

# Frecuencia cardíaca y presión sanguínea en estudiantes en reposo y durante ejercicio físico

Joaquín Zarco Rábago, Marco Antonio Serra Cruz, Maritza Suárez, Héctor Brust Carmona

Centro de Desarrollo y Aplicaciones Tecnológicas (CEDAT), Secretaría de Salud

(Recibido, octubre 6, 1993; aceptado, marzo 19, 1994)

## Resumen

La Secretaría de Salud (SSA) fomenta: a) el establecimiento de estándares de variables biológicas para comparación de los diferentes individuos; b) la detección temprana de alteraciones fisiopatológicas como base de la atención médica primaria; y c) el desarrollo de tecnologías. Como parte de estos programas se estudió, con equipo CEDAT-SSA, una muestra de la población estudiantil que acudió a la Expo-Ciencia y Tecnología en la Ciudad Universitaria. Se analizó el peso y talla corporal, frecuencia cardíaca, presión sanguínea sistólica y diastólica en estado de reposo, sentados, parados y efectuando un ejercicio físico y, en algunos, se midió su capacidad vital forzada. Su peso y talla corporal en promedio es mayor que la presentada por poblaciones similares estudiadas anteriormente. Las variables cardiovasculares estudiadas quedan dentro de los parámetros aceptados como estándar tanto nacional como internacional; en contraste, el promedio de la capacidad vital es discretamente menor que el estándar anglosajón y el promedio de dos mujeres está situado después de dos derivaciones estándar. Se describe un sistema simple para establecer "niveles de riesgo" utilizable en Unidades de primer nivel de Atención Médica. Se propone que la metodología descrita es aplicable en la atención primaria de la salud y se discuten algunos de los factores o variables que intervienen, y que están operando, en el incremento de enfermedades degenerativas cardiovasculares y respiratorias que dan base a la transición epidemiológica que vive el país.

Palabras clave: Variables cardiovasculares - Reflejo ortostático - Sistema de muestreo cardiovascular

## Summary

The Ministry of Health (SSA) fosters: a) the establishment of standards for the cardiovascular variables to ease comparison among individuals; b) early detection of physiopathologic alterations as a basis for primary health care; and c) development of technologies. As part of these programas, we studied with CEDAT-SSA equipment (equipment produced by CEDAT, a center for technological development and applications, belonging to SSA) a sample of students that attended the Science and Technology Exposition held at the Medical School, UNAM. We analyzed weight and height, cardiac frequency, systolic and diastolic blood pressures under different conditions, at rest, seated, standing, and performing physical exercise; in some students, we also measured forced vital capacity. Their average weight and height was larger than that shown by similar populations studied previously. The cardiovascular variables studied remained within the standards accepted both nationally and internationally. In contrast, the average vital capacity is slightly lower than the Anglosaxon standard; furthermore, the average from two women was located out of the range of 2 standard deviations. We describe a simple system to establish "risk levels" at first health care centers. We propose that this system can be applied at primary health care centers and we discuss some of the factors involved in the increase of cardiovascular and respiratory degenerative diseases, which manifest the epidemiological transition occurring in this country.

Key words: Cardiovascular variables - Orthostatic reflex - Cardiovascular sampling system

## Introducción

Por lo general se acepta que las personas que habitan en comunidades situadas en altitudes superiores a los 2,000 m sobre el nivel del mar (SNM) incrementan sus funciones respiratorias y cardiovasculares. Así, el incremento de eritrocitos y de hemoglobina ha sido descrito repetidamente para habitantes de altitudes mayores a 2,500 m, SNM<sup>1,2</sup>.

Los resultados obtenidos en habitantes de menores altitudes SNM han generado mucha controversia provocando que, inclusive, se mencione que no hay efecto eritropoyético. Sin embargo, Loría y col.<sup>3</sup> y Ruíz-Argüelles y col.<sup>4</sup>, analizando sujetos clínicamente sanos e inclusive que pasaron dos pruebas especiales de laboratorio, describen hiperglobulia con

hiperhemoglobinemia; en contraste, sujetos con deficiencia nutricional no tienen dicha respuesta adaptativa correcta. En forma similar se ha discutido si los habitantes de la ciudad de México incrementan su frecuencia cardíaca y su presión sanguínea arterial y a lo que se agrega la capacidad vital, aunque ya desde hace tiempo se describió que son relativamente más bajos sus niveles de saturación de la hemoglobina y se presentó una discusión muy completa al respecto<sup>5</sup>.

Dichas respuestas dependen de la activación tanto de los quimiorreceptores como de las propias células del organismo, principalmente renales, que responden a la hipoxia. Dichos quimiorreceptores activan el centro vasopresor y cardioacelerador produciendo taquicardia y vasoconstricción y, al mismo tiempo, desencadenan los mecanismos que aumentan la reabsorción de sodio en los túbulos renales y, por consiguiente, de agua<sup>6</sup>.

De ese modo, la vasoconstricción periférica con la hipervolemia consecuente puede ser el mecanismo que lleve a un incremento de la presión sanguínea diastólica (PSD), la cual repercute en un aumento de la presión sanguínea sistólica (PSS) para mantener el gasto cardíaco y, por lo tanto, la perfusión tisular. La taquicardia por sí sola puede ocasionar aumento de la PSS mientras no se altere el tiempo mínimo de llenado ventricular<sup>6</sup>. La altitud de la ciudad de México está por debajo del umbral de respuesta respiratoria<sup>7,8</sup> ya que únicamente se necesitan 100 mmHg de presión parcial de oxígeno para saturar la hemoglobina, la cual, de acuerdo a la presión atmosférica, se alcanza a nivel del alveolo pulmonar por los habitantes que tengan su capacidad vital normal. Sin embargo, la presencia de algunos contaminantes atmosféricos, como el ozono y partículas suspendidas, puede modificar la presión parcial de los gases o provocar respuestas en el árbol bronquio-alveolar. El ozono, mediante la estimulación de los nociceptores en las vías respiratorias altas, puede disminuir la amplitud del movimiento respiratorio y, como consecuencia, el volumen de ventilación alveolar con lo cual disminuiría la presión parcial de O<sub>2</sub><sup>9</sup>.

De lo anteriormente descrito surge la necesidad de comprobar el funcionamiento de aparatos diseñados y contruidos en el CEDAT-SSA en la ejecución de investigaciones descriptivas que permitan medir y evaluar la frecuencia cardíaca (FC) y la presión sanguínea sistólica (PSS) y diastólica (PSD) en múltiples muestreos de la población del área metropolitana, tanto en condiciones basales como realizando ejercicios físicos ligeros directamente en los

sitios de mayor permanencia de esas personas, es decir, en los sitios de estudio o trabajo. Los resultados obtenidos comparados con datos similares de poblaciones en otros ambientes podrían permitir detectar variaciones al principio de la alteración fisiopatológica<sup>10</sup>. Además, considerando que diferentes estudios han mostrado que el peso corporal y la edad son factores importantes para incrementar los riesgos de desarrollar hipertensión arterial, también deben considerarse en ese tipo de investigación la estatura y el área de superficie corporal. Por otro lado, las estadísticas nacionales de morbilidad y mortalidad muestran un incremento de las enfermedades degenerativas cardiovasculares y endocrinas, lo que proporciona las bases para mencionar que el país vive la etapa de transición epidemiológica<sup>11</sup>, lo cual, sin duda, hace imperioso desarrollar tecnologías apropiadas para que este tipo de investigación forme parte de la Atención Médica Primaria en las Unidades de Primer Nivel de Atención a la Salud, como ha sido propuesto por Soberón y col.<sup>12</sup> así como Kumate y Barnard<sup>13</sup> y, por lo tanto, sean parte de la formación docente práctica de estudiantes de las escuelas de medicina, enfermería o de ingeniería biomédica, tendiente a lograr la adecuación de lo que se enseña con lo que se necesita en la práctica médica.

En este trabajo se describe la utilización de equipo CEDAT en el análisis cardio-respiratorio de una muestra de la población estudiantil que asiste a la Ciudad Universitaria, México, D.F.

### Métodos

Las mediciones se llevaron a cabo del 10 al 13 de marzo de 1993, durante la "V Expo Ciencia y Tecnología para la Salud" organizada por la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en las personas que voluntariamente aceptaron participar, las cuales fueron 193. Sin embargo, el objetivo de este trabajo se circunscribe a describir los resultados obtenidos en la población estudiantil, por lo que la muestra en este estudio es de 162. Se realizaron dos diferentes pruebas con ejercicio físico, la primera no requiere ningún instrumento y se puede realizar en cualquier lugar y la segunda requiere de una bicicleta estacionaria (de cualquier marca y modelo). A los voluntarios se les explicó en qué consistían las diferentes mediciones. Se recabaron sus datos generales como nombre, edad, sexo, peso y talla corporal. A estos voluntarios "informados" se les efectuó al azar una de dos tipos de prueba que se describen a continuación:

Prueba I. La persona permanecía sentada de uno a dos minutos en una silla con respaldo, colocándoseles el brazalete de un esfigmomanómetro (se utilizó un esfigmomanómetro electrónico, Sharp) y se midió la presión sanguínea sistólica (PSS) y diastólica (PSD), además se les colocaron dos electrodos de superficie en la parte media del tórax, uno a cada lado, y un electrodo más en el abdomen a nivel del flanco derecho para detectar la actividad eléctrica cardíaca. Los electrodos se conectaron a un monitor de frecuencia cardíaca (MFC-CEDAT) con despliegado digital que calcula la frecuencia cardíaca (FC) con base en el intervalo entre las despolarizaciones ventriculares y la representa como latidos por minuto (Lpm). Una salida especial de este aparato se conectó a una tarjeta multiplexora colocada en una computadora tipo PC compatible. La cual, mediante un programa elaborado en el CEDAT, mide el intervalo entre cada pulso eléctrico ventricular (QRS), calcula la FC y la grafica en un sistema de coordenadas, en tiempo real, en la pantalla del monitor. Al terminar se grabó toda la información en el disco duro, lo que permitió un análisis estadístico posterior. Transcurridos 60 s de iniciado el registro, se le pidió al sujeto se pusiera de pie (reflejo ortostático, Ref. Ort.) y se quedara parado; después de 30 s más o menos, se midió la PSS y PSD; en seguida se le indicó realizar 30 "sentadillas" lo más rápido posible, al término de las cuales se midió la PSS y PSD y se le indicó permanecer parado hasta que la FC regresara a cifras cercanas a las iniciales, momento en el cual se le indicó al sujeto se sentara, para realizar la última medición de PSS y PSD y dar por terminada la prueba. Esta prueba la realizaron 71 estudiantes, de los cuales 37 eran mujeres y 34 hombres.

Al finalizar la prueba, a 49 de estos estudiantes (24 mujeres y 25 hombres, seleccionados al azar) se les midió la capacidad vital forzada con un espirómetro (Spiroanalyzer ST90) electrónico de transductor de flujo tipo Tubo Fleish conectado a un transductor de presión diferencial y un microprocesador programable que calcula automáticamente los valores espirométricos, representándolos en litros y, además, los compara con valores pre-establecidos, considerando sexo, peso y talla corporal, así como presión atmosférica, temperatura y humedad relativa; el resultado lo expresa como porcentaje de la cifra teórica posible<sup>14</sup>. Sin embargo, como no existen datos estándares confiables para poblaciones mexicanas, únicamente se presentan los resultados analizados directamente en litros de aire de capacidad vital.

Prueba II. En este caso se le indicó al sujeto se sentara en una bicicleta estacionaria, transcurridos 60 s aproximadamente se le colocaron tanto el brazalete de un esfigmomanómetro electrónico como los electrodos de superficie y se conectaron a aparatos del mismo tipo que los anteriormente descritos para la prueba I. Transcurridos 60 a 90 s se le midió la PSS y PSD y se le indicó al sujeto pedaleara hasta que el velocímetro indicara 30 km/h y tratara de mantener esa velocidad durante 2 min. Al término de ese lapso se le pidió dejara de pedalear para medir inmediatamente la PSS y PSD; una vez que la FC había regresado a cifras cercanas a las observadas al inicio de la prueba se efectuó la última medición de PSS y PSD y se dio por concluida la prueba. La prueba II se realizó en 91 estudiantes; 31 mujeres y 60 hombres.

Resultados

En la prueba I, en todos los casos, se obtuvo un registro similar al que muestra la Fig. 1, donde el eje de las ordenadas representa la FC expresada en latidos por minuto (Lpm) y en el eje de las abscisas el tiempo en minutos. Las líneas verticales, en la figura, son marcas para precisar el momento en que el sujeto cambia de situación. La primera línea vertical marca el momento en que el sujeto se levanta, la segunda indica el inicio de las "sentadillas", la tercera el momento en que las termina y la cuarta el momento en que el sujeto se vuelve a sentar. La columna de datos que aparece en la misma Fig. 1 muestra: una clave de identificación del sujeto, la fecha, el sexo, la edad, peso, estatura y área de superficie corporal (Sup Corp), calculada por la computadora de acuerdo a la formula de Dubois y Dubois ( $W^{0.425} + H^{0.725} \times 71.84$ ).

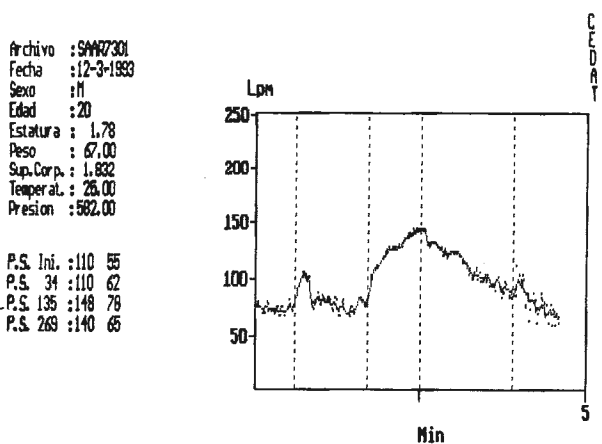


Fig.1. Datos y tipo de registro obtenido durante la prueba I; la ordenada representa latidos por minuto (Lpm), y la abscisa el tiempo expresado en minutos. Prueba I.

Archivo : SAA07301  
 Fecha : 12-3-1993  
 Refl. Ort. : 22 lpm  
 T. Recup. : 84.0 seg

Med. Pend. Corr.

1	74	-0.024	0.119
2	82	-0.331	0.687
3	127	1.003	0.942
4	115	-0.656	0.976
5	81	-0.766	0.892

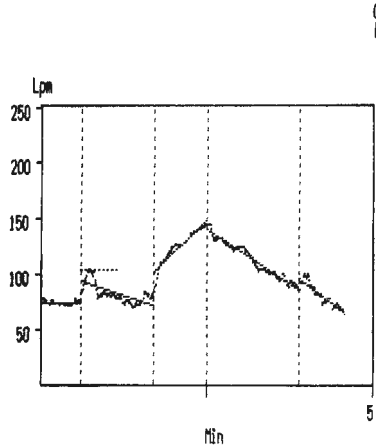


Fig. 2. Gráfica que muestra el ajuste de los datos a una recta con la técnica de mínimos cuadrados y las cifras que corresponden al promedio, la pendiente y la correlación interna en las diferentes etapas estudiadas durante la Prueba I.

Aparecen, además, datos complementarios como temperatura ambiente, presión atmosférica y humedad relativa. Las cuatro parejas de números que aparecen corresponden a la PSS y PSD medidas en las fases o tiempos mencionados en el método. En la figura 2 se muestra la gráfica en la cual el programa en la computadora ajustó los puntos observados a una recta utilizando la técnica de cuadrados mínimos y calculó el promedio (Med), la pendiente (Pend) y la autocorrelación (Corr). El incremento de FC al pasar el sujeto de la posición de sentado a la de pie representa el reflejo ortostático (Ref. Ort.). Otro dato que se muestra en la figura es el tiempo de recuperación (T. Recup.) después del ejercicio.

El tipo de registro obtenido en la prueba II se muestra en la figura 3. La primera línea vertical indica

Archivo : CECA7403  
 Fecha : 10-3-1993  
 Sexo : H  
 Edad : 18  
 Estatura : 1.66  
 Peso : 82.20  
 Sup. Corp. : 1.567  
 Temperat. : 26.00  
 Presion : 580.00

P.S. Ini. : 128 72  
 P.S. 34 : 180 75  
 P.S. 135 : 123 72

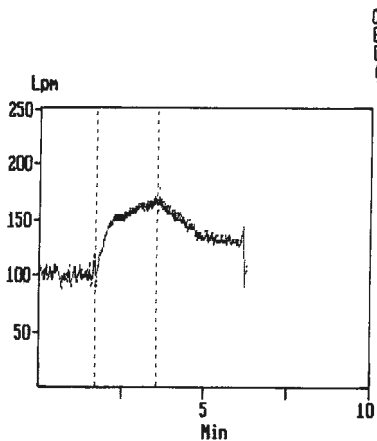


Fig. 3. Datos y tipo de registro obtenido en la prueba II; la ordenada representa latidos por minuto (Lpm) y la abscisa el tiempo expresado en minutos.

Archivo : CECA7403  
 Fecha : 10-3-1993

Med. Pend. Corr.

1	100	-0.017	0.144
2	153	0.418	0.857
3	143	-0.248	0.910

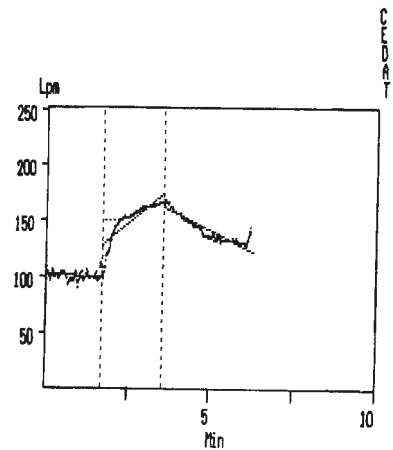


Fig. 4. Gráfica donde se muestra el ajuste de los datos a una recta por la técnica de mínimos cuadrados y cifras que corresponden al promedio, la pendiente y la correlación interna en las diferentes etapas estudiadas durante la Prueba II.

el momento en el cual el sujeto inició el pedaleo y la segunda cuando cesa el pedaleo. Los demás datos representan exactamente lo descrito para la figura 1, excepto que sólo aparecen tres grupos de datos de PSS y PSD. En la figura 4 se muestra la gráfica con las líneas que representan el ajuste de los puntos observados con la técnica de mínimos cuadrados, se indica la Med, la Pend y la Corr.

En el Cuadro 1 se muestran los promedios y desviación estándar (DE) de edad, talla, peso, superficie corporal (SC), así como la PSS, la PSD y FC, en reposo, para mujeres y hombres de la prueba I. La FC presenta una gran variación aun entre personas del mismo grupo y en similares condiciones, resultando cifras promedio más bajas para hombres que para mujeres (Cuadro 2). El promedio de Ref. Ort. es similar para ambos grupos, esto es, 27 Lpm (DE = 18) de incremento para las mujeres y de 25 Lpm (DE = 17) para los hombres.

Los Cuadros 2 y 3 muestran los datos obtenidos durante las sentadillas, al terminar el ejercicio y en el período de recuperación en FC y PS. La última medición se efectuó cuando se consideró que el sujeto se había recuperado del ejercicio. La PSD disminuyó 3 mm y 2 mm del valor inicial para mujeres y hombres, respectivamente.

El grupo de mujeres, en la prueba de espirometría, tuvo un promedio de edad de 19.5 años (DE = 2.4) y el promedio de superficie corporal fue de 1.594 m<sup>2</sup> (DE = 0.11). El análisis directo en litros de la CVF muestra un promedio de 3.18 l con una DE igual a 0.3. Los datos indican que el 62.5% de la muestra está

**Cuadro 1.** Promedios y desviación estándar de edad, talla, peso, superficie corporal (SC), presión sanguínea sistólica (PSS) y presión sanguínea diastólica (PSD) para hombres y mujeres en la Prueba I.

SEXO		EDAD	TALLA	PESO	S.C.	SENTADO		F.C.	SENTADO	
						PSS	PSD		PEND.	CORR.
FEMENINO	x	19	1.57	57.12	1.564	115	69	81	0.247	0.500
N = 37	$\sigma$	3	0.05	6.99	0.101	10	10	11	0.450	0.258
MASCULINO	x	21	1.71	69.22	1.800	121	72	76	0.098	0.413
N = 34	$\sigma$	3	0.09	10.33	0.168	14	10	12	0.291	0.267

colocada entre el promedio y una desviación estándar, el 29.1% entre una y dos y 8.3% sobrepasa dos desviaciones estándar. En los hombres, la edad promedio del grupo fue de 21.8 años (DE = 2.7) y su superficie corporal de 1.802 m<sup>2</sup> (DE = 0.13). El análisis directo en litros muestra un promedio de 4.62 l con DE de 0.6 l. Los datos indican que el 68% de la muestra se encuentra entre el promedio y una DE, el 28% entre una y dos y el 4% sobrepasa dos desviaciones estándar.

En el Cuadro 4 se presentan los promedios y DE de edad, talla, peso y SC, PSS, PSD y FC tanto para hombres como para mujeres del grupo que realizó la prueba tipo II. Como se puede observar, comparando los datos de este cuadro con lo descrito antes, los promedios y DE de esas variables son muy similares. El Cuadro 5 muestra los cambios de esas variables durante y después del ejercicio. Las cifras de presión sanguínea en esta última fase fueron menores que las observadas al inicio de la prueba.

**Discusión**

El objetivo de demostrar el funcionamiento de aparatos diseñados y producidos en el Centro de Desarrollo y Aplicaciones Tecnológicas de la Secretaría de Salud, como parte de las actividades en la Expo Ciencia y Tecnología, fue ampliamente

alcanzado a juzgar por el número de personas que asistieron al cubículo de exposición; también pareció muy motivante para los alumnos ya que participaron ampliamente tanto como sujetos de "prueba" como observadores y generaron multitud de preguntas, lo que da pauta para proponer que este tipo de evaluación cardiovascular y respiratoria en los propios alumnos se integre como parte importante de la enseñanza de Fisiología y de Epidemiología.

Por otro lado, los resultados obtenidos ponen de manifiesto una muestra más en la cual los valores promedio y una desviación estándar de FC, PSS y PSD incluye a casi la totalidad de los alumnos y, por lo tanto, la población estudiada queda comprendida dentro de los valores aceptados para poblaciones de distribución homogénea y se propone que los centros de salud o sistemas similares refieran a unidades de mayor complejidad a personas cuya medición esté por fuera de dos desviaciones estándar.

Los datos descritos son comparables con los obtenidos en la parte correspondiente de la muestra de edades similares, estudiada recientemente en Morelia, Mich.<sup>15</sup> El Ref. Ort. también coincide con lo observado en otras muestras de similares edades cronológicas; así mismo, en esta población estudiantil también se observó una variabilidad mayor en las mujeres<sup>16</sup>. Ambos grupos de la población estudiantil

**Cuadro 2.** Promedios y desviación estándar de frecuencia cardiaca en las diferentes etapas de la prueba I. Se muestra también el reflejo ortostático (RO) y el tiempo de recuperación (TR) para el grupo de hombres y de mujeres.

SEXO		SENTADO			PARADO			EJERCICIO			RECUPERACION			SENTADO			R.O. T.R.	
		F.C.	PEND.	CORR.	F.C.	PEND.	CORR.	F.C.	PEND.	CORR.	F.C.	PEND.	CORR.	F.C.	PEND.	CORR.		
FEMENINO	x	81	0.247	0.500	94	-0.157	0.3359	123	0.185	0.711	125	-0.504	0.857	91	-0.252	0.523	27	97
N = 37	$\sigma$	11	0.450	0.258	10	0.365	0.217	16	0.986	0.266	10	0.185	0.160	19	0.259	0.274	18	33
MASCULINO	x	76	0.098	0.413	87	-0.191	0.346	120	0.958	0.708	114	-0.448	0.834	86	-0.212	0.522	25	97
N = 34	$\sigma$	12	0.291	0.267	12	0.187	0.226	13	0.531	0.276	17	0.222	0.213	14	0.204	0.243	17	32

**Cuadro 3.** Promedios y desviación estándar de presión sanguínea sistólica (PSS) y presión sanguínea diastólica (PSD) en las diferentes etapas (Prueba I).

SEXO		SENTADO		PARADO		POST-EJER.		SENTADO	
		PSS	PSD	PSS	PSD	PSS	PSD	PSS	PSD
FEMENINO	x	115	69	120	72	130	75	119	66
N = 37	$\sigma$	10	10	12	10	13	11	13	8
MASCULINO	x	121	72	125	73	136	79	127	70
N = 34	$\sigma$	14	10	13	11	16	14	11	9

**Cuadro 4.** Promedios y desviación estándar de edad, talla, peso, superficie corporal (SC), presión sanguínea sistólica (PSS) y presión sanguínea diastólica (PSD) en el grupo de hombres y de mujeres (Prueba II).

SEXO		EDAD	TALLA	PESO	S.C.	SENTADO		F.C.	SENTADO	
						PSS	PSD		PEND.	CORR.
FEMENINO	x	20	1.58	57.04	1.567	115	76	90	0.052	0.296
N = 31	$\sigma$	2.8	0.06	6.71	0.108	13	12	12	0.306	0.192
MASCULINO	x	21	1.71	66.21	1.764	122	78	86	-0.007	0.331
N = 60	$\sigma$	3.1	0.06	11.78	0.157	12	8	13	0.241	0.220

**Cuadro 5.** Promedios y desviación estándar de presión sanguínea sistólica (PSS) y presión sanguínea diastólica (PSD) así como frecuencia cardíaca (FC) con su pendiente y su correlación en ambos grupos (Prueba II).

SEXO		SENTADO		POST-EJER		REPOSO		SENTADO			EJERCICIO			RECUPERACION		
		PSS	PSD	PSS	PSD	PSS	PSD	F.C.	PEND.	CORR.	F.C.	PEND.	CORR.	F.C.	PEND.	CORR.
FEMENINO	x	115	76	140	73	108	69	90	0.052	0.296	147	0.444	0.812	134	-0.375	0.849
N = 31	$\sigma$	13	12	16	8	22	14	12	0.306	0.192	14	0.164	0.172	14	0.176	0.149
MASCULINO	x	122	78	149	76	118	75	86	-0.007	0.331	135	0.313	0.823	118	-0.409	0.842
N = 60	$\sigma$	12	8	15	9	10	8	13	0.241	0.220	12	0.140	0.116	16	0.137	0.145

universitaria mostraron valores promedio de esas variables muy similares entre sí y, comparando esos valores con los obtenidos en la muestra de trabajadores de la SSA<sup>17</sup>, de la población del Ajusco<sup>18</sup> y de Milpa Alta<sup>19</sup>, quedan comprendidos dentro del promedio y una desviación estándar, y son comparables a los datos de una población universitaria estudiada por Casillas y col.<sup>20</sup>, quienes describieron valores promedio de 117/75 y 120/77 mmHg de presión sanguínea para mujeres y hombres, respectivamente. Es importante mencionar que los sujetos estudiados en este trabajo presentan una mayor talla y peso corporal promedio que los estudiados entre

1975-1978; las mujeres tuvieron un promedio de 19.43 años con la DE = 3.11 y su peso promedio fue de 52.92 kg y sumándole dos desviaciones estándar alcanzaban 64.48 kg, con una estatura corporal promedio de 154 cm. En la muestra descrita en este trabajo su promedio de edad fue de 19 años con DE=3, estatura promedio de 1.57 m; su peso promedio fue de 57.12 y sumándole una desviación estándar alcanzan 64.11, que prácticamente corresponde al peso corporal obtenido con dos desviaciones estándar de la población estudiada por Casillas y Vargas<sup>21</sup>.

En forma similar, en los hombres el promedio de edad fue de 20.02 (DE = 2.66); estatura promedio 170 cm; con peso corporal promedio de 61.83 y con dos DE 73.93, cifra que en la población descrita en este trabajo se sobrepasa con una DE sumada al promedio ( $X = 69.22$  kg;  $1DE = 79.55$ ) y su estatura promedio fue de 171 cm, que prácticamente es igual a la observada por Casillas y Vargas. Lo que indica una tendencia a la obesidad, ya que no se observa un incremento comparativo similar en la estatura. El incremento de peso corporal seguramente aumenta los riesgos de alteraciones cardiovasculares, lo que ya se describe en la muestra estudiada en Morelia<sup>15</sup>. Lo cual, además de lo mencionado de la transición epidemiológica que ocurre en el país, permite hacer una llamada de atención a los Directivos que establecen los programas de fomento a la salud ya que en otros países está bien documentada la relación entre obesidad e hipertensión arterial<sup>22</sup> con todas sus complicaciones incapacitantes y muertes prematuras que incrementan los costos sociales a las comunidades<sup>23</sup>.

Consideramos de mucha importancia mencionar que las variables cardiovasculares analizadas no muestran ningún cambio que manifieste efectos de los contaminantes ambientales y ofrece una muestra de comparación para futuros análisis de estas variables. En contraste, los datos de espirometría muestran una discreta disminución de la capacidad vital, ya que el 8.3% y el 4% de mujeres y hombres, respectivamente, tienen una CVF medida en litros que está por fuera de dos desviaciones estándar del promedio de la muestra estudiada. Estos resultados indican la necesidad de aumentar la muestra estudiada, ya que de comprobar

estos datos se puede considerar como uno de los primeros indicadores de efectos lesivos del incremento de ozono en el aire atmosférico de la Ciudad Universitaria, México, D.F., que repercute en una menor ventilación pulmonar que disminuiría aún más la saturación de oxígeno en la hemoglobina. Se ha demostrado que el ozono en concentración de 0.12 ppm (equivalente a aproximadamente 120 Imecas) disminuye significativamente FEV1 en jóvenes, adolescentes y adultos y prácticamente obliga a suspender la actividad física intensa aun en atletas entrenados con concentraciones de 0.40-0.50 ppm<sup>24</sup>. Dicha disminución constituye una contraindicación a la recomendación de realizar ejercicio físico sostenido y sistemático para mantener o recuperar la salud y disminuir los riesgos de adquirir enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, por ahora debe persistir la recomendación de efectuar ejercicio físico de tal intensidad que incremente la frecuencia cardíaca cuando menos en 30-40% de su valor en estado de reposo, debido al hecho descrito en este trabajo y en otros de que la presión sanguínea disminuye después del ejercicio físico y que, además, se incrementa la capacidad vital forzada consecutiva a la realización sistemática y sostenida de ejercicio físico<sup>25</sup>. Este incremento de ventilación contrarrestaría la disminución provocada por el ozono y, por lo tanto, se tiene que indicar que los programas de fomento a la salud recomienden la ejecución de ejercicio físico en determinadas condiciones y de preferencia con control de cuando menos la frecuencia cardíaca y capacidad vital forzada, como lo recomienda la Organización Mundial de la Salud<sup>26</sup>.

## Referencias

- Hurtado A, Merino C, Delgado E. Influence of anoxemia on the hemopoietic activity. *Arch intern Med* 1945;75:284-323.
- Lozoya Solis J. El volumen de plasma y de sangre circulantes en las altitudes y sus variaciones con el tiempo y con el ejercicio muscular. *Arch Lat Card y Hematol* 1936;6:241-63.
- Loría A, J Piedras, J Labardini, L. Sánchez Medal L. Anemia nutricional I. Valores de serie roja en varones adultos residentes a 2240 metros sobre el nivel del mar. *Rev Invest Clin Mex* 1971;23:3-9.
- Ruiz-Argüelles GJ, Sánchez Medal L, Loría A., Piedras J. and Córdova MS. Red cell indices in normal adults residing at altitudes from sea level to 2670 meters. *Am J of Hemato* 1980;8:265-71.
- Chávez Rivera I. La altitud de la ciudad de México (2,240 mts sobre el nivel del mar) y su importancia en el rendimiento del atleta. *Arch Inst Cardiol Mex* 1968;33-58.
- Ruch TC, Patton HD. *Physiology and biophysics*. WB Saunders Co. Philadelphia 1960;33:644-60.
- Pugh LGCE. Athletes at altitude. *J Physiol* 1967;192:619-46.
- Pugh LGCE, Lahire MB, Lahire JS, Milledge S, Ward MB. Muscular exercise at great altitudes *J Appl Physiol* 1964;19:431-40.
- Yokoyama E, Ichikawua I, Nambu Z, Kawai K, Kiono Y. Respiratory effects on intermitent exposure to ozone of rats. *Envir Res* 1984;33:271-83.
- Sodeman WA y Sodeman TM. *Fisiopatología clínica*. Nueva Editorial Interamericana. Sexta Edición, México, D.F. 1988.
- González Caamaño A, Pérez Balmis J. Nieto Sánchez CM, Vázquez Contreras A, Gaytan Flores E. Importancia de las enfermedades crónico degenerativas dentro del panorama epidemiológico actual en México. *Salud Pública Mex*. 1986;28:3-13.

12. Soberon G, Langer A, Frenk J. Requerimientos del paradigma de la Atención Primaria a la Salud en los albores del Siglo XXI. *Salud Pública Mex.* 1988;30:791-803.
13. Kumate J y Barnard A. II Cobertura por servicios de Atención Primaria en México. *Gac Med* 1988;124:166-75.
14. Manual espirómetro, Spiroanalyzer ST 90, Futuremed 1990.
15. Chávez Carbajal JF, Herrera JEA, Salazar LA, Vidal JG, Moreno RA, Tena MI, Chávez Domínguez R. Valores de la presión arterial en diversos grupos de población urbana de la ciudad de Morelia. *Arch Inst Cardiol Mex* 1990;60:577-86.
16. Sánchez Girón C, Icaza Herrera M, Zarco Rábago J, Vidrio Amor H, Brust Carmona H. Comparación de variables cardiovasculares entre un grupo aleatorio y uno de deportistas de la ciudad de México. *Ciencia* 1992;43:343-53.
17. Camacho Solis R, Zarco Rábago J, Serra Cruz M, Vidrio Amor H, Brust Carmona H. Evaluación cardiovascular en trabajadores de la Secretaría de Salud (SSA). En preparación.
18. Brust Carmona H, Zarco J, Vidrio Amor H, Calderón Becerra J, Suárez Cortéz M, Chavarín G. Medición de la frecuencia cardíaca y presión arterial en habitantes del Ajusco, Tlalpan, D.F. México, utilizando equipo CEDAT. *Salud Pública Mex.* 1991;33:520-32.
19. Sánchez Girón C, Brust Mascher E, Icaza M, Vidrio AH, Brust Carmona H. Evaluación de la frecuencia cardíaca y presión arterial en habitantes de Milpa Alta, D.F. *Salud Pública Mex.* 1992;34:434-47.
20. Casillas LE, Vargas LA, Martínez Malo LA. Antropometría de estudiantes y trabajadores universitarios: comunicación preliminar. *Anales de Antropología XV:* 1978;293-309.
21. Casillas LE, Vargas LA. Cuadros de peso y talla para adultos mexicanos. *Arch Invest Med (Mex)* 1980;11:157-74.
22. Chiang BN, Perlman LV, Epstein FH. Overweight and hypertension. A Review. *Circulation* 1969;39:403-21.
23. Musgrove P. Relaciones entre la salud y el desarrollo. *Bol Of Sanit Panam* 1993;114:115-29.
24. Medonnell II WF, Chapman RS, Leigh MW, Strope GL, Collier AM. Respiratory responses of vigorously exercising children to 0.12 ppm ozone exposure. *Am Rev Respir Dis* 1985;132:875-79.
25. Robinson EP, Mark Kjeldgaard J. Improvement in ventilatory muscle function with running. *J Appl Physiol Respirat Environ Exercise Physiol* 1982;52:1400-6.
26. WHO. El ejercicio físico en el tratamiento de la hipertensión. *Bol Of Sanit Panam* 1993;114:326-32.