferencia entre el peso corporal antes y después de la jornada, es un indicador práctico del grado en que los trabajadores mantienen su equilibrio hídrico durante el día de trabajo. Adolph y colaboradores (4), establecen que deshidrataciones en que el peso corporal desciende más de un 1,5%, se acompañan de un deterioro del funcionamiento orgánico. Por otra parte, existe una buena correlación entre producción de sudor y pérdida de peso durante una jornada de trabajo, de modo que una pérdida del 1,5% del peso corporal, corresponde aproximadamente a una producción de sudor de 500 gramos por hora (8).

La determinación de la frecuencia cardíaca durante la jornada, permite estimar la repercusión fisiológica que sobre el trabajador tienen las condiciones laborales, incluida la carga de calor. Si no se dispone de equipo biotelemétrico para su medición, en general escaso por su costo elevado (17), puede usarse el "método de las diez pulsaciones", que proporciona resultados aceptables (8). Para esta medición, a intervalos al azar, se pide al trabajador que se detenga por un momento para tomarle las pulsaciones. Inmediatamente a continuación, se cronometra el tiempo requerido para contar diez pulsaciones, el que por medio de una tabla ad-

hoc, se convierte a pulsaciones por minuto. Frecuencias cardíacas por sobre 125 latidos por minuto, se consideran indicativas de sobrecarga fisiológica.

Christensen ha propuesto una tabla muy útil para valorar la carga fisiológica que impone el trabajo (18), desde muy liviana a sumamente pesada. Ella considera el costo energético de la faena, frecuencia cardíaca durante el trabajo, temperatura corporal profunda y la producción de sudor. Se la emplea como frecuencia para individualizar problemas de carga de trabajo, que justifiquen un análisis más detallado. Según esta tabla, se considera que la carga fisiológica es pesada, cuando el costo energético supera 5,0-7,5 kcal. por minuto (consumo de oxígeno entre 1,0 y 1,5 litros por minuto), la frecuencia cardíaca sobrepasa los 125 latidos por minuto, la temperatura corporal se eleva por sobre los 38 grados Celsius y la sudoración promedio de una jornada de ocho horas supera los 400 gramos por hora. En esas condiciones, el problema puede estar en el individuo (baja capacidad física, patología concomitante) o en las características del trabajo (elevado costo energético) y/o del ambiente laboral (excesivo calor). Para las características del trabajador chileno, de menor tamaño que el trabajador europeo, que sirvió de base a Christensen para construir la tabla, se ha sugerido rebajar los límites para el costo energético y para la sudoración, en un 15% (8). Para la frecuencia cardíaca y la temperatura corporal, que son expresiones de la cuantía en que el trabajador utiliza su capacidad, no existen razones que hagan suponer que ellas tengan una significación diferente en otras latitudes (Tabla I).

TABLA 1

TABLA PARA GRADUAR LA CARGA FISIOLÓGICA DE TRABAJO A LAS CONDICIONES DE CHILE

(Modificada de Christensen) (18)  
Cuantía de la carga

Variables fisiológicas	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Extremadamente alta
Consumo de O <sub>2</sub> (l/min.)	< 0,4	0,4 a 0,85	0,85 a 1,25	1,25 a 1,65	1,65 a 2,0	> 2,0
Kilo-calorías (kcal/min.)	< 2	2 a 4,25	4,25 a	6,25 a 8,25	8,25 a 10,0	> 10,0
Frecuencia cardíaca (latidos/min.)	< 75	75-100	100-125	125-150	150-175	> 175
Temperatura corporal (grados Celsius)	< 37,5		37,5 a 38,0	38 a 38,5	38,5 a 39,0	> 39,0
Producción de sudor (gramos/hora)	< 175		175 a 350	350 a 500	500 a 675	> 675

**TABLA 2**

**HALLAZGOS AMBIENTALES Y RESPUESTAS FISIOLÓGICAS EN TRABAJADORES CHILENOS**  
(Valores promedios)

Industria	TGBH (C°)	Frecuencia cardíaca (lat/min.)	Sudoración (gramos hr.)	Variación peso (%)	Costo energético (kcal/hr.)
Cerámica (8)	25,4	94,3	305,5	-0,37	287
Carbón (19)					
Frente	26,95	108	440	-0,68	238
Mantención	26,04	113	417	-0,60	258
Maquinista	24,79	—	220	-0,34	170
Salitre (*)	22,3	103	397,4	-1,91	—

(\*) Trabajo no publicado (Donoso, H. y Vallejos M. y E).

**REFERENCIAS**

- 1.—Reglamento sobre concentraciones ambientales máximas permisibles en los lugares de trabajo. Diario Oficial, marzo 29, 1976.
- 2.—BLIGH, J. and JOHNSON, G.— "Glossary of terms for thermal Physiology". Approved by International Union of the I. U. P. S. J. Appl. Physiol. 35: 941, 1973.
- 3.—Vigilancia del medio y de las condiciones de salud en los programas de higiene del trabajo. Org. Mundial Salud. Ser. inf. técn. N° 535, 1973.
- 4.—ADOLPH, E. F. and associates.— "Physiology of man in the desert". Interscience publishers, inc., New York, 1947.
- 5.—Occupational exposure to hot environments. U. S. Department, of Health, Education and Welfare-National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1972.
- 6.—MINARD, D.— "Prevention of heat casualties in marine corps recruits". Milit. méd. 126: 261, 1961.
- 7.—CONSOLAZIO, C. F.; JOHNSON, R. E. and PECORA, L. J.— "Physiological measurements of metabolic functions in man". McGraw-Hill Book Co., New York, 1963.
- 8.—APUD, E.; DONOSO, H.; HERTS, G.; LUNDGREN, N.; OYANGUREN, H. y SANUDO, M.-C.— "Estudio de la industria Fanaloza". Bol. Hig. Epid. 10: 59, 1972.
- 9.—PASSMORE, R. and DURNIN, J. V. G. A.— "Human Energy Expenditure".
- 10.—GOELZER, B.— "Evaluación de la sobrecarga térmica en el ambiente de trabajo". Organización Mundial de la Salud. OC. H/77.1. 1977.
- 11.—ROWELL, L. B.— "Human Cardiovascular Adjustments to Exercise and Thermal Stress". Physiol. Rev. 54: 75, 1974.
- 12.—BENZINGER, T. H.— "Heat Regulation: Homeostasis of central temperature in man". Physiol. Rev. 49: 671, 1969.
- 13.—ROBINSON, S. and ROBINSON, A. H.— "Chemical composition of sweat". Physiol. Rev. 34: 202, 1954.
- 14.—GISOLFI, C. V. and COHEN, J. S.— "Relationships among training, heat acclimation and heat tolerance in men and women: the controversy revisited". Méd. Sci. Sport. 11: 56, 1979.
- 15.—FOX, E. L. and COSTILL, D. L.— "Estimated cardio-respiratory responses during marathon running". Arch. Environ. Health 24: 316, 1972.
- 16.—BROUHA, L.— "Physiology in Industry". Pergamon Press, New York, 1960.
- 17.—APUD, E. y VALLEJOS, MIE.— "La frecuencia cardíaca en el puesto de trabajo como índice de sobrecarga fisiológica". Rev. Méd. Chile 102: 214, 1974.
- 18.—CHRISTENSEN, E. H.— "Aspectos fisiológicos del hombre en el puesto de trabajo en un país subtropical". Serie Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo Núm. 4 Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra, 1964.
- 19.—SCHMUCK, M. G.— "Estudio de carga térmica en mineros del carbón de Lota expuestos a calor". Tesis de grado en química y farmacia. Universidad de Concepción, 1972 (Director de tesis: Prof. Elías Apud).