

La prueba ortostática y sus posibles aplicaciones en el ámbito deportivo colombiano

Hans W. Dahners, Ph.D.¹

Félix Eduardo Melo, Biol, M.Sc.²

Henry Ramírez, M.D.³

RESUMEN

Se propone utilizar la prueba ortostática como un método de rutina para evaluar la capacidad de trabajo. En un primer intento de aprender a interpretar los resultados de la prueba, ésta se efectuó en 83 sujetos jóvenes. De 41 hombres, 24 se clasificaron como deportistas y 17 como sedentarios; de 42 mujeres, hubo 21 en cada clase. El análisis de varianza mostró efectos en el nivel de actividad habitual y del sexo sobre la frecuencia cardíaca medida en los sujetos acostados y de pie. Las frecuencias cardíacas de las mujeres fueron en ambos casos

mayores que las de los hombres, y las frecuencias cardíacas de los deportistas fueron menores que las de los sedentarios. Como no se encontraron diferencias significativas entre las frecuencias en decúbito y de pie, se procedió a comparar los datos de los sedentarios masculinos con los de un grupo de futbolistas profesionales. Los resultados muestran que en los atletas al ponerse de pie, el aumento de la frecuencia cardíaca es significativamente menor que en los sedentarios, diluyendo así algunas dudas sobre la validez del método para establecer la capacidad física en el medio colombiano.

Uno de los más importantes cambios fisiológicos que se originan en la actividad muscular es un incremento en la circulación sanguínea de los músculos en ejercicio. El aumento de la circulación es necesario por varias razones: para proporcionar más materiales, principalmente oxígeno y fuentes de energía a fin de garantizar la contracción muscular, remover productos de desecho como dióxido de carbono y ácido láctico, y permitir una mayor dispersión del calor producido por la actividad muscular.

El volumen de sangre por cada latido varía considerable-

mente en el mismo sujeto y depende de la postura del individuo, siendo cerca de 30% menor en la posición vertical que acostado. Para un hombre en postura vertical el volumen latido es alrededor de 60 a 80 ml. Por el menor tamaño del corazón en las mujeres, su volumen latido es menor y su frecuencia es 20% superior que en los hombres con igual consumo de oxígeno.

El volumen latido se dobla o triplica durante el ejercicio moderado o severo. Esto no quiere decir que el tamaño del corazón aumente durante la diástole, más bien se debe a un vaciado mayor del corazón en cada sístole¹.

El volumen latido aumentado implica un mayor vigor de la contracción del músculo cardíaco, mediado en parte, por acciones nerviosas y hormonales sobre el corazón.

1. Profesor Titular, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
2. Profesor Asistente, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
3. Médico Fisiatra, Clínica del Deporte, Cali, Colombia.

La frecuencia cardíaca se incrementa proporcionalmente a la intensidad del ejercicio y se puede aumentar hasta 2.5 veces el valor de reposo en pie. Cuando cesa el ejercicio tiene lugar la recuperación; el comportamiento del corazón está determinado por el ejercicio precedente y por las condiciones del medio².

El cambio de reposo a un nivel de actividad física significa para el organismo una perturbación a la que debe responder con ciertas medidas regulatorias, como un aumento del tono simpático, vasoconstricción general, alza de la frecuencia cardíaca, etc.

El cambio activo de la postura es igualmente una perturbación que provoca respuestas regulatorias del sistema circulatorio y por ende se presta para estudiar los fenómenos homeostáticos del sistema cardiovascular.

En el presente trabajo se ha fijado como meta medir la frecuencia cardíaca en reposo, de pie y acostado, en hombres y mujeres sedentarios y deportistas, aprovechando que el método para medirla es sencillo, de costo mínimo y de muy fácil aplicación en el medio nacional. Además se quería ver si estas variables mostraban diferencias entre estos grupos y tratar de aplicar estos resultados principalmente a los deportistas con miras a racionalizar sus entrenamientos y así capacitarles para un mejor rendimiento en sus demostraciones deportivas.

METODO

La prueba ortostática se llevó a cabo en la ciudad de Cali (1000 metros sobre el nivel del mar) de la siguiente manera: al sujeto se le colocó en posición acostada durante quince minutos al final de los cuales se le tomó el pulso mediante palpación de la arteria radial del brazo izquierdo y en algunos casos se recurrió a tomarlo sobre la arteria carótida en el cuello. En seguida el sujeto se puso de pie y pasados 20 segundos se procedió a tomar su pulso de nuevo. El número de pulsaciones (latidos cardíacos) se contó durante 15 segundos y se expresó en latidos por minuto. Es de anotar que el mejor momento para practicar la prueba ortostática es justamente antes de levantarse en la mañana.

De cada persona se obtuvieron los siguientes datos: sexo, edad, nivel de actividad habitual (sedentario o deportista) y las dos frecuencia cardíacas acostado y de pie.

Para el presente estudio se clasificaron como sedentarios los individuos que practicaban actividades deportivas los fines de semana con una duración relativamente corta (una o dos horas), mientras que los deportistas se seleccionaron

de sujetos miembros de la Liga de Deportes del Valle provenientes de los equipos de volibol femenino y natación masculino con entrenamientos que oscilaban entre dos y tres horas diarias.

Como un estudio previo, hecho en este mismo laboratorio, no había mostrado un efecto de la edad (entre 14 y 35 años) sobre las frecuencias cardíacas de pie y acostado, se clasificó sólo con respecto a sexo y nivel de actividad habitual (sedentario y deportista). Los datos de los 4 grupos fueron sometidos a una prueba de Bartlett y posteriormente a un análisis paramétrico de varianza por dos vías de clasificación. La ausencia de un efecto significativo del entrenamiento sobre la diferencia de frecuencias cardíacas motivó a aplicar la prueba ortostática a un quinto grupo formado por futbolistas profesionales que se encontraban en plena campaña. A pedido de su entrenador estos jóvenes atletas se prestaron a la prueba, tomándose todas las precauciones del caso.

1. Se realizó la prueba en las primeras horas de la mañana.
2. Se exigió que los jugadores estuvieran en reposo por un período no menor de 20 minutos.
3. Las frecuencias cardíacas fueron tomadas por la misma persona cada vez.

Los datos de este quinto grupo se compararon con los datos de los sedentarios por una prueba de Student para muestras independientes. La hipótesis nula fue rechazada a nivel de 5% de significancia.

RESULTADOS

Se obtuvieron datos en 83 sujetos, con edades entre 17 y 24 años. De los 41 hombres 24 eran deportistas y 17 sedentarios. De las 42 mujeres hubo 21 en cada clase.

El análisis de varianza mostró efectos del nivel de actividad y del sexo sobre la frecuencia cardíaca acostado ($p < 0.001$) y de pie ($p < 0.01$). Las frecuencias cardíacas de las mujeres eran en ambos casos mayores que las de los hombres, y las frecuencias cardíacas de los deportistas eran menores que las de los sedentarios (Cuadro 1). En cambio al analizar en la misma manera las diferencias entre las dos frecuencias, no se pudo establecer ningún efecto significativo en el nivel de actividad o del sexo.

Después de realizar un análisis de varianza de las edades, no se encontraron efectos ni en el nivel de actividad ni del sexo sobre esta variable, lo cual permitió suponer que se

Cuadro 1
Promedio y Desviaciones Estándares para las
Edades, las Frecuencias Cardíacas en Decúbito,
de Pie y para sus Diferencias

Grupo	n	Edad (años)	FD ^a (1/min)	FP ^b (1/min)	FP-FD (1/min)
Deportistas masculinos	24	18 (3)	61 (9)	74 (17)	13 (11)
Deportistas femeninos	21	18 (4)	70 (10)	79 (14)	8 (10)
Sedentarios masculinos	17	21 (2)	69 (11)	80 (15)	11 (9)
Sedentarias femeninas	21	19 (2)	80 (8)	92 (14)	12 (12)
Futbolistas masculinos	32	23 (3)	60 (8) ^c	64 (10) ^c	5 (5) ^d

^a FD= Frecuencias cardíacas en decúbito

^b FP= Frecuencias cardíacas de pie

^c p < 0.05

^d p < 0.01

estaba trabajando con grupos más o menos homogéneos con respecto a la edad.

El número de atletas en el quinto grupo fue 32. Sus edades estaban entre los 18 y 26 años; la edad promedio fue 23. Las frecuencias cardíacas en las dos posturas, junto con sus diferencias, aparecen consignadas en el Cuadro 1. Como se puede observar, nuevamente hubo diferencias significativas en las frecuencias cardíacas tanto de pie como acostados en ambos grupos. Además, y contrariamente al estudio anterior, se vieron ahora diferencias significativas entre la frecuencia cardíaca de pie y la frecuencia cardíaca acostado.

DISCUSION

La frecuencia cardíaca aumenta ligeramente con incrementos de carga tanto en sujetos entrenados como en no entrenados. Es interesante notar que las mismas influencias hormonales y nerviosas que incrementan el volumen latido, incrementan también la frecuencia cardíaca.

El entrenamiento tiene un efecto pronunciado sobre la frecuencia cardíaca en reposo. Por ejemplo, en atletas altamente entrenados de cualquier sexo, la frecuencia cardíaca puede ser tan baja o inferior a 40 latidos por minuto. En contraste, la frecuencia cardíaca en reposo para individuos

sanos no entrenados puede ser tan alta como 90 latidos por minuto. Una frecuencia cardíaca lenta en reposo es característica de un individuo entrenado. Durante el ejercicio, la frecuencia cardíaca de un sujeto entrenado es también menor al compararla con su contraparte en hombres o mujeres no entrenados.

Además, en condiciones de ejercicio, la mujer tiene una mayor frecuencia cardíaca que el hombre. Esto se debe, posiblemente, a que ella tiene un mayor gasto cardíaco y un menor volumen de latido para el mismo consumo de oxígeno.

Se debe puntualizar que una frecuencia cardíaca baja en combinación con un volumen latido relativamente grande indica un sistema circulatorio eficiente.

Es de gran importancia buscar métodos para evaluar la capacidad de trabajo y los niveles de fatiga que sean aplicables en el medio colombiano. Las características que deben cumplir tales métodos deben ser su facilidad de empleo y sus bajos costos. Por esto, la prueba ortostática es una de las indicadas aunque sus resultados no son de lo más exactos.

Este trabajo es un primer intento para realizar la prueba ortostática y aprender a interpretar sus resultados con el fin de determinar el nivel de entrenamiento y en general, el estado físico del individuo en cuestión. Con el anterior no se quiere afirmar que con esta prueba únicamente se puede llegar a conclusiones definitivas.

Con base en el trabajo Czajkowski de la Academia de Educación Física de Varsovia, Polonia³, se intentó reproducir sus resultados, para comprobar si la diferencia de la frecuencia cardíaca entre las posiciones de pie y acostado es un buen índice para predecir el estado físico de un deportista de competencia. Pero se encontró que los resultados obtenidos en los primeros grupos no fueron lo suficientemente claros. Se pueden intentar algunas explicaciones al respecto:

1. Los deportistas se encontraban en un período de bajo entrenamiento.
2. La prueba se aconseja hacerla inmediatamente después de despertarse y no fue posible efectuarla así.
3. Puede haber gran influencia de descargas nerviosas u hormonales muy difíciles de controlar.
4. Falta de adiestramiento del personal encargado de efectuar la prueba.

Los resultados obtenidos en el grupo de futbolistas profesionales permiten sugerir con más confianza esta prueba para medir el estado de entrenamiento. En atletas con una disciplina física altamente dirigida se encuentra que las diferencias en las frecuencias cardíacas para las dos posturas pueden llegar incluso a ser despreciables. Su estado físico óptimo se confirmó con resultados provenientes de otras pruebas fisiológicas. La utilidad de la prueba para entrenadores y personas empeñadas en el mejoramiento de sus condiciones físico-atléticas se basa en su habitual medida y con base en los valores encontrados, aumentar, mantener o disminuir la intensidad del entrenamiento.

En el caso concreto que nos atañe se dieron instrucciones al entrenador para aumentar un poco el ritmo de entrenamiento a los jugadores que presentaron una diferencia por encima de 10 pulsaciones (el promedio más una desviación estándar). Asimismo se ha propuesto a los entrenadores de la Liga de Deportes intensificar el programa de entrenamiento de sus afiliados, pues presumiblemente, los "pobres" resultados obtenidos en este grupo con la prueba ortostática, aconsejan tomar tales medidas.

Actualmente se está iniciando un programa de entrenamiento para personas sedentarias que incluye la prueba ortostática y su comportamiento en el tiempo, a medida que el individuo mejora su capacidad física. Con los resultados que se obtengan se espera proponer un esquema de trabajo que se adecúe perfectamente al individuo en cuestión y no a las necesidades de todo un grupo heterogéneo que es lo que comúnmente se hace en los gimnasios y quizás en las propias ligas deportivas.

Se destacan a continuación las bondades y desventajas de este método que se propone para aplicarlo en el medio deportivo colombiano:

1. La prueba ortostática es fácil de ejecutar y de interpretar.
2. Cuando se aplique la prueba ortostática y se presente una diferencia demasiado alta, se recomienda un ajuste en el programa de entrenamiento.
3. Cuando se presenten valores "pobres" en la prueba, y ocurra una disminución en la capacidad de trabajo, se recomienda un largo período de descanso.
4. Se debe tener presente que personas muy nerviosas o psicológicamente hiperexcitables presentan en la prueba ortostática valores difíciles de interpretar.

De todas maneras, parece que la prueba ortostática es un buen método que se podría utilizar por los entrenadores con el fin de obtener más información sobre el estado físico de los deportistas a su cuidado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen la colaboración del profesor Vladimir Popovic, del cuerpo técnico y de los jugadores del Club Profesional de Fútbol Deportivo Cali, de la ciudad de Cali, Colombia.

REFERENCIAS

1. Fox, E & Mathews, DK. *The physiological basis of physical education and athletics*. 3rd ed. Saunders College Publishing, 1981.
2. Berger, M. *Sports medicine*. Crowell, New York, 1982.
3. Czajkowski, W. Simple method to control fatigue in endurance training. *Med Sci Sports Exerc*, 1984, 16: 287-293.