



MEDICINA DEL TRABAJO

NUMERO
ESPECIAL

ENERO 1996

Alteraciones electrocardiográficas en bomberos, durante el paso por la pista de entrenamiento Dräger

*Dres. J. M. Egea, A. Zurbano,
L. Ruigómez, J. Jiménez*

TRABAJO PREMIADO CON EL VI PREMIO DE LA ASOCIACION ESPAÑOLA
DE ESPECIALISTAS EN MEDICINA DEL TRABAJO,
PATROCINADO POR CIE



Alteraciones electrocardiográficas en bomberos, durante el paso por la pista de entrenamiento Dräger

Trabajo premiado con el VI Premio de la Asoc. Española de Especialistas en Medicina del Trabajo, patrocinado por CIE

Es bien sabido que la profesión de bombero está asociada a una incidencia de trastornos cardiovasculares más elevada que otros trabajos, considerados igualmente de riesgo. Se estudian y discuten las alteraciones electrocardiográficas, observadas durante el paso por la pista de entrenamiento Dräger, en un grupo de 43 bomberos, con edades comprendidas entre los 20 y los 30 años, que habían completado recientemente su formación en la Escuela de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid.

Palabras clave: Riesgo cardiovascular laboral, alteraciones electrocardiográficas, electrocardiografía ambulatoria, bomberos, pista de entrenamiento Dräger.

J. R. Egea Ureña*
A. Zurbano Sastre**
L. Ruigómez Iza***
J. Jiménez Soto****

Correspondencia: Dr. A. Zurbano
Parque de Bomberos de Aluche
Avda. de los Poblados s/n
28044 Madrid

* Médico E. Medicina de la Educación Física y Deporte.
Clínica del Servicio de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid. Madrid.

** Médico E. Traumatología. Inspector Médico del Servicio
de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid. Madrid.

*** Jefe del Servicio de Cardiología del Hospital Doce de Octubre. Madrid.

**** A.T.S. de la Clínica del Servicio de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid. Madrid.

Desde hace tiempo se sabe que los bomberos sufren enfermedades y accidentes cardiovasculares con una morbilidad y mortalidad muy elevadas con respecto a algunas profesiones.

Sobre este hecho no se han realizado muchos estudios, pero es algo que se ha podido evidenciar claramente en ciertas ocasiones; por ejemplo, en el Departamento de Bomberos de Toronto (Canadá), donde se ha demostrado una asociación estadísticamente significativa entre las muertes por accidentes cardiovasculares en algu-

nos de sus miembros, con edades comprendidas entre los 45 y los 54 años⁽¹⁾.

Otro trabajo -realizado en Estados Unidos- muestra que, en ese país y en 1985, murieron 48 de estos profesionales de «ataque cardíaco», cinco de ellos en el mismo lugar del siniestro. Asimismo, se puede apreciar cómo dentro de todas las causas de muertes registradas ese año en bomberos (quemaduras, intoxicación por humos, aplastamiento, ACVA, parada respiratoria, hemorragia cerebral y aneurismas) el «ataque cardíaco» es el que mayor incidencia

Electrocardiographic changes in firemen while going through the Dräger training track

It is well known that the profession of fireman is associated to a higher incidence of cardiovascular problems than other professions which are also considered to be "risk" ones. The authors study and discuss the electrocardiographic changes observed while going through the Dräger training track in a group of 43 firemen aged 20 to 30 years who had just completed the training course of the Firemen's School of the Municipality of Madrid.

Key words: Occupational cardiovascular risk, electrocardiographic changes, ambulant electrocardiographic monitoring, firemen, Dräger training track.

tiene, con un porcentaje que llega a oscilar entre el 38,7 y 42,1 del total⁽²⁾.

La consideración de la importancia de estos hechos es lo que nos aconseja el estudio del comportamiento cardíaco durante una prueba de esfuerzo específica para bomberos, parte de lo que puede hacerse en la pista de entrenamiento Dräger. De forma secundaria, también se utiliza para estudiar el comportamiento técnico y psicológico.

Para todo esto, se observaron las posibles alteraciones electrocardiográficas (trastornos del ritmo, focos ectópicos, signos isquémicos)

cos...) antes, durante y después de la prueba.

Homologamos el ejercicio del recorrido lo más posible al que, por término medio, se desarrolla en un siniestro, es decir, desde que suenan los timbres de salida hasta que finaliza el trabajo, reproduciendo todos sus pasos en los aparatos de que consta la pista exterior y el «laberinto» interior.

La consecución de estos objetivos sería muy útil para valorar la situación cardiovascular de cada hombre, así como su preparación física que, sin duda, siempre repercute en un mejor funcionamiento del Servicio.

Consideraciones previas

La pista, en lo que se refiere al estudio del nivel técnico del bombero, es decir, como circuito de mantenimiento, es más cuestionable, en contraposición a lo que mantienen algunos estudiosos del tema sobre que estos hombres deben entrenarse con este sistema, ya que los siniestros implican la utilización de una serie de aparatos, utensilios y demás herramientas, que siempre se requieren y que no pueden ponerse a prueba aquí como sería necesario⁽⁵⁾.

Si a esto le sumamos que el trabajo se realiza en equipo, y la pista se pasa de forma individual, tenemos que quitarle importancia a ésta en lo que se refiere a pista de entrenamiento y concedérsela en lo que puede tener un campo muy amplio y útil que es el de la prueba de esfuerzo específica, especialmente para bomberos veteranos, ya que en los principiantes puede que se inviertan los papeles, aunque en estos también es básica la valoración psicofísica que se podría llevar a cabo en dicho circuito.

La monitorización sólo es posible, debido a los problemas técnicos que todo esto implica, con el sistema Holter mientras hacían el recorrido, con lo que se obtiene el

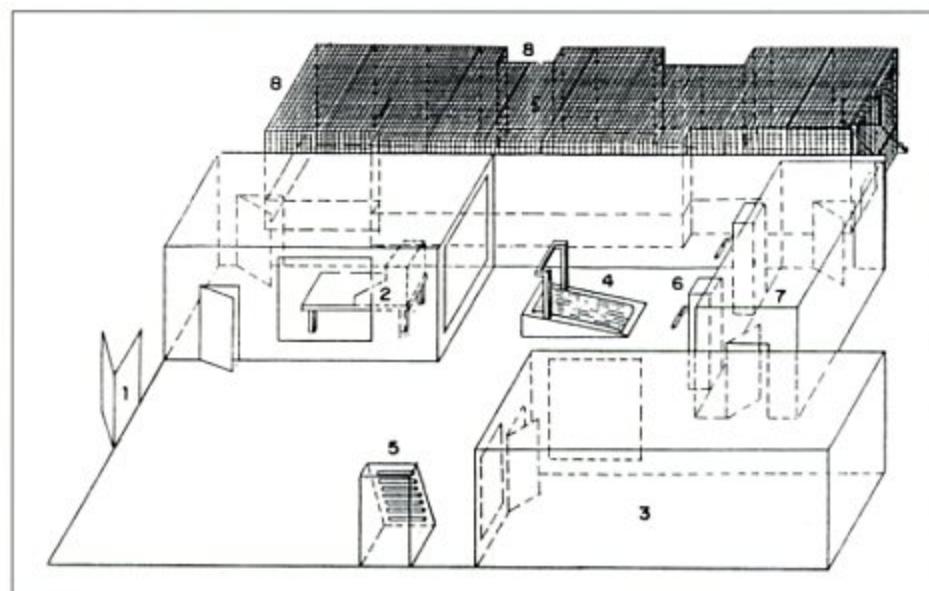


Figura 1. Dibujo esquemático de la pista Dräger: 1. Puerta de entrada a la pista; 2. Púlpito de control; 3. Cuarto médico; 4. Cinta continua; 5. Escalera sin fin; 6. Martillo; 7. Vestíbulo de aislamiento del recinto interior; 8. Circuito de orientación. (Esquema original de Jesús Egea Ureña).

registro electrocardiográfico en todos y cada uno de ellos.

Bosquejo histórico

Desde que Norman Holter introdujo, hace más de 20 años, el sistema portátil de grabación de electrocardiogramas de los pacientes, los avances en esta tecnología han continuado hasta la actualidad, con métodos de grabación y análisis durante largo tiempo. Es, sin lugar a dudas, el mejor sistema para la identificación de latidos ectópicos⁽⁶⁾ y, por supuesto, el método ideal para la detección de arritmias, aunque presente algunas dificultades en la cuantificación de los cambios del segmento S-T, así como el problema de los artefactos, todavía no resuelto⁽⁵⁾.

Desde el siglo pasado se está investigando en este campo. E. Boas y M. Weiss, en 1929, idearon un sistema que puede ser el precursor del registro dinámico moderno.

El instrumento, que permitía contabilizar los latidos cardíacos durante largos períodos de tiempo, se conoce con el nombre de cardiota-

cómetro. Consta de electrodos, amplificador y un sistema de registro. Cada latido deja una señal en este último con lo cual puede saberse el número de latidos producidos durante la noche, con el cardiotacómetro colocado en la misma habitación del paciente. Más tarde se consiguieron buenos resultados con la radioelectrocardiografía, hasta llegar al método Holter, cuyos elementos fundamentales son la registradora, los cables y electrodos, y el electrocardioanalizador.

En la mayoría de los modelos se utilizan dos derivaciones bipolares precordiales. Para ello, se requieren cinco electrodos, dos positivos con sus correspondientes negativos y el electrodo tierra. La derivación superior se parece a V_3 y la inferior a V_1-V_2 .

El registro se hace por la caja registradora a través de una cinta magnética, en forma de carrete o *cassette* que se mueve entre 25,4 y 177,8 mm/min. En la actualidad, llevan un sistema de alarma que graba una señal en cada evento, accionada por el mismo individuo que la porta.



El analizador consta, en la mayoría de los aparatos, de un sistema de reproducción de ECG, a distintas velocidades, pantalla osciloscópica, amplificador de sonidos (audio-speaker) y analizador de arritmias (arritmógrafo).

Por último, tiene que haber un sistema de impresión de datos, que facilita al final de la lectura un resumen tabulado en forma de cifras y/o histogramas⁽⁶⁾.

Volviendo al contenido de la experiencia que nos ocupa, no se puede hacer un paragon con otras pruebas de esfuerzo, ya que ésta es un combinado de una serie de aparatos donde se realizan tests anaeróbicos, en un porcentaje elevado durante la primera parte y sobre todo aeróbicos en la segunda -como se explicará más adelante-, según el tiempo dedicado en los mismos y la intensidad de cada uno de ellos⁽⁷⁾.

Hay una serie de pruebas en diversos aparatos que no sirven en este caso como, por ejemplo, la de Bruce en tapiz rodante, por ser muy aeróbica y larga de duración, o la de Harvard en escalón, ocurriéndole lo mismo que a la anterior⁽⁸⁾. Más próximas a las realizadas en la pista son, por ejemplo, la de Schnabell-Kinderman, que consiste en dos series de carrera en el tapiz, a 22 km/h con una pendiente de 7,5%. La primera carrera de 40 segundos de duración, submáxima, la que realmente corresponde a la que aquí se hace (con algunas diferencias), y una segunda carrera máxima hasta el agotamiento con 40 minutos de pausa. Se miden los lactatos máximos de cada serie y la diferencia entre los dos sirve para la valoración de la capacidad anaeróbica aláctica.

En lo que respecta a la escalera hay un test con cierta similitud, por ser breve e intenso, pero como el anterior tiene grandes diferencias: es el test de Margarita, donde el sujeto sube 15 escalones a gran velocidad midiendo la que lleva entre

el 6º y el 12º, lo que mide la potencia anaeróbica, que resulta demasiado breve para la prueba que aquí se estudia⁽⁹⁾.

Probablemente, el test de Master, sobre todo por la duración, es el que mayor similitud guarda con el que se hace en el segundo aparato de la pista, pero teniendo siempre en cuenta que en aquél sólo se utilizan las piernas, una diferencia bastante sustancial⁽¹⁰⁾.

Si la escalera introducía el ejercicio de brazos con un porcentaje no muy alto, la última prueba antes de la «cámara» es exclusiva de aquéllos, y consiste en una polea que eleva un peso haciendo trabajar, sobre todo, a los músculos dorsales. Desde el punto de vista fisiológico, esto tiene una gran importancia ya que introduce un componente que se aproxima, en parte, a la contracción isométrica, cuestión que complica de forma interesante el circuito, como ya se explicará más adelante. Aquí también se podría intentar comparar con otros ergómetros, como son el nadoergómetro o el remoergómetro, pero hay diferencias importantes por la especificidad propia del ejercicio.

De cualquier forma, y no digamos ya si nos paramos a analizar la diversidad de movimientos que puede haber en el recinto interior, en esta prueba, y en su conjunto, es difícil cuantificar la cantidad de trabajo físico que en ella se realiza, además de que no es esa la misión de este estudio. Nos hemos centrado en intentar conocer hasta qué punto supone de esfuerzo y en qué medida repercute en el sistema cardiovascular, algo que es cotidiano y habitual en un servicio de bomberos: un incendio en una vivienda de una quinta o sexta planta de cualquier edificio.

MATERIAL Y METODOS

Componentes humanos

Elegidos al azar 43 bomberos, se les hizo un reconocimiento general

para comprobar la ausencia de anomalías. Se realizó una exploración general, EKG, espirometría, Rx de tórax y analítica que incluía: recuento, fórmula, VSG, colesterol, triglicéridos, ácido úrico y transaminasas. Todos ellos resultaron dentro de la normalidad, con las variaciones propias de las personas jóvenes y que, además, hacen mucho ejercicio físico.

Estos hombres estaban recién salidos de la Escuela de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid, donde siguen un período de formación de 4 meses y con un entrenamiento intensivo, tanto físico como técnico.

Todos ellos son atletas que se podrían encuadrar dentro de las cualidades físicas de la potencia, por los ejercicios para los que están entrenados y los buenos resultados que dan en los mismos. Así, son capaces de correr los 100 m lisos, sin tacles de salida en menos de 12 segundos y 30 décimas, suben una cuerda de 7 m en menos de un metro por segundo, levantan 45 kg en *press* de banca (pectoral) en 30 segundos 40 a 50 veces, hacen en el mismo tiempo 20 dominadas en la barra fija y otras pruebas que demuestran su magnífica aptitud para este tipo de ejercicios.

Se seleccionaron bomberos novales por dos razones: la primera, porque son los mejor preparados físicamente y más jóvenes (20-30 años), por tanto, se les podía someter a grandes esfuerzos ya que, además, estaban acostumbrados a ellos, y sin problemas de que interrumpieran la prueba por agotamiento o cualquier otra alteración de tipo cardiorespiratorio, por ejemplo.

La segunda razón, de extraordinaria importancia fue que, al no tener ninguna experiencia práctica, el paso por la pista, especialmente por la interior, tal y como será descrito, debía suponer un estrés psíquico si no igual, por las diferencias lógicas, al menos aproximado, que sería muy interesante valorar.



Figura 2. Cinta continua, que constituye el primer paso del circuito. El bombero, como se puede observar, corre sin equipo de respiración autónoma.



Figura 3. Escalera sin fin. Es el segundo paso de la pista y como se distingue, ya se hace con el equipo completo: botella de aire comprimido, casco, cinto, etc...



Figura 4. Martillo. Tercera prueba. El ejercicio es básicamente de brazos y especialmente de los músculos dorsales anchos. Remeda el que hace el bombero para subir la manguera por el hueco de la escalera.

Descripción de la pista

La pista Dräger es un recinto doble, uno exterior y otro interior. Se podría asemejar a un circuito de entrenamiento que, como se sabe, es un método complejo, variante moderna del trabajo en talleres para preparación física.

En éstos se puede actuar sobre el desarrollo de la fuerza, velocidad, resistencia y destreza, así como sobre las combinaciones de éstas. Dichos circuitos pueden ser de distintas clases, con más o menos aparatos y más o menos estaciones⁽¹⁰⁾. El empleado por nosotros consta de un tapiz rodante o *threadmill* (Figura 2), una escalera sin fin (Figura 3) y un martillo (Figura 4), en la parte exterior del circuito.

La parte interior es un laberinto, con dos pisos, de 35 m el piso inferior y 35 m el superior. La altura del primero es de 96 cm y la del segundo de 2 m, siendo la anchura igual para ambos y de 96 cm.



Figura 5. Entrada al piso inferior del circuito de orientación. (Hay luminosidad total y nada de humo, lo mismo que en todas las demás imágenes, para que resulten demostrativos).

Se encuentran durante el recorrido una serie de obstáculos que hay que salvar, algunos de ellos con un alto grado de dificultad. Se entra

por el piso inferior (Figura 5), aparece una puerta corredera camuflada (Figura 6), a los pocos metros de pasillo, otra puerta con doble



cierre (Figura 7), luego un ojal de 85 cm por 42 cm (Figura 8), que da paso a un tubo cilíndrico hueco de 240 cm de longitud y 60 cm de diámetro (Figura 9).

Después hay una puerta plegable que hay que levantar (Figura 10) y un orificio de 60 cm de diámetro (Figura 11), a los pocos metros una pequeña pared que se levanta desde el suelo, reduce la altura del pasadizo (Figura 12), termina con pasillos en zig-zag, y una escotilla en el techo que da acceso al piso superior donde han salvarse nuevos obstáculos (Figura 13).

El primero, un pilar que deja un estrecho espacio para continuar, después una cortina de caucho que tapa totalmente el paso (Figura 14). A los pocos metros una rampa con subida y otra con bajada (Figura 15), la última complicación es un segmento de cilindro hueco de 60 cm de diámetro que se ha de pasar (Figura 16). La pista termina en un corte con unas escaleras verticales que bajan al suelo y que obligan a ir muy atento para no caer (Figura 17).

Las condiciones ambientales de este circuito son lógicamente especiales. Así, los ejercicios exteriores se realizaron a una temperatura comprendida entre los 30 y 33°C, con una humedad del 30 al 40% y una presión atmosférica de 708-708,5 mm de mercurio.

Los interiores con los dispositivos de ambiente de que consta la «cámara» (recinto interior) trabajando a pleno rendimiento. Con la máquina lanzaniebla (Figura 18) se consiguió una densa atmósfera de parafina vaporizada que, con la oscuridad casi absoluta, sólo dejaba a los destellos de las luces, que se encienden con intermitencia irregular, de guía para seguir el recorrido con franca dificultad, ya que la visibilidad en muchos momentos era prácticamente nula, teniendo que orientarse en la mayoría de estas ocasiones, por otros procedimientos diferentes a la vi-

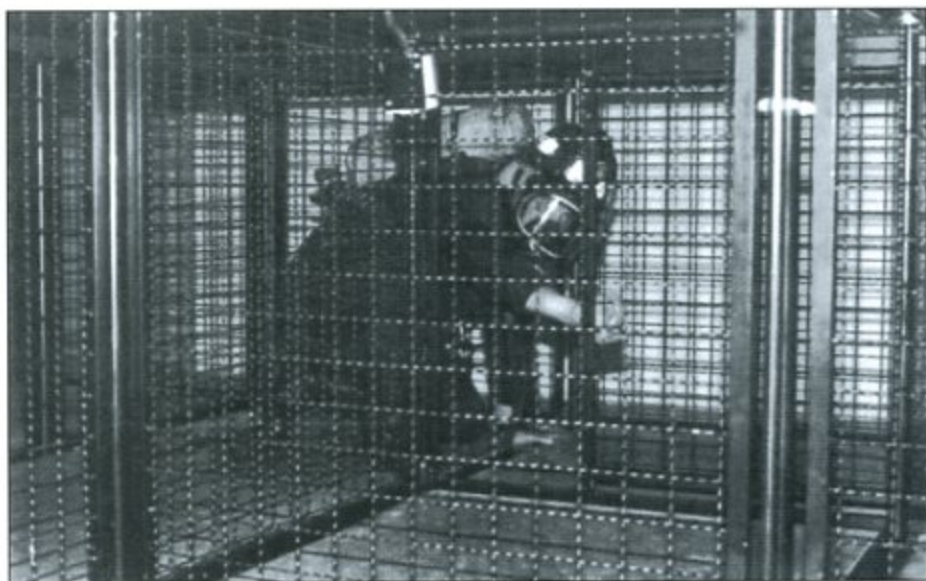


Figura 6. Puerta corredera. La dificultad estriba en encontrarla en las condiciones en que se pasa la pista con visión, en muchos sitios no superior a los 20 cm, confundiendo con una pared más.

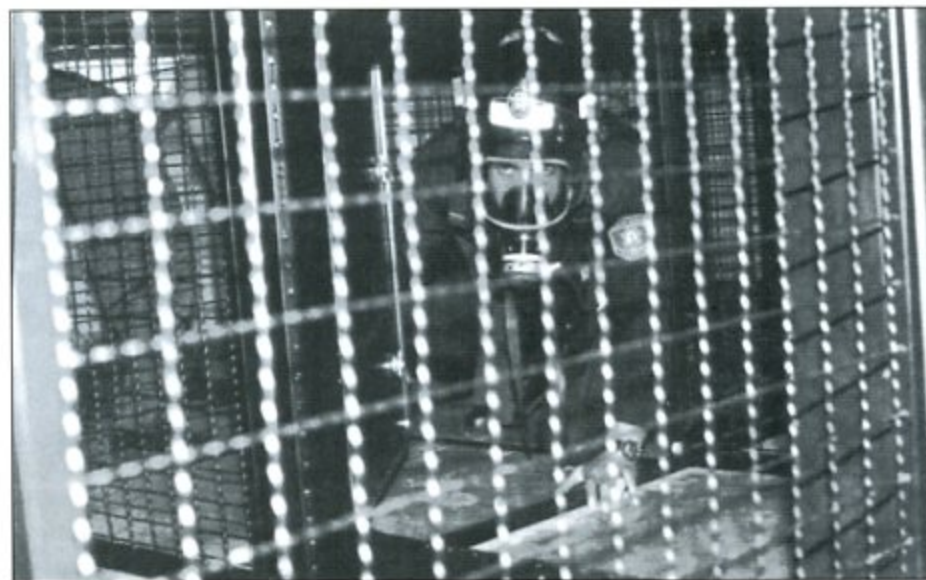


Figura 7. Puerta con doble llave. Aquí hay dos problemas, el primero es que cuando se gira una, como no se ve la otra, la puerta no abre; el otro problema es que el paso que queda es reducidísimo.

sión normal, como puede ser siguiendo las paredes con la mano, siempre con mucho cuidado ya que otro de los dispositivos es una fuente de calor a base de infrarrojos que se encuentra en alguna de las paredes del «laberinto» (Figura 10). Esto hace que alguno

de los pasos se encuentren a 50 y 55°C, lo que los hace verdaderamente sofocantes.

Todo este complejo sistema se controla desde el «pupitre de control» (Figura 19), situado en la cabina central de mandos, desde donde se puede seguir por circuito

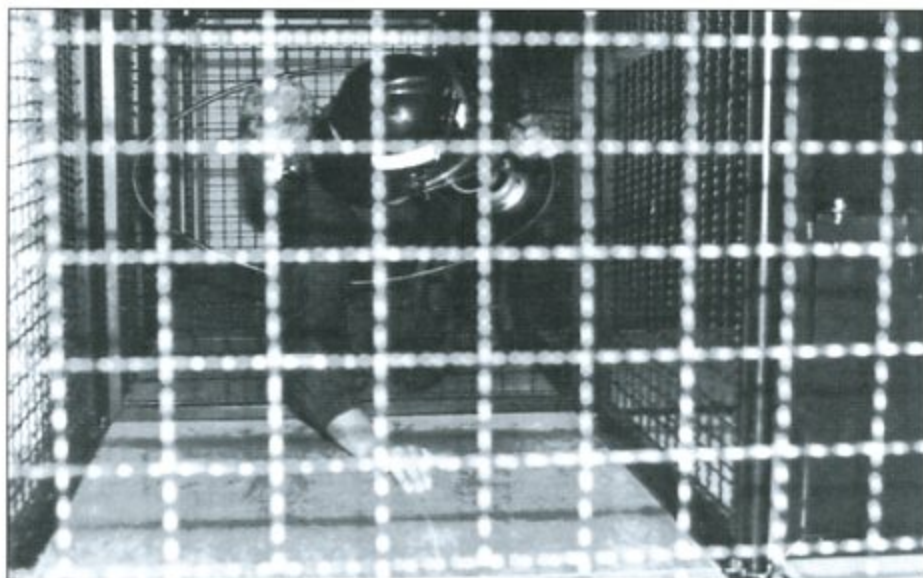


Figura 8. El ojal. Es uno de los pasos más complicados, ya que con sus 42 cm de alto obliga a contorsionarse para poder salvarlo. Algunos de los bomberos, por su corpulencia, se ven obligados a quitarse la botella de la espalda.



Figura 9. Paso por el cilindro. Es el más conflictivo: por la estrechez (60 cm de diámetro) y por la sensación de claustrofobia que ocasiona, resulta muy difícil progresar por él.

cerrado de televisión el recorrido por la galería de orientación (circuito interior). También se tiene acceso a las modificaciones de las luces de orientación, alumbrado, ventilación, megafonía, equipo de audio y vídeo para la grabación, máquina lanzaniebla y control visual del circuito exterior.

Lamento quizá haberme dilatado en la descripción, pero he creído necesario hacer un detalle de este ingenioso adminículo o, mejor, procedimiento, donde indudablemente se ponen a prueba una serie de facultades, en las que resaltan la fuerza y la resistencia física (en algunas ocasiones, como hemos visto, en condiciones muy adversas), así como el ingenio y la rapidez de reflejos.

Material de ergometría

1. Ergómetro de cinta continua, modelo LE/4 Jaeger Laufergotest, para la realización de esfuerzos físicos, caminando o corriendo, con una velocidad de 0,1 a 19,9 km/h.

El equipo consiste en un bastidor inferior y uno superior dotado

de una barandilla, en su interior están alojados entre otros, todos los componentes eléctricos e hidráulicos, una cinta continua, un pulsador de paro por emergencia, una caja de conexiones, dotadas de interruptor general y un sistema de control.

La puesta en acción de la cinta tiene lugar por medio de un motor de corriente continua, cuya velocidad se controla tacométricamente, y la inclinación de la plataforma de rodaje se regula con un sistema electrohidráulico, ésta puede ser de 0 a 39,5%.

El sistema de control de la cinta es un programador y puede funcionar comandada, exclusivamente, por el sistema de control o con la ayuda de un computador programable ABZR (Figura 2).

2. Escalera sin fin, modelo EL 25 de Dräger, para someter a los usuarios de equipos respiratorios a un esfuerzo físico, controlado mediante la ascensión por unos peldaños rotatorios que se desplazan hacia abajo a una velocidad regulable, de 3 a 25 m/min.

La cadena de peldaños se mueve continuamente hacia abajo por efecto del peso del ejercitante. La velocidad de ascensión del operario se ajusta actuando sobre la velocidad del motor. Tiene una barrera fotoeléctrica, montada en la parte inferior del recorrido que para la escalera cuando se pasa a ocupar una posición sobre los peldaños no suficientemente elevada (Figura 3). Los órganos de control y mando se hallan instalados en el pupitre de control, desde donde se programa.

3. Martillo de percusión modelo SG500 de Dräger, con un contrapeso alojado en el interior de la estructura, que se levanta tirando de una barra manual a la que está unida por medio de un cable tensor que pasa por una polea y un sistema de guiado a base de rodillos. Los órganos de control y mando se encuentran también en el pupitre, desde donde es programado. El trabajo realizado en cada carrera es de 490 N.m. y el desplazamiento por carrera de 1,6 m, como se observa en la Figura 4.

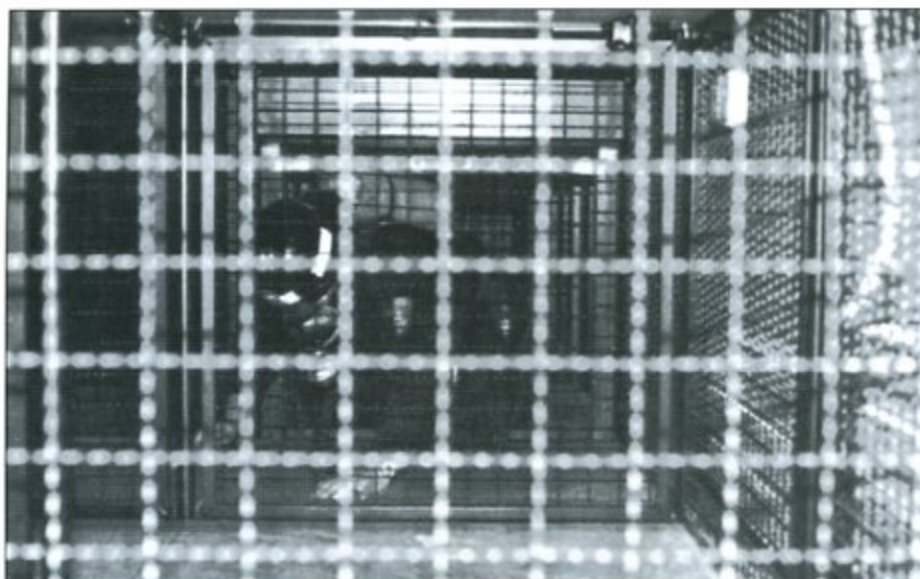


Figura 10. Puerta plegable. En la parte superior, piloto de señalización y en la inferior, aparatos de infrarrojos.



Figura 11. Orificio de 60 cm. de diámetro, de poca dificultad.

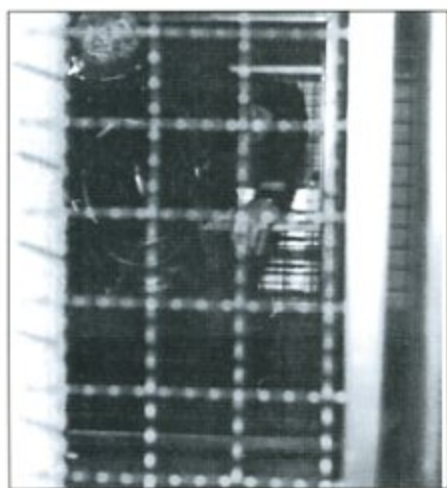


Figura 12. En este punto, como se puede apreciar, la reducción del espacio es considerablemente grande.



Figura 13. Comunicación del paso inferior con el superior. Al encontrarse en el techo del piso inferior y por la posición que se adopta en éste durante el recorrido, resulta de muy difícil hallazgo.

Material de electrocardiografía dinámica

El Holter empleado en este trabajo es un equipo con cardioanalizador computerizado Marquette Electronics INC, con posibilidades de análisis de todas las morfologías de los QRS e interpretación, programas para fibrilación y marcapasos, análisis

del segmento S-T, así como interpretación de arritmias (Figura 20).

Equipo personal

El equipo empleado por el bombero consta, en general, de los siguientes componentes:

- Botella de aire comprimido de 6 litros de capacidad, con manómetro y sistema de alarma.

- Casco, botas, traje ignífugo y un cinturón con un mosquetón grande, otro pequeño y un arnés incorporado (Figura 21).

Protocolo seguido

Puesta de Holter y carrera (sin equipo)

Nada más conectar los electrodos a la registradora, se empieza a correr en la cinta continua, a una velocidad de 10 km/h, con una pendiente del 12%, durante un tiempo de 40 a 45 segundos, lo que supone una distancia de 100 a 105 m, dependiendo de si terminaban cuando la cinta se paraba o se bajaban antes, variación sin importancia que no influye en nada.

Al finalizar hay un período de recuperación de 2 minutos y 30 segundos, que se utiliza para equiparse, ya que la carrera se hace sólo con el uniforme (camisa, pantalón y botas).

Subidas de escalera (con equipo)

Con el equipo completo suben la escalera, donde ascienden el equivalente a 30 m en 1 min y 5 seg. No es totalmente vertical, ya que pre-



Figura 14. Primer obstáculo del piso superior. Esta cortina tiene por misión la desorientación, puesto que al ser negra y lisa no se ve, topándose con ella de forma brusca.



Figura 15. Rampa. Tiene subida, meseta y bajada. No presenta demasiada complicación.



Figura 16. Último obstáculo del circuito. Este orificio (segmento cilíndrico de 60 cm de diámetro) suele crear problemas de orientación, ya que no se ve al encontrarse en la parte inferior del piso de arriba. Su paso exige gran agilidad por lo estrecho del mismo.

senta una inclinación de unos 80° sobre la horizontal.

Dos minutos y 30 seg. de recuperación siguen a esta prueba, durante los que están caminando por la sala, para evitar hipotensiones por parar bruscamente. Cumplido este tiempo de recuperación, el último aparato del exterior es el martillo.

Subir el martillo

Consiste en levantar 20 veces en 1 min, aproximadamente, 20 kg a través de una polea, como ya fue descrito. La velocidad de subida y bajada del martillo es prácticamente constante, por lo que todos tardan un tiempo similar en ejecutar el ejercicio.

Control cardiovascular

Aquí hay recuperación de 2 min y 30 seg, antes de entrar en la «cáma-

ra» o circuito de orientación, que se emplea en controlar la presión arterial y la frecuencia cardíaca, para no pasar en malas condiciones. Si la presión arterial supera los 160-165 de sistólica (dependiendo de la edad y de la basal) y la frecuencia los 140 lácticos por minuto al final del período de recuperación, no prosigue la prueba por precaución, debido a que, en el interior, el control directo es imposible y se puede tardar un tiempo vital en asistir a un hombre con problemas.

Pruebas de sobrecarga ambiental y agilidad

Con estas premisas se pasa al recinto que se encuentra funcionando a pleno rendimiento, de calor (algunas zonas a 55°C) y niebla, proporcionando con la ausencia de iluminación una visibilidad bajísima,

además de pilotos de señalización y ruidos ambientales a muy alta intensidad. Primero se hace el paso de abajo a gatas o en cuclillas y luego el de arriba, normalmente de pie o algo agachado, según la técnica habitual de ataque a fuego⁽¹⁾.

Último control cardiovascular

Al terminar se sale de la cámara donde se procede a la última toma de presión arterial y control de la frecuencia cardíaca.

Antes de retirar la caja registradora y los electrodos se esperan 5 minutos para comprobar si la recuperación es completa en este tiempo.

RESULTADOS

En el reconocimiento inicial previo al paso por la pista ya se detectan una serie de signos que es importante resaltar:



Figura 17. Salida de pista. Como se ve en la fotografía, termina de forma brusca, siendo dificultosa la visión de las escaleras desde arriba, lo que obliga a veces a buscar otra salida.

1. Las frecuencias basales son tan bajas que se puede hablar de un 40% de bradicardias sinusales moderadas, es decir, por debajo de 60 latidos/minuto (l/m), con una media de 63,93 l/m y una desviación estándar de 9,95 que equivale a un 15,56% sobre la media.

2. También hay una serie de modificaciones en la repolarización, como son un 57% de elevaciones del punto J y segmento S-T, con un 37% de ondas T juveniles (amplias y asimétricas).

a) Tres de ellos resultaron con un índice de Sokolow de 35 mm o más.

b) Se detectaron en un 18% (7 casos) arritmias sinusales muy claras.

c) Tan solo un caso de segmento P-R por encima de los 0,20 seg de duración.

d) Por último, dos de los EKG basales demostraron bloqueos incompletos de rama derecha de tipo menor.

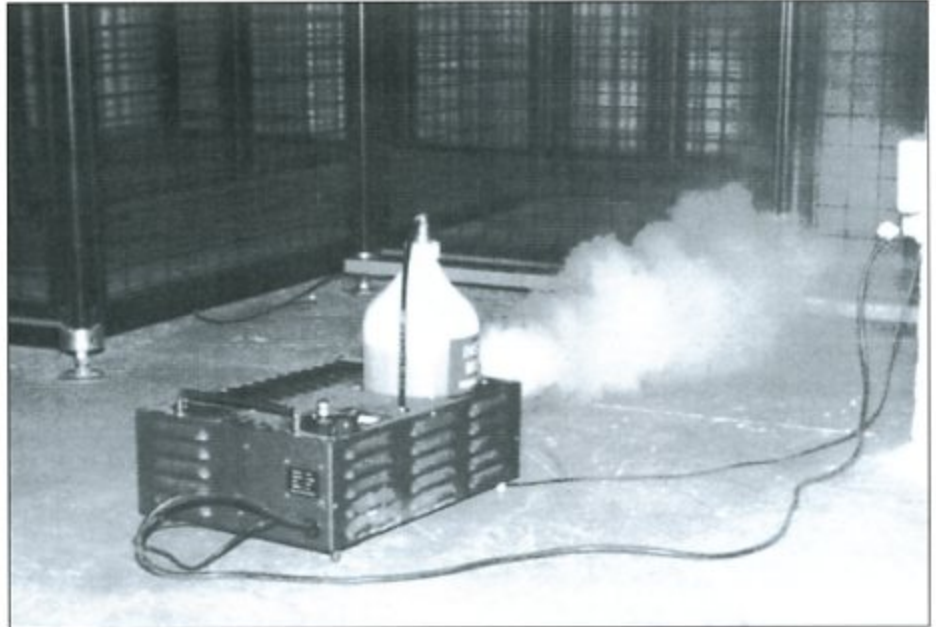


Figura 18. Máquina lanzaniebla.

3. Acudiendo a la radiología se aprecia un índice cardiotorácico superior al 0,45 en un 29,9%, con imágenes de corazones grandes y voluminosos en todos los casos.

4. Las presiones arteriales basales demuestran una cierta tendencia a la hipotensión, presentando la media sistólica de 111,2 y con una desviación estándar de 6,4 mm de Hg.

5. Centrándonos ahora en el registro del Holter y en el recorrido por la pista, se ha detectado, desde el principio y en todos los casos, taquicardia sinusal. Hay que decir que ésta no es continua, sino que presenta picos de taquicardización coincidentes con los distintos ejercicios, que son máximos en el final de los del circuito exterior y arbitrarios en el interior del circuito de orientación.

La distribución de frecuencias medias, obtenidas durante todo el recorrido, fueron como a continuación se expone:

a) Frecuencia cardíaca inicial (nada más conectar los electrodos a la registradora, de pie y en reposo): 94,83 l/min; desviación estándar= 17,42= 18,37%

b) Frecuencia cardíaca máxima en cinta continua: 146,63 l/min; desviación estándar= 8,43= 5,7%. Se obtiene en los últimos momentos del ejercicio.

c) Frecuencia cardíaca máxima en la escalera sin fin: 170,00 l/min; desviación estándar= 8,47= 4,98%. También se obtiene en los últimos momentos del ejercicio.

d) Frecuencia cardíaca máxima en el martillo: 160,00 l/min; desviación estándar= 11,21= 7%. Como en los anteriores, la máxima se consigue en los momentos finales del ejercicio.

e) Frecuencia cardíaca inmediatamente antes de entrar en el circuito interior: 123,13 l/min; desviación estándar= 13,09= 10,63%.

f) Frecuencia cardíaca máxima durante la pista: 158,04 l/m; desviación estándar= 11,97= 7,57%.

g) Frecuencia cardíaca media a la salida de la pista: 143,85 l/m; desviación estándar= 11,50= 7,99%

h) Frecuencia cardíaca en el minuto 5 del período de recuperación: 112,55 l/m; desviación estándar= 12,01= 10,67%

Relacionando todas estas frecuencias se observa que:

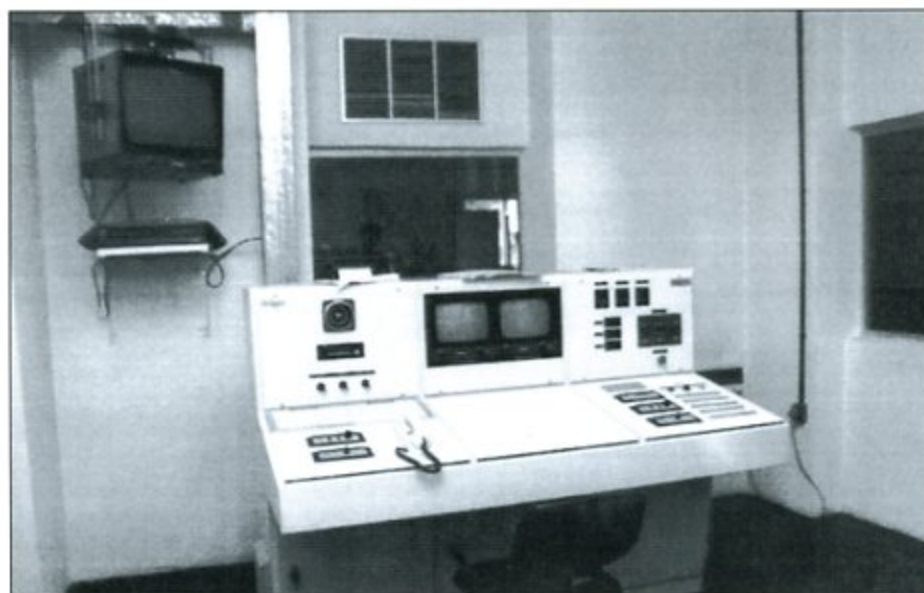


Figura 19. Pupitre de control. Se puede apreciar la posibilidad de control visual del circuito exterior y los monitores del circuito cerrado de TV. El resto del sistema es para el control de los aparatos vistos en figuras anteriores.

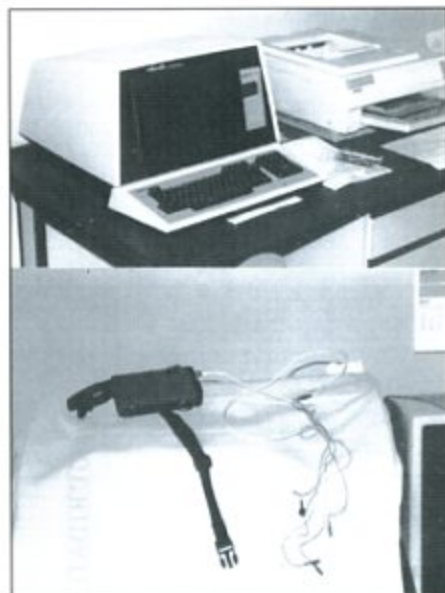


Figura 20. Holter completo: cardioanalizador e impresora en la parte superior y registradora con cinta de cassette y electrodos en la inferior.

- La dispersión de sus medias es muy elevada en las basales, iniciales y en las de antes de entrar en la pista interior, y mucho más baja en las frecuencias de esfuerzo, es decir, cinta continua, escalera sin fin, martillo y máxima en pista interior, hecho que será motivo de comentario en el siguiente capítulo.

i) El % de la frecuencia máxima teórica alcanzada es de 87,67 de media, con una desviación estándar de 4,28.

Respecto a esto último hay que considerar que, en algunos casos, se ha llegado a frecuencias muy altas, pero en ninguno a la máxima teórica prevista.

Otras alteraciones electrocardiográficas observadas han sido:

6. Dos casos de extrasístoles ventriculares. Uno antes de empezar a correr en la cinta continua y otro al final del período de recuperación de esta misma.

7. Dos casos de arritmia sinusal muy llamativa, como demuestra la imagen de la Figura 30.

En dos individuos se soltaron los electrodos por la sudoración tan

profusa, pudiéndose conseguir en uno de ellos el registro de la pista exterior. En otros dos hubo que suspender la prueba, uno por reacción hipertensiva al esfuerzo, con 170/70 y 150 l/min todavía en el minuto 6 después del martillo, y otro por fatiga, no justificada por la exploración cardiovascular, respiratoria, ni muscular (probable causa psíquica).

Esto reduce la población de la muestra, de 43 seleccionados a 39 pasos completos elegidos, más uno al que le falta el recinto interior.

Estos se han hecho en un tiempo total (desde que empiezan a correr en la cinta continua, hasta que salen del circuito de orientación) de 16 min y 59 seg de media, con desviación estándar de 58 seg. La media del paso por el laberinto es de 6 min y 40 seg, con desviación estándar de 60 seg. El consumo de aire (según protocolo) se controló durante el paso con los manómetros de los equipos, y dio una media de 966 l, con una desviación estándar de 132 l.

Por último, hay que advertir que la presión arterial no queda reflejada por tres razones:

1. No era motivo de estudio en este trabajo.

2. Utilizamos un esfigmomanómetro sencillo aneroide, y los controles fueron tomados periódicamente.

3. El hecho de parar bruscamente al sujeto que está haciendo un ejercicio intenso para la medición, le supone una caída en la presión arterial -casi inmediata- que desvirtuaría cualquier estudio, cuestión que demuestra éste que nos ocupa, en el que se dieron tres lipotimias al final del test por la citada maniobra.

DISCUSION

Electrocardiografía basal

Los signos extraordinarios hallados en los EKG basales no son ni más ni menos que la reafirmación de que nos encontramos ante corazones atléticos, es decir, grandes y voluminosos, como se aprecian en las radiografías de tórax, dando como resultado índices cardiorríticos muy elevados⁽¹²⁾ a pesar de que, por ser deportistas que no se limitan a la práctica y desarrollo



Figura 21. Equipo personal: 1 Botella de aire comprimido montada en el soporte. 2 Careta o máscara. 3 Manómetro. 4 Casco. 5 Cuerda. 6 Cinturón de mosqueteros. 7 Guantes de protección térmica.

de la fuerza exclusivamente, sino que además hacen mucho ejercicio de larga duración, sus corazones no son exageradamente musculosos, o sea, que sus paredes y el septo no han crecido demasiado, habiéndolo hecho más el volumen total o capacidad⁽¹⁵⁾.

La hipertrofia muscular observada frecuentemente no es algo constante en el deportista, ni siquiera en los de alto nivel, habiéndose comprobado en triatletas y en pentatletas que superaban las 20 h/semana de entrenamiento. En cualquier caso, no se ha reflejado en los que practican menos de 10 h/semana.

Así, el índice de Sokolow es alto en pocos casos (Figura 22) en contraposición a lo que ocurre en el cardiorácico, a pesar de que con este último hay cardiomegalias que no se valoran bien, observándose corazones eléctricamente verticales, frecuentes en jóvenes y deportistas⁽¹⁶⁾. Probablemente, la medición de los volúmenes telediastólicos corroboraría esto, por la gran *compliance* (aceptabilidad) de los

mismos, lo que explica las frecuencias basales tan bajas⁽¹⁷⁾.

Hay que considerar que estos hombres no están en situación basal, ya que para ellos, que no conocían exactamente la finalidad de esta prueba, era un examen más de los muchos a los que se les somete durante el período de preparación en la escuela. Todo esto, lógicamente, aumentaba el grado de estrés, teniendo incidencia en la frecuencia cardíaca.

Las alteraciones en la repolarización, con elevaciones del segmento S-T y punto J, así como las ondas T juveniles amplias y asimétricas son lo que, en conjunto, solía denominarse repolarización precoz que, en individuos jóvenes y atletas, es algo muy frecuente y no se considera patológico⁽¹⁸⁾ (Figura 23).

La arritmia sinusal, lo mismo que la bradicardia (Figura 24), así como los bloqueos auriculoventriculares de primer grado (aquí sólo se ha detectado un caso de P-R largo) son explicables por la hipertensión vagal característica de todo deportista de cierto nivel⁽¹⁹⁾.

Todo hombre que hace ejercicio físico intenso y prolongado sufre un «desequilibrio» en el sistema nervioso autónomo, de predominio parasimpático, que repercute en toda su fisiología. Por ejemplo, además de la bradicardia, también suele tener bradipnea, aumento del ritmo intestinal (combate el estreñimiento) y algo que es muy importante: la reducción de la presión arterial, sistólica y diastólica, especialmente con los ejercicios de resistencia, pues los de fuerza no sólo no bajan la mínima sino que además pueden elevarla. Esto demuestra, una vez más, que estos atletas son denominados de «potencia», ya que no tienen una tendencia fuerte a la hipotensión, ni sufren mínimas altas, quedándose en un intermedio con tensiones más bien bajas, propias de los que siguen este tipo de ejercicio⁽¹⁹⁾.

Además esta tendencia a las tensiones bajas no es algo que se haya demostrado claramente en normotensos, pero sí en hipertensos sometidos a ejercicios físicos regulares isotónicos⁽¹⁶⁾.

Los dos electrocardiogramas con bloqueo incompleto de rama derecha de tipo menor no son significativos de ninguna patología, resultando algo muy común en los corazones que, como éstos, sufren cierta hipertrofia ventricular. Esta alteración es considerada como trastornos periféricos de la conducción por la rama derecha⁽¹⁹⁾ (Figura 25).

Por supuesto que ninguna de las hipertrofias mencionadas anteriormente son consideradas como patológicas, siendo necesaria su distinción, en algunos casos, de la cardiomiopatía hipertrofica, mediante la ecocardiografía bidimensional que presenta en esta última o hipertrofia constante localizada en el tabique, o hipertrofia constante localizada en el tabique, o hipertrofia masiva del tabique y de la pared anterior posterior del ventrículo iz-

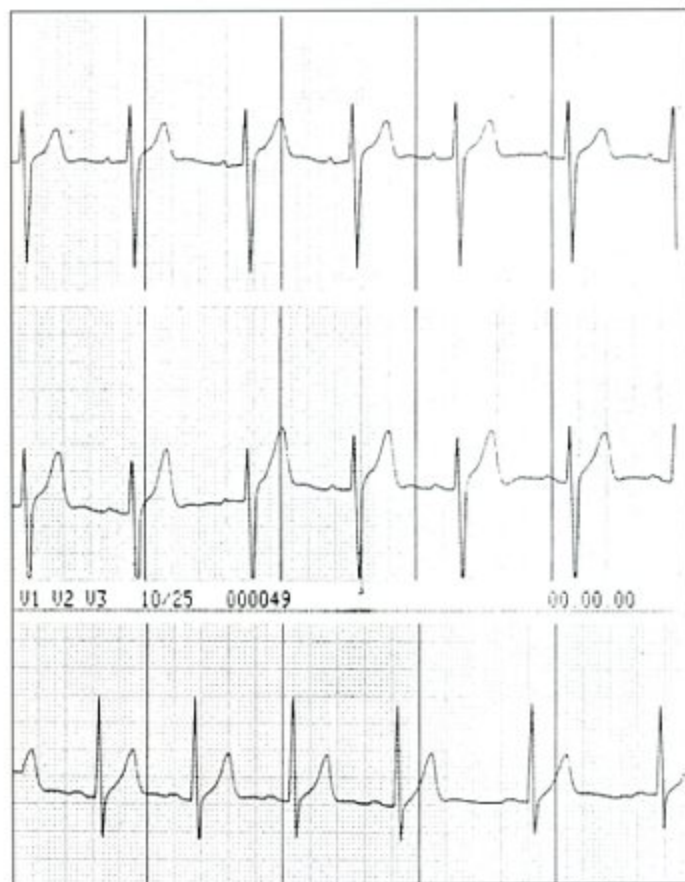
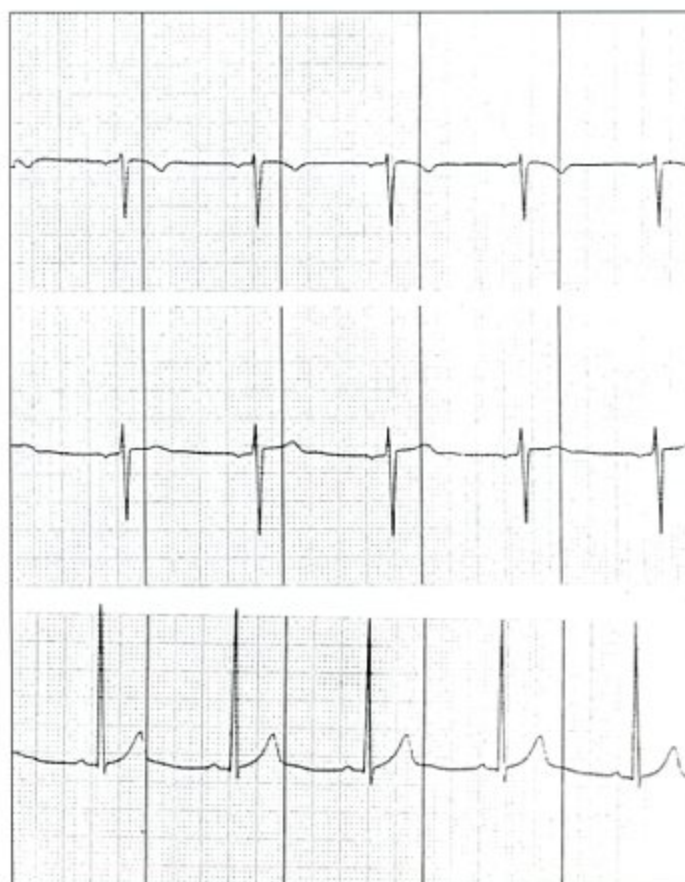


Figura 22. V_1 , V_2 y V_3 de EKG basal, donde se aprecia el índice de Sokolow por encima de 35 mm.

Figura 23. V_2 , V_3 y V_4 de uno de los EKG basales, donde se aprecian las ondas T juveniles así como las elevaciones del segmento ST y el punto J.

quierdo, con o sin obstrucción del tracto de salida⁽¹⁷⁾.

Por tanto, lo mismo que todos los expuestos en los resultados y comentados ahora se consideran signos del corazón de atleta, no se admiten por no ser consecuencia del ejercicio físico la taquicardia auricular, la fibrilación auricular, el bloqueo A-V de 3º grado, y el bloqueo de rama izquierda. El de rama derecha, no tiene por sí mismo un significado patológico, pero no debe incluirse en el diagnóstico de corazón de deportista⁽¹⁸⁾.

Electrocardiografía dinámica

Respecto a los registros hechos por el Holter durante el recorrido por la pista, hay que hacer especial hincapié en las taquicardias sinusales observadas (Figura 26). Estas res-

ponden a las más elementales normas de la fisiología del ejercicio, según la cual, en reposo, los músculos esqueléticos reciben tan sólo alrededor de un 15% del volumen minuto sanguíneo, y sus arteriolas son estrechadas por una continua actividad vasoconstrictora y una especie de tono vascular espontáneo. Pocos capilares están abiertos, pero los capilares individuales se abren y cierran en forma alternativa. La descarga eferente parasimpática a través del nervio vago mantiene reducido el ritmo cardíaco.

Cuando comienza el ejercicio, o incluso antes, existe una inhibición de la actividad parasimpática y un aumento del tráfico de los impulsos simpáticos. El corazón evade su inhibición y late con mayor rapidez y fuerza creciente. En definitiva, los

impulsos provenientes de los niveles superiores del sistema nervioso central, transmitidos por las fibras vasodilatadoras colinérgicas simpáticas, dilatan las arteriolas de los músculos aumentando de este modo su flujo sanguíneo.

Por otra parte, las fibras vasoconstrictoras adrenérgicas simpáticas actúan sobre los vasos de los órganos abdominales y de la piel, de tal manera que, a través de estos tejidos, fluye una parte cada vez menor del volumen de flujo cardíaco. Las venas se estrechan, en forma pasiva y por la actividad de las fibras constrictoras. La constricción de las venas, juntamente con la acción de bombeo de los músculos que trabajan y los movimientos respiratorios forzados, facilita el retorno venoso al corazón, haciendo

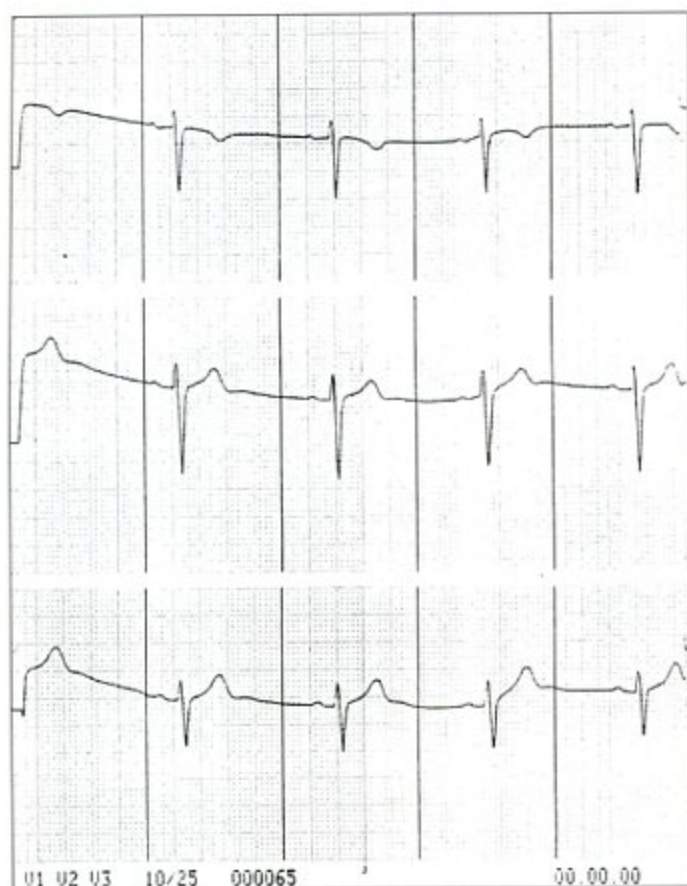


Figura 24. Electrocardiograma basal con bradicardia en reposo previo al inicio del ejercicio.

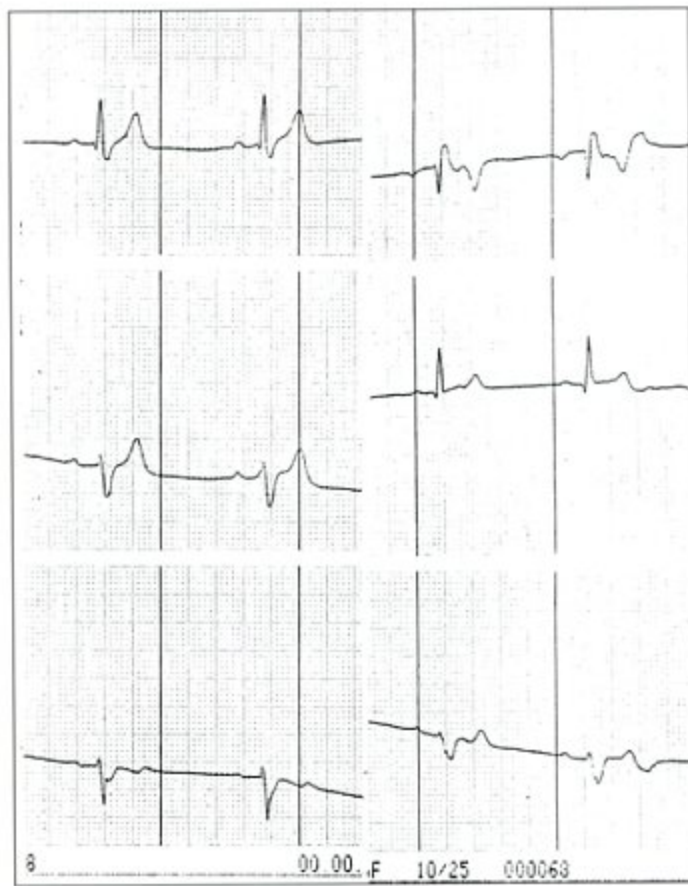


Figura 25. EKG basal, D₁, D₂, D₃, aVR, aVL y aVF, en el que se aprecia trastorno periférico de la conducción por la rama derecha.

posible un aumento del volumen minuto cardíaco.

Se produce el ajuste apropiado de la circulación. En los músculos que trabajan, el aumento del metabolismo y de los iones potasio ocasionan cambios en el medio que dilatan localmente las arteriolas y abren los capilares. Probablemente, las fibras vasodilatadoras simpáticas están inactivadas o no ejercen efecto, y en los músculos en reposo las arteriolas realizan acción constrictora. Las hormonas contribuyen a la constricción vascular en las regiones no activas.

Para lograr el equilibrio térmico en el cuerpo el calor producido se transporta a la piel, ya que los vasos de ésta se dilatan⁽⁷⁾.

Así pues no se trata de un verdadero trastorno, sino de una simple

exageración del automatismo sinusal, más allá de 100 por minuto. La vía que sigue a la activación cardíaca es normal (aurículas, nódulo de Tawara, tronco y ramas del haz de His, red de Purkinje), pero de manera acelerada, pudiendo alcanzar una frecuencia de 160 y 180 por minuto. El diagnóstico es fácil ya que los complejos QRS son idénticos a los del trazado básico, precedidos de una onda P y con P-R de duración normal entre 0,12 y 0,20 segundos.

A veces, puede provocar descensos del S-T e inversión de la onda T, algo que no se ha observado en este estudio. La causa de la taquicardia puede ser fisiológica, cardíaca, extracardíaca o secundaria a la terapéutica. Normalmente, es un mecanismo fisiológico secundario

al esfuerzo o emociones, como se ha explicado con anterioridad⁽¹²⁾.

Si esta taquicardia la estudiamos con detalle y analizamos los picos de frecuencia en cada aparato y en el circuito interior, considerando la intensidad de los ejercicios, la duración de los mismos y el tiempo de recuperación, habría que dividir todo el recorrido en dos partes con distinto significado fisiológico.

De esta forma, tendríamos que encuadrar los ejercicios de la parte exterior de la pista dentro de los de componente, sobre todo, anaerobio. Si nos basamos en que éstos que desarrollan potencia anaerobia son ejercicios de alrededor de un minuto de duración, seguidos por un reposo de unos 4 minutos, con 4 o 5 periodos de éstos (en el caso de la pista Dräger son menos esos

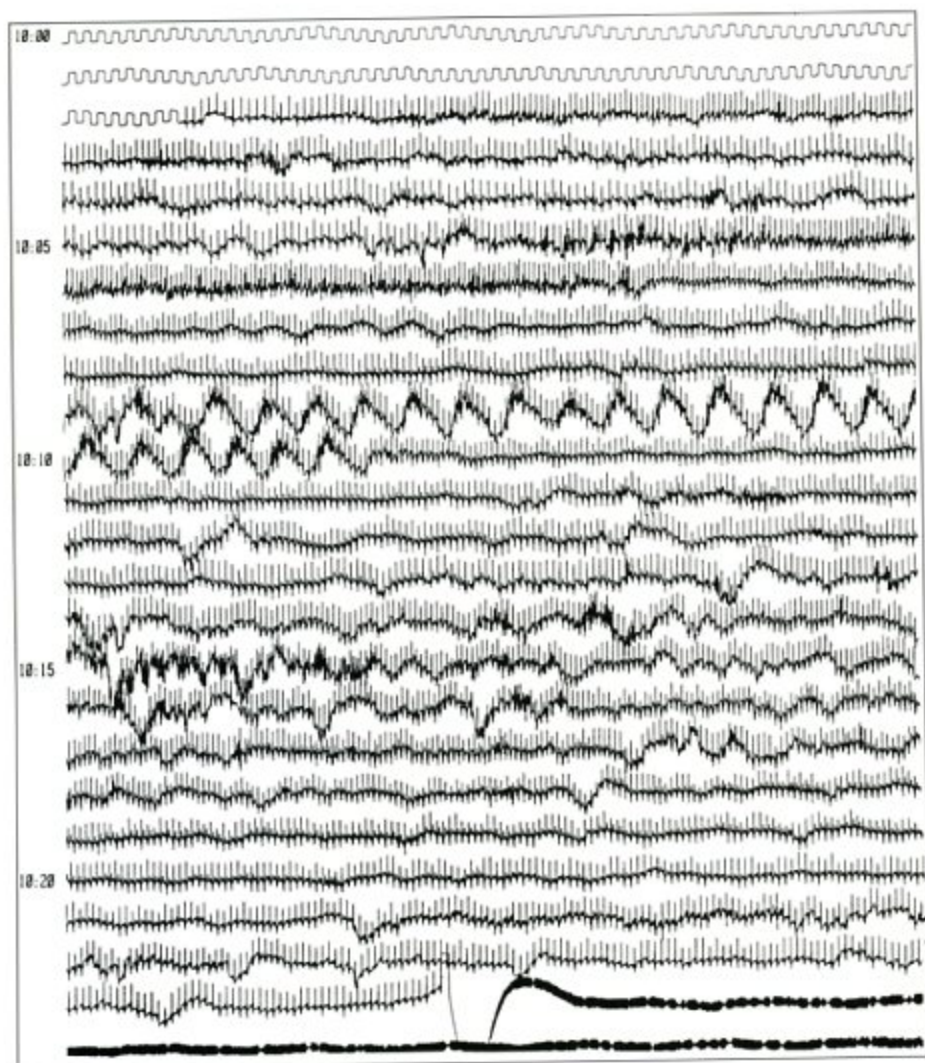


Figura 26. Registro completo de electrocardiografía dinámica durante todo el paso por la pista. Aquí se pueden observar todos los picos de taquicardias. En el final de la 1ª y principio de la 2ª se ve el efecto de la cinta. En la 4ª y 5ª la escalera, en la 8ª y 9ª el martillo, en la 12ª a 17ª el circuito inferior y hasta el final el período de recuperación.

períodos, pero también es menor el tiempo de recuperación).

Esto implica la división del glucógeno en ácido láctico, consiguiendo, en ocasiones, hasta 20 mm, con un pH arterial de 7,0 o aún menor. La segunda parte del circuito, es decir, el interior, supone un ejercicio que se ajusta más a los que desarrollan la potencia aerobia, aunque éstos son de duración menor (3 a 5 min) pero se repiten algunas veces.

Concretamente, se trata de unos ejercicios muy difíciles de clasifi-

car teniendo en cuenta que influyen en ellos infinidad de factores que pueden adulterar el estudio de frecuencias cardíacas, que van desde los grados de dificultad de los obstáculos a la influencia del estrés psíquico sobre las distintas personalidades de los individuos, pasando por el efecto taquicardizante de las altas temperaturas⁽⁷⁾.

En definitiva, se podría decir que, en la primera parte, se hace un ejercicio especialmente de potencia, con intervención de las fibras de contracción rápida Ila y IIb, con



Figura 27. Bombero subiendo las escaleras con todo el equipo personal y el de respiración autónoma.

consumo de un 70% del fosfato de creatina, ATP y parte del glucógeno muscular y, la segunda zona de la pista, implica más a las fibras lentas, tipo I, con gran capacidad de consumo de O₂ por su riqueza enzimática del ciclo de Krebs y del sistema transportador de electrones, y con un consumo especial de glucógeno y ácidos grasos⁽¹⁸⁾.

Si se analiza el recorrido desde el principio, comparándolo con lo que hace el bombero en el sinietro real -para determinar, de esta forma, los puntos de mayor riesgo cardíaco en aquél-, destaca la escalera sobre todos (Figura 27), consiguiendo en ella una frecuencia considerable, en muy poco tiempo y con mala oxigenación.

En un estudio realizado en Holanda se ha podido demostrar, con distintos equipos de protección respiratoria realizando ejercicios en cicloergómetro y en *treadmill*, que el nivel conseguido en sangre de CO₂, con las mismas cargas de trabajo, es superior con los equipos de presión negativa de demanda, que son los empleados en estas pruebas, con respecto a los de pre-



sión positiva⁽¹⁹⁾. También son importantes, por el mismo motivo, la cinta, el martillo y algún punto de la pista interior.

La carrera por la brusquedad del ejercicio y extrapolándolo al trabajo real es aún peor, porque no sólo empiezan el ejercicio sin calentamiento previo, sino que en los momentos en que suenan los timbres pueden estar terminando de comer, en pleno sueño profundo, en ayunas después de estar toda la noche trabajando, etc. (Figura 28).

De todas formas, la mayor parte de los descensos durante el trote se ha demostrado que se deben a las arritmias cardíacas provocadas por cardiopatías coronarias subyacentes, alteraciones que no se pueden descartar en bomberos con una edad algo avanzada. Casi un cuarto de los ataques cardíacos no mortales ocurren durante un tipo de actividad física y se han relacionado, en todos los casos, con la hipertensión no controlada (favorecida por el estrés), comida pesada antes del ejercicio y estrés de tipo emocional, factores todos ellos que se dan, en muchas ocasiones, en la población que estamos tratando⁽²⁰⁾.

Los accidentes cardiovasculares también ocurren en los casos de ejercicios muy prolongados que se pueden presentar en el trabajo que se está estudiando, llegando, quién sabe si es posible, a situaciones similares a las de otros ejercicios en casos extremos, por supuesto, como las que acontecen en el triatlón de Haway (Ironman) en donde tras 2,4 millas nadando, 112 en bicicleta y 26,1 corriendo, se ha podido demostrar por ecocardiografía modo M guiada por la bidimensional, fatiga cardíaca⁽²¹⁾.

El martillo como ejercicio de brazos, aunque dinámico, es muy similar al isométrico, con todos los inconvenientes de éste para el riego coronario, que decrece por aumento de la presión intratorácica (Figura 29). Esto ocurre siempre que disminuye la masa de músculos utilizados



Figura 28. Bombero corriendo hacia el autobomba tras el toque de los timbres. Este ejercicio se trata de reproducir en el treadmill.

en el esfuerzo dinámico, asemejándose cada vez más por la reacción hemodinámica al patrón observado con el ejercicio estático de presión manual, lo que eleva considerablemente la presión arterial, motivo por el que se controló siempre que se salía de dicho aparato⁽²⁰⁾.

En las pruebas de esfuerzo con los brazos se consigue un consumo de O_2 de un 60 a un 80%, respecto al de las piernas, dependiendo de la fuerza muscular de los brazos y los hombros. La capacidad del VO_2 máximo con los brazos es un mal factor de predicción de la de las piernas y viceversa. Aunque el gasto cardíaco máximo es menor que con el trabajo de las piernas, la frecuencia cardíaca máxima, la presión arterial sistólica y el doble producto son bastante similares. El consumo miocárdico de O_2 por unidad de trabajo corporal total, probablemente, sea superior por el aumento relativo de las resistencias periféricas de las arterias de los brazos⁽²²⁾.

Las frecuencias cardíacas en la pista interior no son nada despreciables, si consideramos que la media de la máxima llega, práctica-

mente, a 160 l/min. Si a esto se le suma que, en el fuego real, el grado de estrés psíquico es mayor y que el ejercicio se puede hacer muy prolongado, se reúnen dos factores que inciden directamente en el aumento de las muertes súbitas durante la actividad física.

A pesar de todo esto, no se ha observado ninguna alteración fuera de la taquicardia sinusal en este recorrido. Tampoco se ha visto ni aquí ni en el martillo, donde se agachan y levantan constantemente, descensos del S-T ni inversiones de la onda T, como se encontraron algunos autores en ejercicios similares, aunque éstos parece ser que tuvieron problemas de grabación, lo que hace que el resultado no sea fiable⁽⁶⁾.

Hay un dato muy interesante que comentar, y es la gran dispersión de la media de determinadas frecuencias no muy altas para tener desviaciones estándar tan grandes, aunque sí elevadas para el esfuerzo que las provoca. Esto es debido, al menos en parte, a la distinta repercusión del estrés sobre los individuos, provocándoles a algunos grandes descargas de catecolami-

nas con importantes elevaciones de frecuencia, cosa que no les ocurre a otros en semejante grado, dando una media alta como, por ejemplo la inicial, en la que están totalmente en reposo.

Indudablemente, este estrés tiene dos componentes que son la incertidumbre de las repercusiones laborales que pueda tener la prueba y, por otro lado, la preocupación física por los peligros que pudieran reportar los obstáculos de circuito, en donde también tiene mucha importancia la claustrofobia que ocasionan algunos pasos con el autónomo de aire, que ya por sí solo la origina en ciertos individuos.

Estos temores se hacen notar, sobre todo, en el momento antes de entrar en la «cámara», aunque las frecuencias son difíciles de valorar, pues si bien es cierto que la dispersión de la media es alta, también lo es que puede deberse al distinto grado de recuperación, como se aprecia en la taquicardia que aún mantienen a los cinco minutos del final.

Por tanto, nos queda la frecuencia inicial (inmediatamente antes de empezar la prueba), la más válida para valorar el grado de estrés. En otras actividades ha sido ya estudiada y es verdaderamente importante; un ejemplo lo tenemos en los jugadores de golf, que alcanzan su frecuencia máxima teórica momentos antes del tiro al hoyo, o en los pilotos de coches pasando de 180 a 220 l/min en el momento de la salida⁽¹⁰⁾. Aquí podrían influir también, como es lógico, los dos factores expuestos con anterioridad para la pista interior.

Otro dato que demuestra la distinta incidencia del estrés psíquico es la diferencia de aire consumido durante el recorrido de unos a otros, resultando, por ejemplo, de 1190 l en algunos casos y 710 l en otros, con una media de 966 l y una desviación estándar de 132 l, diferencias importantes si se considera la similitud física de los individuos.



Figura 29. Bombero recuperando con la cuerda todo el mangaje y el surtidor hacia su posición, por el hueco de escalera. Se observa cómo este ejercicio, por los grupos musculares que implica, tiene gran similitud con el martillo de la pista.

En este orden de cosas, se puede decir que hay taquicardias que tienen su origen en el esfuerzo físico y taquicardias de causa psíquica. Las primeras son muy similares en todos, no ocurriendo lo mismo en las segundas, por depender de la personalidad de cada uno.

Respecto a la frecuencia cardíaca de recuperación, podemos apuntar que a los cinco minutos no vuelve ninguno a la basal, lo que demuestra que la prueba supone una importante deuda de O_2 , hecho nada extraño, puesto que la duración total es considerable (16 min y 59 seg, con una desviación estándar de 58 seg) y se sufren varios episodios de fuertes taquicardias.

Durante el período de recuperación después del ejercicio, la mayor parte del ácido láctico formado (hasta un 80%) se resintetiza en glu-

cógeno y el resto se oxida formando CO_2 y H_2O . Para estos procesos se consume una cantidad adicional, debido a la formación previa del ácido láctico. También se consumen unos litros adicionales de O_2 para la resíntesis de los compuestos fosfatados de alta energía, con el objeto de establecer las reservas que se han agotado durante el ejercicio intenso. Así, se cubre por vía aerobia el aumento del metabolismo debida a la elevada temperatura de los tejidos, el efecto de la epinefrina, y las actividades cardiorespiratorias por encima del nivel basal⁽⁷⁾.

La prueba se puede considerar submáxima por el % de la frecuencia máxima teórica conseguida, esto no quiere decir que la intensidad del ejercicio sea baja, puesto que el consumo máximo de O_2 no se consigue con los ejercicios de corta duración y gran intensidad -son muy anaerobios- y no da tiempo a que los mecanismos de adaptación cardiovascular, respiratorios, endocrinometabólicos y musculares se pongan en marcha al 100% de rendimiento⁽⁷⁾.

No se logra el consumo máximo de O_2 , a pesar de tratarse de un trabajo intermitente (algunos autores lo consideran más fisiológico que los continuos), porque los períodos de trabajo son inferiores a los de descanso y sólo se consiguen consumos máximos de O_2 con repetidos períodos de trabajo de alta intensidad de una duración tan breve como de 10 a 15 seg, siempre que los períodos de reposo entre cada estallido de actividad sean muy breves (duración igual o más corta que los períodos de trabajo)⁽⁷⁾.

Para terminar con las alteraciones vistas en los Holter de la pista, hay que decir que tan sólo se localizaron dos arritmias sinusales que resultaron muy llamativas (R-R de 0,62 seg a 1,08 seg) (Figura 30) aunque esto es muy común en el deportista.

Asimismo, se apreciaron dos casos de extrasístoles ventriculares, uno antes de empezar a correr y

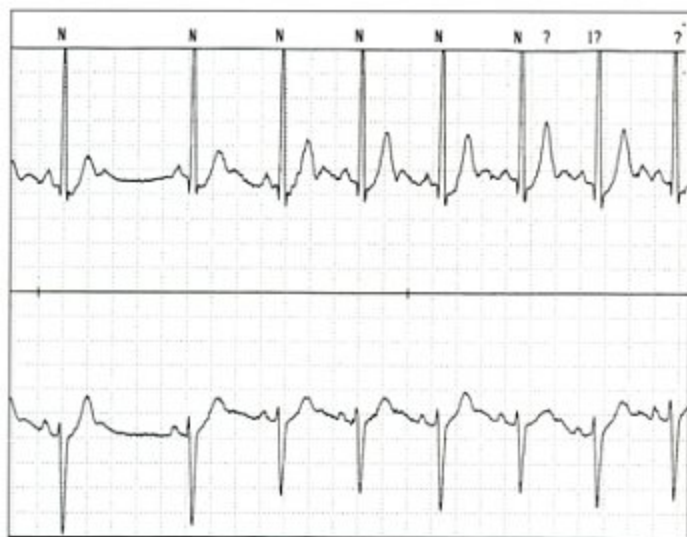


Figura 30. Arritmia sinusal registrada en uno de los bomberos durante el recorrido.



Figura 31. Extrasístoles ventriculares en período de recuperación de la cinta continua.

otro en el período de recuperación de la cinta continua, no significando nada patológico pues son quizás las más comunes de todas las arritmias, que pueden observarse normalmente en todos los individuos alguna vez durante su vida (Figura 31). Aumentan su incidencia con la edad, incluso sin enfermedad cardíaca demostrable, y especialmente con la ingestión excesiva de café, tabaco o cuando hay demasiada tensión emocional.

Sin embargo, los casos multifocales suelen indicar trastorno orgánico o intoxicación digital, pudiendo llevar, cuando se juntan dos o más, a una taquicardia ventricular, *flutter* o fibrilación. En general, las extrasístoles ventriculares son muy frecuentes cuando la frecuencia basal es muy baja⁽⁵⁾.

Comentarios finales comparativos

Antes de terminar, convendría hacer un estudio comparativo de los resultados aquí conseguidos con otros similares en los que se hicieron Holter sobre diferentes actividades físicas.

Por ejemplo, Cousteau y cols. pu-

modificaciones propias del corazón de atleta con el Holter (bradicardias o pausas sinusales, ritmos de unión, períodos de Wenckebach) y, en una serie, registraron:

- Una taquicardia paroxística con frecuencia de 240 l/min durante un partido de tenis, que revelaba un síndrome de preexcitación ventricular.

- Una extrasístole supraventricular importante, permanente durante las 24 horas, en el campeón de Francia junior de tenis durante el período de fatiga y la desaparición total de las extrasístoles después de un reposo de dos semanas.

- Una extrasístole ventricular importante y permanente con dobletes y tripletes en un joven ciclista de alto nivel que no refería síntoma alguno, pero que había sufrido un síncope durante la carrera. Estableciéndose el diagnóstico de prolapso valvular mitral por ecografía, unos meses después murió súbitamente durante otra carrera.

Ector y cols. han publicado 16 casos de atletas de alto nivel que habían padecido síncope, tanto en reposo como después del esfuerzo. Mediante el registro Holter se pudieron demostrar bradicardias extremas (menos de 30 en 4

de ellos) y pausas sinusales (más de 2,5 seg en 7) llegando al diagnóstico de síncope vasovagales y a la indicación de la implantación en estos atletas de un marcapasos, lo que les permitió volver a sus actividades deportivas sin nuevas pérdidas de conciencia. Los otros 9 deportistas disminuyeron, o bien abandonaron, el deporte y han vuelto a ser asintomáticos⁽¹⁴⁾.

En Amsterdam se realizó un estudio comparativo entre las arritmias sufridas por 40 hombres de 19 a 63 años durante un juego de *squash* en relación a las 24 horas de monitorización, observando que la frecuencia se elevaba a 164 ± 22 l/min cayendo a 100 en los primeros 4 minutos de recuperación.

Se vieron también 8 jugadores con extrasístoles multiformes, dos con parejas ventriculares, 2 con cortas secuencias de tres latidos auriculares, y uno con una pareja de extrasístoles auriculares, y uno con una pareja de extrasístoles auriculares. Durante el juego la prevalencia de arritmias fue igual que durante la monitorización de las 24 horas, pero la frecuencia de éstas fue mucho mayor. Lo mismo ocurrió comparando las arritmias del



juego con pruebas de esfuerzo en cicloergómetros, concluyendo que esto podría deberse al mayor grado de catecolaminas durante la competición, por lo que se recomendó a las personas mayores jugar pero no competir⁽²³⁾.

Estos estudios difieren básicamente del que aquí se trata, en que algunos de los testados tenían edades ya algo avanzadas y, probablemente, no sufrieron una selección médico-deportiva tan rigurosa como la que pasan los miembros que van a formar parte del Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid.

CONCLUSIONES

1. Hemos observado una perfecta tolerancia subjetiva y objetiva.

La función cardíaca de los bomberos, cuando terminan su período de formación en la escuela, es electrocardiográficamente similar a la de los corazones de los atletas.

2. Consideramos suficiente el tipo de prueba funcional realizada en la valoración de los bomberos.

Normalmente, se considera como prueba submáxima, aunque se han observado casos próximos a la máxima respuesta.

3. La pista Dräger tiene como utilidad principal la del estudio cardiovascular durante un ejercicio similar al del trabajo que realiza. El paso por dicha pista, es uno de los mejores tests de campo para la evaluación de la aptitud física en veteranos, siempre que se ajuste el protocolo a la edad de cada individuo.

4. Las variaciones individuales se han referido, fundamentalmente, a las variaciones electrocardiográficas de su frecuencia. La presencia de extrasístoles ventriculares ha sido escasa, aunque el sujeto ha sido advertido, de forma oportuna, sin necesidad de un consejo restrictivo.

5. La diferencia estadística con otros países radica en que la muestra empleada por nosotros admite sólo edades juveniles y en ellas no inciden factores de riesgo evolutivos.

6. Dado que esta investigación no ha sido realizada en nuestro modo de actuación, en España, creemos que debe investigarse, deducción del punto anterior, la población de bomberos sobre los 40 años.

7. Los bomberos serán sometidos anualmente a una revisión médica de la pista de entrenamiento, donde se comprobará su estado de salud, aplicándoles un protocolo de paso a cada uno, en función tanto de su edad como de la preparación física.

8. De este trabajo se deduce que el bombero debe cuidar:

a) Preparación física: como ha quedado demostrado durante el trabajo, se puede exigir una respuesta máxima, por lo que se habrá de mantener una condición física óptima, dirigida siempre por los profesionales del Servicio.

b) Alimentación y cuidados higiénicos: para poder responder a las necesidades de esta especial ocupación, limitando los riesgos cardiovasculares, es imprescindible reducir, o mejor limitar, los factores etiológicos que intervienen en los mismos, por lo que el bombero debe seguir unas normas higiénico-dietéticas como a continuación se detallan:

- No fumar nunca.

- No beber alcohol el día de antes ni el mismo de la guardia. Los demás días, de hacerlo, siempre con muchísima moderación.

- No abusar de las comidas ricas en grasas y proteínas animales, y procurar tomar más pescado que carne. También, hay que reducir los alimentos flatulentos, el día de antes y el mismo de la guardia, ya que el aumento de gas intestinal puede complicar y agravar accidentes como precipitaciones, exposición a explosiones (*Blast injury*), etc.; por último, intentar que la alimentación sea rica en frutas y verduras, incluyendo en la dieta todo tipo de germinados, en cantidades moderadas.

c) Equipos de protección: se debe utilizar siempre todo el equipo per-

sonal para evitar mayores consecuencias en posibles accidentes. No debe quedar ninguna duda sobre el uso sistemático del equipo de protección respiratoria autónoma, con aire comprimido, desde que se baja del vehículo hasta que se vuelve a él, a ser posible de presión positiva, por las ventajas que aporta, desechando radicalmente el filtro que se acopla a la máscara (careta) en cualquier recinto cerrado, por poco humo que éste contenga.

Debe quedar claro que, en estos esfuerzos máximos, la más leve intoxicación por monóxido de carbono o cualquier otro gas, puede provocar un desenlace fatal; además, hay que tener en cuenta los trastornos (neurológicos, entre otros) de la intoxicación crónica por monóxido de carbono.

AGRADECIMIENTOS

- Nuestro agradecimiento pleno al Dr. D. José Palacios Martínez, Jefe de la Sección de Electrocardiografía Dinámica (Holter) del Hospital Doce de Octubre (Madrid) por su colaboración y directrices.

- Especial gratitud a la Srta. Josefina Iglesias Llana (Pinkie), A.T.S. en el Hospital Doce de Octubre, por su inestimable y constante ayuda. Asimismo, queremos recordar y agradecer a D. Olegario Huelves Cambrero su especial colaboración, así como a D. Carlos Serna Gil y a D. Desiderio García Viñeros.

- No queremos finalizar este capítulo sin agradecer a los 43 bomberos que han pasado por esta pista su entusiasta colaboración, sin la cual habría sido imposible llevar a la práctica este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

1. Journal Occupational Medicine, Vol. 29, nº 2, Toronto, February 1987: 132-135.
2. Fire Command, USA, June, 1986: 21-38.
3. Cester Martínez, A.; Romero Elvira, D.; Eneriz del Río, M^a P.; Villalba Martín, M^a P.: Cuadernos de seguridad. Zaragoza, Junio, 1989: 67-70.
4. Brandenburg, R.; Fuster, V.; Guiliani, E.R.; McGoonuff, D.C.: Cardiology Fun-



- damentals and practice. Ed. Richard H. Lampert, 1987: 403-414.
5. Chung, E.K.; FACP; FACC: Principles of cardiac arrhythmias. 4th edition, Ed. Nancy Collins, 1989: 346 y 575.
 - 6 Bayes de Luna, A.; Serra Grima, J.R.; Ola Navarro, F.: Electrocardiografía de Holter. Científico-Médica, 1982: 11-37 y 154.
 7. Olof Astrand, P.; Rodahl, K.: Fisiología de trabajo físico. 2^a ed., Ed. Panamericana, 1986: 131, 232-233, 290-294.
 8. Monod, H.; Flandrois, R.: Fisiología del deporte (Manual). Ed. Masson, 1986: 178-192.
 9. Tormo Alfonso, V.; Velasco Rami, J.A.; y cols.: Valoración funcional y rehabilitación de la cardiopatía coronaria. Ed. Médica y Técnica, S.A., 1978: 90-92.
 10. Traducción del Rumano Dr. Gabriel Cherebetiu, Anca Cherebetiu; Prof. Miguel Galeana: Entretenimiento deportivo. Ed. Par México, 1979: 62-64.
 11. Manual do sapador bombeiro. Câmara Municipal de Lisboa. Tomo I, 4^a Edição. Lisboa, 1983: 47-51.
 12. Praxis Médica. Tomo II. Aparato Circulatorio. 1983: 2015-1/2015-10/2155-1 y 2.
 13. Broustet, J.P.: Cardiología deportiva, 1^a ed. Ed. Toray-Masson; 1980: 39-46.
 14. Cousteau, J.P.: Cardiología del deporte. Ed. Masson, S.A., 1989: 28-29, 32, 49-50 y 64.
 15. Legido Arce, J.C.; Camps Egea, A.H.: Medicina deportiva n^o 4. Tratamiento de la hipertensión arterial mediante el ejercicio físico, Noviembre 1987: 42-44.
 16. Pardell, H.: Manual de hipertensión arterial. Ed. Doyma, 1988: 210.
 17. Peret Riera, J.; Peret Martínez, J.J.: Esquemas clínico-visuales en cardiología. Ed. Doyma, 1988: 82-86.
 18. Lamba, D.R.: Fisiología del ejercicio. Respuestas y adaptaciones. Ed. Augusto E. Pila Teleña, 1985: 56-60.
 19. American industrial hygiene association self-contained respirators: Effects of negative and positive pressure-demand types on physical exercise: 635-640.
 20. Clínicas médicas de Norteamérica. Vol. 1. Aspectos Médicos del ejercicio, 1985: 17 y 66.
 21. Core Journals n^o 24. Excerpta Médica Ediciones Mayo, S.A., Febrero 1988: 21.
 22. Ellestad, M.H.; F.A. C.C.: Pruebas de esfuerzo. Bases y aplicación clínica.



c/ Llodio, 4, planta 4ª. 28034 MADRID
Tfno.: 91/358 11 91 - Fax: 91/358 10 05

c/ Madrazo, 68-70, entresuelo 1ª. 08006 BARCELONA
Tfno.: 93/414 63 81 - Fax: 93/414 47 11

I.S.S.N.: 1132-6255 - S.V.: 91046 R - Depósito Legal: M-43.419-1991