

# CARGA DE TRABAJO FÍSICO Y COSTO CARDIACO: LA FRECUENCIA CARDIACA DE REFERENCIA. Estudio preliminar \*

A. de la Iglesia H. / J. Gómez B. / R. Sáenz A. / C. Ruiz F. / A. Carmona B. / F. Marqués M.  
Centro Nacional de Medios de Protección - Sevilla I.N.S.H.T.

## INTRODUCCIÓN

Además del estamento médico, la sociedad moderna, y muy especialmente los gobiernos y agrupaciones sindicales, se preocupan, en grado considerable, de mejorar las condiciones de trabajo de los diferentes colectivos laborales.

Una de estas preocupaciones se centra en procurar que la carga física de trabajo sea lo menos penosa posible. Para ello se intenta racionalizar el trabajo, se estudia la turnicidad con sus pros y sus contras, se trabaja exhaustivamente en el diseño ergonómico de útiles, herramientas y maquinaria, se analizan condiciones tales como iluminación, confort, insatisfacción y otras.

De otra parte los diferentes tipos de trabajos pueden ser clasificados desde ligeros a muy duros o intensos, dependiendo de la carga física a desarrollar en las distintas clases de tareas o procesos.

Esta carga física puede, muy bien, ser estudiada en relación con la frecuencia cardíaca que se produce como respuesta al ejercer las funciones propias de un determinado puesto de trabajo. En este sentido hay que resaltar los esfuerzos de investigación llevados a cabo por los grupos de trabajo de los Institutos de Medicina del Trabajo de Lille, Clermont-Ferrand, Grenoble, Strashourg y la A.P.A.S. de París.

La Carga de Trabajo, carga física de trabajo, puede ser evaluada mediante el llamado Costo Cardíaco Absoluto (CCA) o mejor aún mediante el Costo Cardíaco Relativo (CCR) como ya expondremos más adelante; pero para hallar estos índices necesitaremos conocer diferentes modalidades de la frecuencia cardíaca (FC) durante el trabajo y durante el reposo.

Para determinar las diferentes modalidades de la FC, disponemos hoy día de dos procedimientos de elección: el sistema de monitorización electrocardiográfica ambulatoria (Holter) y los frecuenciómetros o integradores de frecuencia cardíaca.<sup>[1]</sup> Nosotros, a pesar de su mayor costo, en Medicina del Trabajo nos inclinamos por el sistema de Holter, toda vez que ofrece otras ventajas, en el seguimiento de grupos de riesgo, como son el análisis de las alteraciones del ritmo, de los trastornos de la conducción y del segmento ST.

La metodología y las indicaciones del sistema Holter han sido suficientemente debatidas y especificadas;<sup>[2]</sup> sin embargo, la evaluación de la carga de trabajo mediante el estudio de la frecuencia cardíaca a través del sistema de la monitorización electrocardiográfica ambulatoria (MEA) u otros, sigue siendo objeto de continuas controversias, las cuales radican fundamentalmente en qué metodología escoger para establecer la frecuencia cardíaca de referencia.<sup>[3-6]</sup>

Por otro lado sabemos que en la medicina convencional, y más concretamente en la valoración cardiológica de las pruebas ergométricas, estudiamos la respuesta cardíaca a un determinado ejercicio; pero, cuando comparamos la FC alcanzada, lo hacemos con la FC de reposo, entendiendo por ésta la que corresponde al estado basal, es decir, la que tiene el paciente o el trabajador acostado sobre una camilla de exploración antes de comenzar la prueba de esfuerzo. Y más concretamente, anotamos como FC de reposo aquella que hemos determinado, en las circunstancias referidas, sobre el electrocardiograma basal.

Al hilo de la consideración anterior nos preguntamos, al igual que otros autores,<sup>[7,8]</sup> si es verdaderamente necesario establecer la frecuencia cardíaca de referencia (FCR) a partir de valores obtenidos durante el sueño o si por el contrario es suficiente definirla, a raíz del valor puntual de la FC basal o mediante otros valores durante un estado de reposo diurno.

Estas consideraciones son importantes, no sólo por los matices de rigor científico que habrán de establecerse en un futuro cercano, sino porque en medicina del trabajo la realización de estos estudios, sobre la evaluación de la carga física de trabajo, podrá ser más asequible si consideramos la FCR a partir de valores obtenidos durante períodos de descanso diurnos.

Algunos autores son conscientes de este problema y proponen, como es el caso de Frimat,<sup>[9]</sup> establecer la FCR como el valor del quinto percentil del día (descanso diurno más trabajo), o bien el valor del primer percentil durante el trabajo.

Nosotros, en este artículo, y a raíz de una línea de trabajo que comenzamos hace ya algún tiempo, salimos a la palestra intentando llevar a cabo una aproximación preliminar al problema.

(\*) Este trabajo fue escrito en diciembre de 1992

## HIPÓTESIS DE TRABAJO

Es nuestro propósito intentar poner de manifiesto que la medida de la frecuencia cardíaca tomada en reposo, en el ámbito de trabajo y antes de iniciar el mismo, puede constituir la FCR ideal para la determinación del CCA y por tanto del CCR, no sólo desde el punto de vista fisiológico sino desde el prisma del menor costo económico y de la mayor comodidad a los efectos de instaurar una vigilancia médico-epidemiológica.

## MATERIAL Y MÉTODO

Para llevar a cabo el trabajo, cuya hipótesis se formuló en el apartado anterior, se efectuó un estudio sobre una muestra representativa de 25 profesionales (21 varones y 4 mujeres) de un centro de control aéreo. El puesto de trabajo en cuestión era el de controlador aéreo en turnos de mañana, tarde y noche. Los dos primeros turnos eran de siete horas y el nocturno de doce. En todos los turnos existía un periodo de descanso cada dos horas. El estudio se llevó a cabo en el turno de mañana.

A cada trabajador se le aplicó un protocolo que contemplaba anamnesis, estado actual de salud y exploración física general.

Los estudios complementarios iban dirigidos fundamentalmente al estudio de factores de riesgo cardiovascular: analíticos (colesterol total, colesterol HDL, triglicéridos, glucemia, ácido úrico y otros generales), electrocardiograma de reposo convencional de doce derivaciones realizado mediante un Mingrograf de seis canales y estudio de monitorización electrocardiográfica ambulatoria mediante un equipo de Holter de tres canales (Nihon Kohden, modelo DMC-3000K). Mediante esta técnica de Holter se obtuvieron las derivaciones CM5, CC5 y NASA.

El cálculo del costo cardíaco absoluto y del costo cardíaco relativo se llevó a cabo mediante las fórmulas:

$$CCA = FCT - FCR$$

$$CCR = \frac{CCA \times 100}{FCMT - FCR}$$

En donde: FCT= frecuencia cardíaca media durante la jornada de trabajo, FCR= frecuencia cardíaca de referencia y FCMT= frecuencia cardíaca máxima teórica (220-edad).

Se determinaron los costos cardíacos CCA<sub>1</sub>, CCA<sub>2</sub>, CCA<sub>3</sub>, CCA<sub>4</sub>, CCR<sub>1</sub>, CCR<sub>2</sub>, CCR<sub>3</sub> y CCR<sub>4</sub>. Naturalmente estos costos cardíacos derivaban de las siguientes frecuencias cardíacas de referencia, que a su vez íbamos a comparar entre sí: FCR<sub>1</sub>, FCR<sub>2</sub>, FCR<sub>3</sub> y FCR<sub>4</sub> en donde:

FCR<sub>1</sub> = frecuencia cardíaca basal o de reposo, medida a partir del electrocardiograma convencional durante dos minutos (media de todos los intervalos R-R del trazado) y al menos 30 minutos antes de iniciar el trabajo.

FCR<sub>2</sub> = valor de la frecuencia cardíaca media correspondiente al 5º percentil del periodo de reposo (periodo de reposo = descanso en cama o sillón, sueño o vigilia, en domicilio tras la jornada de trabajo y de al menos una hora de duración).

FCR<sub>3</sub> = valor de la frecuencia cardíaca media correspondiente al percentil 95 del periodo de reposo.

FCR<sub>4</sub> = valor de la frecuencia cardíaca media correspondiente al total del periodo de reposo.

A fin de calificar la categoría del trabajo, en relación con la intensidad física del mismo, se estimó el gasto energético del puesto de trabajo según una metodología propia, modificada de los estudios de Lehmann, que exponemos en la *Tabla 1*. Por

**TABLA 1**  
Valoración del gasto energético en el puesto de trabajo

A										
Posición del cuerpo	HORAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<b>Calorías de trabajo</b>									
Extendido, sentado	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
De pie	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
Andando	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200
Subiendo	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500

  

B											
Clase de trabajo	HORAS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	<b>Calorías de trabajo</b>										
Trabajo manual	Fácil	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
	Penoso	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Trabajo de los brazos	Fácil	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750
	Penoso	125	250	375	500	625	750	875	1000	1125	1250
Trabajo Corporal	Fácil	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
	Ligero	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	—	—
	Penoso	400	800	1200	1600	2000	2400	—	—	—	—
	Muy penoso	500	1000	1500	2000	—	—	—	—	—	—

  

EMPRESA	
SECCIÓN	
Puesto de Trabajo	
1.- Valoración (8 h.)	<input type="text"/>
2.- Valoración en Kc/m	<input type="text"/>
3.- 10% de Kc/m	<input type="text"/>
4.- Gasto Energético (2+3) Kc/m	<input type="text"/>
<b>Valor standar tablas estimado-experimental</b>	<b>Comparación n/valoración</b>
Gasto energético 24 h.	- Valor 8 h. .... <input type="text"/>
<input type="text"/>	- Resto 24 h. + 2.300
	G.E. 24 h. <input type="text"/>
<b>CLASIFICACIÓN PUESTO DE TRABAJO</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Denominación</b>
Grado 1	Ligero ..... 1-2,99 Kcal/m
Grado 2	Semipenoso ..... 3-5,99 Kcal/m
Grado 3	Penoso ..... 6 y más Kcal/m

Guía para la valoración energética del trabajo físico. Modificado por los autores de G. Lehmann.

# CONDICIONES DE TRABAJO Y SALUD

otra parte se calificó la categoría de trabajo según el esquema de Christensen (Tabla 2).

No hubo necesidad de excluir del estudio a ninguno de estos trabajadores por razones de patología cardiovascular.

La actividad física extralaboral, que puede condicionar el comportamiento de la frecuencia cardíaca, fue considerada de activa en el 85% de los trabajadores. En el 15% restante, aunque la actividad fue sedentaria, no fue discordante como para excluir

**TABLA 2**

**Clasificación de Christensen en cuanto a la intensidad física de los distintos trabajos en función de la frecuencia cardíaca**

	FRECUENCIA CARDIACA
T. muy ligeros	FC < 75
T. ligeros	75 < FC < 100
T. moderados	100 < FC < 123
T. duros	125 < FC < 150
T. muy duros	150 < FC < 175

fm = latidos por minuto.

del estudio a ninguno de ellos. Tampoco se observaron discrepancias en relación con el hábito tabáquico y a la ingesta de alcohol.

Para el procesamiento de los datos y el análisis de los mismos se utilizó un ordenador PC-IBM AT-286. El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el estudio de la comparación de dos grupos apareados por el procedimiento T-test pairs del sistema SPSS/PC+, haciendo constar que para la comparación de las medias, de los parámetros FCR, CCA, CCR y factores de riesgo, se utilizó el test t-value (t-Student) y su grado de significación bilateral (p). De otra parte, para el estudio de cada dos series de los tiempos de reacción, se halló el coeficiente de correlación (Corr) y su grado de significación bilateral (p) en relación con los parámetros FCR, CCA y CCR.

Cuando se obtuvieron valores negativos en el cálculo de los CCA y CCR, éstos fueron excluidos del análisis estadístico tal y como se señala en las correspondientes tablas al tratar de los resultados.

## RESULTADOS

En la Tabla 3 se presentan los datos correspondientes a la edad y factores de riesgo de la población estudiada, observándose que el estrato etéreo corresponde a un colectivo comprendido en la mediana edad y que las cifras medias de prevalencia de los factores de riesgo se encuentran dentro de los límites normales encontrados en la población laboral a excepción de la prevalencia para los triglicéridos que se objetivó ligeramente elevada.<sup>[10,11]</sup>

Los resultados del estudio de las distintas frecuencias cardíacas de referencia y la comparación entre ellas se exponen en las Tablas 4 y 5.

**TABLA 4**

**Valores de las frecuencias cardíacas de referencias FCR<sub>1</sub>, FCR<sub>2</sub>, FCR<sub>3</sub> y FCR<sub>4</sub>**

	n	x	s	s/N
FCR <sub>1</sub>	25	64,284	15,842	3,168
FCR <sub>2</sub>	25	71,736	27,982	5,596
FCR <sub>3</sub>	25	71,276	24,024	4,805
FCR <sub>4</sub>	25	72,652	24,447	4,889

x = media; s = desviación estándar; s/N = error estándar

**TABLA 5**

**Valores de correlación y estudio de comparación de medias entre las distintas frecuencias cardíacas de referencia**

	CORRELACIÓN		T de STUDENT		
	Corr	p	t	p	n-1
FCR <sub>1</sub> y FCR <sub>2</sub>	0,629	0,001	-1,71	0,101	25/24
FCR <sub>1</sub> y FCR <sub>3</sub>	0,779	0,000	-2,28	0,032	25/24
FCR <sub>1</sub> y FCR <sub>4</sub>	0,737	0,000	2,51	0,019	25/24
FCR <sub>2</sub> y FCR <sub>3</sub>	0,814	0,000	0,14	0,889	25/24
FCR <sub>2</sub> y FCR <sub>4</sub>	0,780	0,000	0,26	0,798	25/24
FCR <sub>3</sub> y FCR <sub>4</sub>	0,970	0,000	1,15	0,261	25/24

Corr = coeficiente de correlación; t = valor "t" de Student; p = grado de significación estadística; n = número de casos; n-1 = grados de libertad.

**TABLA 3**

**Representación de los valores medios (x) y desviación estándar (s) correspondientes a la edad de la muestra y a los factores de riesgos estudiados**

		Edad	PAS	PAD	C.T.	HDL	TGC	GL
VARONES	X	38,3	118,5	70,8	217,6	44,8	145,1	101
	S	6,3	9,9	7,8	48,6	9,2	66,7	51,1
MUJERES	X	34	108,8	63,8	212	62	86	83
	S	3,4	6,3	4,8	21,5	2,8	26	9

PAS = presión arterial sistólica; PAD = presión arterial diastólica; C.T. = colesterol total; HDL = colesterol HDL; TGC = triglicéridos; GL = glucemia.

Destaca en primer lugar el hecho de que la FCR<sub>1</sub> es la que presenta valores más bajos ( $x = 64,284$ ), siendo su desviación y error estándar los más aceptables.

Existe una buena correlación entre las cuatro FCR's, tomadas de dos en dos. El coeficiente más alto corresponde a la pareja FCR<sub>3</sub>-FCR<sub>4</sub> y el más bajo a la formada por FCR<sub>1</sub>-FCR<sub>2</sub>. Este estudio de correlación fue estadísticamente significativo como se puede apreciar por el valor de "p" (Tabla 5). Sin embargo, al llevar a cabo el estudio de comparación de medias ("t" de Student) entre las distintas FCR's, el análisis sólo es estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ) para los apareamientos entre FCR<sub>1</sub> y FCR<sub>3</sub> ( $p = 0.032$ ) y FCR<sub>1</sub> y FCR<sub>4</sub> ( $p = 0.019$ ).

El estudio del costo cardíaco absoluto en las distintas modalidades que hemos considerado (en función a su vez de las distintas FCR's), se refleja en las Tablas 6 y 7. Observamos cómo el número de casos, o mejor de valoraciones, es distinto según la variante del CCA que consideremos. Ello es debido a que, como expusimos en material y método, no contabilizamos los CCA's que dan un valor negativo. En el apartado de "discusión" ahondaremos en estos detalles.

Como podemos apreciar el CCA<sub>1</sub> es el que presenta un valor medio más elevado y, aunque los restantes CCA's tienen una desviación estándar más pequeña, el número de valoraciones se

ve reducido habida cuenta de los valores negativos que en ellos se obtienen (Tabla 6).

La correlación entre las distintas modalidades del CCA ya no es tan buena, globalmente, como cuando correlacionábamos las distintas FCR's, aunque el mayor y menor coeficiente corresponde, como en el caso anterior, a los apareamientos CCA<sub>3</sub>-CCA<sub>4</sub> y CCA<sub>1</sub> y CCA<sub>2</sub> respectivamente. El análisis estadístico de estas correlaciones fue altamente significativo (Tabla 7) en todos los casos, salvo para CCA<sub>1</sub> y CCA<sub>2</sub> en que no lo fue.

El análisis de la comparación de medias fue del mismo modo estadísticamente significativo para los estudios de CCA<sub>1</sub>-CCA<sub>2</sub>, CCA<sub>1</sub>-CCA<sub>3</sub> y CCA<sub>1</sub>-CCA<sub>4</sub>, no siéndolo para las restantes combinaciones. Aquí volvemos a resaltar que los grados de libertad (en relación con el número de casos) disminuyen en función de los CCA's 2,3 y 4 y en ningún caso para el CCA<sub>1</sub>.

Finalmente y en relación con el estudio del CCR, cuyos resultados se plasman en las Tablas 8 y 9, conviene resaltar que es el CCR<sub>1</sub> el que presenta unas cifras más altas. Evidentemente estos valores medios, sensiblemente más elevados, vienen derivados de que la FCR<sub>1</sub> es la que a su vez presenta valores más bajos.

**TABLA 6**  
Valores de los costos cardíacos absolutos  
CCA<sub>1</sub>, CCA<sub>2</sub>, CCA<sub>3</sub> y CCA<sub>4</sub>

	n	x	s	s/N
CCA <sub>1</sub>	25	15,260	10,263	2,053
CCA <sub>2</sub>	15	8,127	7,362	1,901
CCA <sub>3</sub>	17	10,412	7,984	1,936
CCA <sub>4</sub>	15	10,120	7,969	2,057

n = número de casos; x = media; s = desviación estándar; s/N = error estándar.

**TABLA 8**  
Valores de los costos cardíacos relativos  
CCR<sub>1</sub>, CCR<sub>2</sub>, CCR<sub>3</sub> y CCR<sub>4</sub>

	n	x	s	s/N
CCR <sub>1</sub>	25	14,126	7,959	1,592
CCR <sub>2</sub>	15	7,673	6,648	1,716
CCR <sub>3</sub>	17	9,470	7,321	1,775
CCR <sub>4</sub>	15	9,413	7,246	1,871

n = número de casos; x = media; s = desviación estándar; s/N = error estándar.

**TABLA 7**  
Valores de correlación entre los distintos costos cardíacos absolutos, obtenidos a partir de las frecuencias cardíacas de referencia consideradas

	CORRELACIÓN		"T" de STUDENT		
	CORR	p	t	p	n/n-1
CCA <sub>1</sub> y CCA <sub>2</sub>	0,396	0,084	4,06	0,001	20/19
CCA <sub>1</sub> y CCA <sub>3</sub>	0,697	0,001	4,64	0,000	20/19
CCA <sub>1</sub> y CCA <sub>4</sub>	0,818	0,000	-3,54	0,003	17/16
CCA <sub>2</sub> y CCA <sub>3</sub>	0,666	0,005	-1,77	0,960	16/15
CCA <sub>2</sub> y CCA <sub>4</sub>	0,767	0,001	0,90	0,384	15/14
CCA <sub>3</sub> y CCA <sub>4</sub>	0,874	0,000	-0,60	0,558	14/13

Corr = coeficiente de correlación; p = grado de significación estadística; t = valor "t" de Student; n = número de casos; n-1 = grados de libertad.

**TABLA 9**  
Valores de correlación y comparación de medidas correspondientes a los distintos costos cardíacos relativos obtenidos a partir de los costos absolutos y de las distintas frecuencias cardíacas de referencia consideradas

	CORRELACIÓN		"T" de STUDENT		
	CORR	p	t	p	n/n-1
CCR <sub>1</sub> y CCR <sub>2</sub>	0,344	0,117	4,55	0,000	22/21
CCR <sub>1</sub> y CCR <sub>3</sub>	0,733	0,000	4,57	0,000	20/19
CCR <sub>1</sub> y CCR <sub>4</sub>	0,819	0,000	-3,96	0,001	18/17
CCR <sub>2</sub> y CCR <sub>3</sub>	0,553	0,017	-2,47	0,025	18/17
CCR <sub>2</sub> y CCR <sub>4</sub>	0,781	0,000	1,66	0,116	17/16
CCR <sub>3</sub> y CCR <sub>4</sub>	0,937	0,000	-0,54	0,596	15/14

Corr = coeficiente de correlación; p = significación estadística; t = valor "t" de Student; n/n-1 = n° casos y grados de libertad.

Aquí objetivamos, lo mismo que al considerar el estudio del CCA, que el número de valoraciones para los  $CCR_2$ ,  $CCR_3$  y  $CCR_4$  se ve disminuido respecto al  $CCR_1$ , que en ningún caso presenta valores negativos (Tabla 8).

No existe una buena correlación entre  $CCR_1$ - $CCR_2$  ni entre  $CCR_2$ - $CCR_3$ , siendo buena en las restantes comparaciones.

Existe una alta significación estadística ("t" de Student) para los estudios de comparación de medias entre  $CCR_1$ - $CCR_2$ ,  $CCR_1$ - $CCR_3$ ,  $CCR_1$ - $CCR_4$  y  $CCR_2$ - $CCR_3$ , no siendo el estadístico significativo para los apareamientos  $CCR_2$ - $CCR_4$  y  $CCR_3$ - $CCR_4$ .

## DISCUSIÓN

La discusión fundamental de este estudio se centra, para nosotros, en la metodología para determinar la frecuencia cardíaca de referencia al objeto de determinar posteriormente el costo cardíaco relativo, parámetro éste que, en definitiva, nos va a definir prioritariamente el grado de fatiga física.

En nuestro estudio la FCR que mejor se comporta es la  $FCR_1$ , es decir, la frecuencia cardíaca que consideramos basal. En efecto, sus valores medios son más bajos en relación con el resto de las consideradas, como corresponde a un estado fisiológico basal y su desviación con respecto a la media, así como el

error estándar considerado, nos informan acerca de la homogeneidad de su comportamiento.

De otra parte, el resto de las FCR's consideradas presentan unos valores medios más elevados. Ello es debido, en gran parte, a la sensación "molesta" y de "cuerpo extraño" que experimenta el trabajador cuando porta sobre él el aparato para medir su frecuencia. Esta situación se presenta ya desde el comienzo del estudio: inmediatamente después de efectuar el electrocardiograma convencional (en donde se determina la  $FCR_1$ ) se coloca el equipo Holter y durante los primeros minutos de la verificación del funcionamiento ya se objetiva un ligero aumento de la frecuencia cardíaca.

Por otro lado existen otros condicionantes que aconsejan, al menos en nuestra opinión, la determinación de la  $FCR_1$ , y son aquéllos derivados de la comodidad, la eficacia y el menor costo. Es obvio que si el trabajador tiene que seguir portando el equipo cuando termina su jornada laboral, este aparato no podrá ser usado por otro trabajador en distinto turno laboral. Los costos a su vez se incrementarán debido al mayor tiempo de funcionamiento del equipo y del tiempo dedicado a su análisis.

Como resumen de la discusión sobre la frecuencia cardíaca de referencia, concluimos significando lo siguiente: Si bien la  $FCR_2$  es la única que, estadísticamente hablando, no mantiene diferencias respecto a las restantes, también es cierto que respecto a la  $FCR_1$ , y considerada aisladamente (Tabla 4), se comporta, desde el punto de vista fisiológico, peor que esta última. De otra parte la  $FCR_1$  tampoco mantiene diferencia, estadísticamente significativa, con la  $FCR_2$ , y finalmente los criterios de comodidad, eficacia y menor costo, que expresamos en el párrafo anterior, aconsejan, en nuestra opinión, la elección de la  $FCR_1$  como frecuencia cardíaca de referencia.

Con independencia de lo ya expuesto, al valorar el costo cardíaco relativo, que a su vez lo obtenemos del CCA, objetivamos cómo se nos presentan CCR's con valores negativos que hemos tenido que deshechar hasta en un 40% para el  $CCR_4$  (10 valores de 25). El no considerar estos valores negativos se nos antoja ético desde la ortodoxia metodológica, pues, aunque el porcentaje negativo pudiera ser obviado, no parece en absoluto correcto el considerar una frecuencia cardíaca de referencia mayor que la frecuencia cardíaca media de la jornada de trabajo, parámetros que, como ya expusimos anteriormente, son considerados en las ecuaciones que nos llevan a determinar los CCA's y los CCR's.

**TABLA 10**

**Clasificación del tipo de trabajo físico, del colectivo objeto del estudio -controladores aéreos- considerada desde tres vertientes: según gasto energético, en función de la frecuencia cardíaca media de trabajo y a tenor del  $CCR_1$  (aplicando el baremo utilizado por Chamoux).**

GASTO ENERGÉTICO modif. de Leleuana	FREC. CARDÍACA Christensen	$CCR_1$ Escala de Chamoux
LIGERO	Muy ligero .....2%	concordancia 100%
	Ligero .....76%	*concordancia 63% *pasan a -muy ligeros 16% -moderados ..21%
	Moderado .....8%	concordancia 100%

El CCR<sub>1</sub> presenta un valor medio más alto que los restantes, lo cual nos obliga a tener que renunciar a la escala de valores que vienen utilizando los autores que referenciamos en la introducción de este artículo.

Este planteamiento se corrobora al comparar la calificación del puesto de trabajo, en cuanto a la actividad física del colectivo estudiado, según la metodología que expusimos en el apartado de material y método y cuyos resultados comparativos reflejamos en la *Tabla 10*.

El trabajo de los controladores aéreos, que configuran la muestra de nuestro estudio, puede ser definido, desde el punto de vista físico, como un trabajo ligero, según la metodología derivada de los estudios de Lehmann. Pero si consideramos la FCT, es decir, la frecuencia cardíaca media de trabajo, en relación con la clasificación de Christensenn, vemos cómo en nuestro colectivo la calificación de trabajo ligero corresponde al 76% de la muestra (*Tabla 10*).

Si comparamos en la misma tabla los resultados obtenidos mediante la clasificación de Christensenn con los obtenidos mediante nuestro CCR<sub>1</sub> aplicándole la escala-baremo de Chamoux, observamos una buena concordancia, aunque no todo lo buena que sería deseable, ya que un porcentaje de los casos pasan a otra catalogación.

Si tenemos en cuenta los coeficientes de variación de los grupos que no se ajustan a la calificación de trabajos ligeros, podríamos poner el límite del CCR<sub>1</sub>, para trabajos ligeros, en el valor 25 en vez del valor 20 (Chamoux), pero esto no podemos hacerlo hoy por hoy hasta que no tengamos constancia de estos coeficientes de variación en los restantes tipos de trabajo, amén del mayor número muestral que necesitaríamos para llegar a las conclusiones pertinentes.

En virtud de lo anteriormente expuesto es evidente que habremos de confeccionar una escala acorde con nuestra propuesta metodológica (FCR<sub>1</sub>), y en este sentido llevamos trabajando algún tiempo. En el momento actual -Diciembre de 1992- hemos completado los estudios sobre trabajos físicos ligeros, ligeros-moderados y moderados. Para llevar a cabo la propuesta definitiva de una nueva escala-baremo, estamos desarrollando los estudios correspondientes a los trabajos físicos intensos y muy intensos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) Para la determinación del CCR en los estudios tendentes a valorar la carga física de trabajo, se pone de manifiesto, en nuestro estudio, que el parámetro de referencia debe ser la llamada FCR<sub>1</sub>.
- 2) La FCR<sub>1</sub> es aquella frecuencia cardíaca que se determina en el trabajador en reposo, tendido sobre una camilla de reconocimiento, mediante el registro continuo del electrocardiograma convencional (media de todos los intervalos R-R del trazado) y al menos 30 minutos antes de iniciar la jornada laboral.
- 3) La utilización de esta frecuencia cardíaca de referencia confiere al parámetro CCR un comportamiento más uniforme y por tanto más fiable que cuando se utilizan frecuencias cardíacas de referencia distintas a la FCR<sub>1</sub>.

- 4) El uso de esta FCR<sub>1</sub> hace que estos estudios sean más cómodos de llevar a cabo, abaratando, además, notablemente su coste.
- 5) Es necesario confeccionar una escala acorde con los valores del CCR<sub>1</sub>, trabajos que está desarrollando el INSHT en su Centro Nacional de Medios de Protección en Sevilla.

## Agradecimiento

A todos los profesionales del Centro de Control de Tránsito Aéreo del Área de Sevilla [Dirección General de Aviación Civil] que participaron en el estudio, por su magnífica colaboración y entusiasmo, y especialmente a D. Juan Manuel Janda Romero, a D. Fernando López Pérez y a D. Joaquín Gotor quienes nos dieron toda clase de facilidades en la gestión y de los que aprendimos aspectos desconocidos por nosotros, todo lo cual nos fue de una ayuda inestimable para el diseño del estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CHAMOIX, A.: *Les appareils de mesure de la fréquence cardiaque au travail: performances et critères de choix*. *Rev Med Trav.*, 1990, XVII, n° 2, 65-69.
2. ARONOW, W.S.: *Ambulatory electrocardiographic monitoring*. *Am J Noninvas Cardiol*, 1989, 3, 265-276.
3. FRIMAT, P.; CHAMOIX, A.; GAUDEMARI, R.; CANTINEAU, A. Y AMPHOIX, M.: *Fréquence cardiaque et travail. Quelle utilisation? Quels critères?* *Arch Mal Prof.*, 1989, 50, 4, 357-360.
4. GONTHIER, C.; MONIN, E.; GAUDEMARI, R.; BLATTIER, J.F.; PERDRIX, A. Y MALLION, J.M.: *Etude de la charge physique de travail de sapeurs-pompiers professionnels par enregistrement de la fréquence cardiaque sur 24 heures*. *Arch Mal Prof.*, 1985, 46, 7-8, 465-468.
5. ROGOWSKY, M. Y MALCHAIRE, J.: *Etude qualitative et quantitative de la charge de travail par enregistrement continu de la fréquence cardiaque*. *Rev des Cond de Travail*, 1986, 22, 7-10.
6. JEGADEN, D. Y LEGAUX, B.: *Pylônes de grande hauteur: étude d'un protocole standardisé de nontée*. *Arch Mal Prof.*, 1990, 51, 2, 77-82.
7. BOHARD, H.; FIENGO, F.; FRIMAT, P. Y FURON, D.: *L'aide-soignant de nuit: évaluation de la charge de travail global par la fréquence cardiaque*. *Rev Med Trav.*, 1990, XVII, 2, 90-93.
8. TREILLE, Y.M.; TRINH, N.T. Y KERAVAL, F.: *La fréquence cardiaque comme critère d'étude de la charge de travail des contrôleurs de la S.N.C.F.* *Rev Med Trav.*, 1990, XVII, 81-84.
9. FRIMAT, P.: *Lille 1987-Grenoble 1989. Fréquence cardiaque et travail*. *Rev Med Trav.*, 1990, XVII, 2, 61-63.
10. DE LA IGLESIA, A. Y GÓMEZ J.: *Epidemiología de la Hipertensión Arterial en el ámbito laboral: prevención y vigilancia*. *Documento Técnico 61:91*, 1991, INSHT, M° de Trabajo y Seguridad Social.
11. PARDELL, H.: *La Hipertensión Arterial en España*, 1986. *Liga Española para la lucha contra la hipertensión arterial*, 2ª edición, Madrid.