

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

**DIFERENCIAS CARDIOVASCULARES ENTRE  
DEPORTISTAS Y PERSONAS NO ENTRENADAS**

TESIS

Presentada a la Facultad de Ciencias Médicas  
de la Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

**JULIO RODRIGO ALFARO REINA**

En el Acto de su Investidura de

**MEDICO Y CIRUJANO**

## CONTENIDO

	Pág.
GENERALIDADES .....	1
OBJETIVOS .....	5
HIPOTESIS .....	7
ANTECEDENTES .....	9
MATERIAL .....	13
METODOS .....	15
DESCRIPCION .....	17
ANALISIS .....	27
CONCLUSIONES .....	47
RECOMENDACIONES .....	49
BIBLIOGRAFIA .....	51

## GENERALIDADES

Es incuestionable, que el hombre paleolítico, llevaba una vida totalmente física, por su directa relación con la naturaleza, dedicado a la caza y a salvar innumerables peligros para poder subsistir, pero como resultado de su propia evolución, principió a formar grupos, clanes y pueblos, con lo que esta fue menguando cada día más, debido a que se originaron diversas castas, destinadas a desempeñar labores específicas, quedando la actividad física integral, reservadas a las castas guerreras, y así observamos que en Egipto, sólo esta casta recibía un adiestramiento especial, descuidando el resto de la población este aspecto, dando como resultado, que el tipo general del Egipto, presentara cuerpo y extremidades delgadas y en otros pueblos orientales, que no fueron estrictamente guerreros, como los fenicios y hebreos, se puede comprobar esta tendencia.

Los caldeos en los tiempos en que la guerra estaba reducida al combate cuerpo a cuerpo, ponían mucho cuidado en vigorizar los mismos, y siendo un pueblo estrictamente guerrero y conquistador por excelencia, recibían una esmerada educación física, además practicaban la caza con verdadero fervor.

Los persas recibían una educación física más completa, por lo que Jenofonte, la pone como ejemplo al pueblo griego.

Se sabe, que en China se practicó la gimnasia con fines terapéuticos, desde 2,000 años A. de C., siendo una verdadera ciencia de posiciones y actitudes. Subsistiendo aun artes marciales: Jiu-Jutsu, Karate, Judo, etc.

No obstante los griegos, fueron el primer pueblo en comprender la importancia de la actividad física, en el desarrollo armónico del individuo y en la conservación de la salud, mientras otros pueblos la practicaban como preparación para la guerra, solo así se explica la gran difusión que adquirió esta costumbre en todas las castas sociales, pues desde niños eran enseñados, cuidando que

estuvieran en relación con la edad y el sexo la clase de ejercicio para que cuando adultos hicieran gala de sus dotes atléticos.

Con este fin se instituyeron diferentes competencias atléticas, entre las que podemos citar, los juegos Piticos, los juegos Nemeos, los juegos Itsmicos y los más célebres, los juegos Olímpicos, los que se celebraban, cada 5 años, constando de las siguientes competencias: Carreras a pie, a caballo, o en carros, lucha libre o pancracio, lucha griega, lanzamiento del disco y la jabalina, premiándose a los vencedores, con una corona de laurel, escupiéndose su nombre en el mármol del gimnasio de Olimpia y admirándoseles con gran entusiasmo.

Durante la era romana se degradó por completo el verdadero concepto de las competencias atléticas, degenerando en orgías crueles y sanguinarias, llegando a apasionar tanto este horrible espectáculo, que los espectadores compraban esclavos, para adiestrarlos en las escuelas de gladiadores, con gran rigor, para luego hacerlos contender en el circo romano, los reciarios luchaban con red y puñal entre sí, los mirmilones con armadura completa y los vestiaros contendían contra fieras y los que mostraban poco valor para morir, eran sacrificados sin compasión.

En América los Aztecas y Mayas practicaban el deporte, como medio de mantener el vigor muscular y la salud, bienes inapreciables para la guerra.

En la edad media no se practicó ninguna clase de deporte, pues no se puede dar este nombre a los torneos que eran las competencias preferidas de los señores del medio-evo, que originalmente llegaban a extremos de crueldad, que terminaban con muertos y heridos.

No fue sino a fines del siglo XVIII y principios del siglo XIX, cuando el concepto griego vuelve a tomar importancia y va creciendo cada día más.

Y cabe al siglo XX, el mérito de establecer las bases del deporte científico. con la compleja organización de la sociedad actual, la creciente división del trabajo, dando origen a numerosas especialidades en todas las ramas, provoca, en gran parte de los individuos, llevar una vida sedentaria, lo cual hasta en la clase obrera y campesina es posible observar, permitiendo que se ejerciten solo algunos grupos musculares, de acuerdo con la labor que desempeñen, con lo que se ocasiona el desarrollo unilateral del cuerpo humano. Esto ha dado lugar a que en los países industrializados, los higienistas comprendan la necesidad de suplir por otros medios, el desarrollo de la parte corporal que queda fuera de la actividad física impuesta por la ocupación diaria, para obtener la salud y crecimiento armónico de los individuos, por ello se han realizado estudios completos sobre los cambios fisiológicos, que se presentan en el organismo, durante y después del ejercicio físico, tratando de encontrar los métodos de entrenamiento más adecuado para cada uno de estos, tomando en cuenta su estado físico, edad y sexo, buscando llegar al individualismo más estricto posible, porque como en todas actividades buenas existen los extremos, también en materia de deporte es posible excederse.

En efecto, si el deporte mejora en su mayoría de casos la salud de quien lo practica, en otros suele ser dañino y producir males irreparables.

Durante la niñez, la herencia, los defectos congénitos, las enfermedades crónicas, pueden ser obstáculos para el libre deporte y se ha demostrado que tiene una influencia nefasta, exagerando estas taras.

La mejor capacidad pulmonar y circulatoria del niño, la relativa debilidad de su aparato locomotor al lado de sus mayores necesidades energéticas y formativas, causadas por el crecimiento, suelen sufrir más que ganar, con los fuertes gastos de energía, que requiere un deporte demasiado fuerte. Es necesario pues, buscar que clase de deporte es el más indicado, para facilitar el desarrollo ponderal y estatural del niño.

Ya en la adolescencia, y a causa del rápido crecimiento que viene entre los doce y quince años, en la mujer y entre los catorce y diecisiete años en el hombre, se establece un equilibrio manifiesto entre el aparato circulatorio y locomotor y es entonces cuando mayores trastornos puede traer la práctica del deporte sin las precauciones necesarias, entre los que pueden estar. Enflaquecimiento pronunciado con la consecuente debilidad, haciendo evolucionar enfermedades latentes, como Tuberculosis Pulmonar, o ser presa fácil de fatiga cardíaca, que facilita que enfermedades como la Fiebre Reumática origine lesiones localizadas en el corazón y además lesiones óseas y articulares, pueden ser en resultado de estas prácticas llevadas a cabo sin verdadero estudio científico.

Ya que en la edad adulta los requerimientos energéticos son menores, pues aquí se ha llegado al desarrollo total del organismo, por lo que existe la tendencia a acumular la energía excedente en forma de grasa, y el no provocar su gasto por medio del ejercicio físico sistemático, determina el aumento y deterioro del organismo que ahorra esfuerzo.

La mujer en la edad adulta difiere y está en inferioridad física, con respecto al hombre y esto debe ser tomado en cuenta al recomendar un método de ejercicio, para no obtener malos resultados, pero es necesario ir más allá, no basta con dividir a los seres humanos en niños, adolescentes, mujeres y hombres, sino hacer la educación física individual, estudiando cada caso en particular y buscar cual es el deporte más adecuado según las condiciones actuales de cada quien.

## OBJETIVOS

Los objetivos que me tracé al iniciar este trabajo, fueron los siguientes:

Primero: Comprobar los cambios fisiológicos, con respecto a Fc y P/A., que se producen en deportistas entrenados, con relación a personas que no practican ninguna clase de deporte.

Segundo: Contribuir a la difusión y mejor comprensión del deporte, especialmente en los estudiantes de medicina y a la vez, motivarlos a comprobar los innumerables cambios que se producen en el organismo con la realización de esta actividad, y así ser fuentes de orientación, para una mejor práctica y aprovechamiento del mismo, buscando con ello, el vigor y la eficiencia y no la velocidad, ni el músculo.

## HIPOTESIS

El ejercicio muscular sistemático, produce cambios en el sistema cardiovascular.

## ANTECEDENTES

Para poder establecer el efecto que el ejercicio produce sobre el organismo, no es suficiente guiarnos por el aspecto aparente que presenta el individuo, al finalizar la realización de las pruebas atléticas, sino comprobar las reacciones que el organismo presente ante el ejercicio muscular y el resultado de estas el lo único que nos puede asegurar si el ejercicio ha sido beneficioso o perjudicial.

Con el fin de establecer lo anterior se han realizado las siguientes pruebas, pudiéndolas dividir en cinco capítulos.

1. Sobre el aparato cardiovascular y el flujo sanguíneo.
2. Sobre el aparato respiratorio.
3. Sobre el aparato renal.
4. Sobre el sistema nervioso.
5. Sobre el metabolismo.

## APARATO CIRCULATORIO

Henschen y Terres han estudiado cuidadosamente las variaciones y la frecuencia del pulso en deportistas entrenados y no entrenados.(5)

Schneider estudió las relaciones del deporte y el ejercicio físico sobre la presión arterial y Rooker sobre la venosa.(1)

Los problemas de la dinámica del corazón, tamaño de éste en los deportistas en relación con la constitución general, y la hipertrofia fisiológica del corazón por el trabajo deportivo han sido

objeto de intenso estudio.(5)

Hann, Bose y Herxeimer, han estudiado grandes series de electrocardiogramas y quienes pretenden que el ejercicio nunca daña al corazón.(5)

Kenneth Cooper(4) ha realizado un completo estudio a lo largo de 4 años, sobre la frecuencia y consumo de oxígeno durante el ejercicio, con métodos tecnológicos más avanzados y como resultados de los mismos, se han dado lugar al Test de Cooper.

### TORRENTE SANGUINEO

Se ha estudiado desde el punto de vista químico, mecánico y citológico. Hark hizo la numeración de los glóbulos blancos y rojos, en atletas durante el entrenamiento y la ejecución del ejercicio, carreras, natación, y comparativamente con los ejercicios de fuerza y velocidad.(2).

Schneider estudió la cantidad de hemoglobina en semejantes condiciones y Havens(7) dosificó la hemoglobina en alpinistas, con el fin de conocer la influencia que sobre la sangre tiene el ejercicio en las alturas y en atmósferas enrarecidas.(1)

Hisoker dosificó el calcio, sodio, potasio, urea y  $CO_2$ , de la sangre durante el ejercicio.

Quihard, realizó estudios sobre la velocidad de la sangre durante el ejercicio y Schneider(10) lo realizó en alpinistas durante la ascensión. Concluyendo que cualquier partícula, tardaría 1 minuto en completar un recorrido completo. (2).

Renderson(11) ha estudiado la cantidad de oxígeno, que la sangre lleva a los tejidos en cada sístole, relación que saca del oxígeno consumido, medido por métodos fisiológicos especiales y el número de pulsaciones que hayan transcurrido durante una unidad de tiempo.

en que se ejecuta el trabajo; siendo éste, uno de los mejores índices de capacidad reaccional del individuo ante el ejercicio físico.

### APARATO RESPIRATORIO

Hastin Leaver y Godinhan, han abordado por el método de la espirometría la capacidad vital en hombres y mujeres, sometidos a entrenamiento cuidadoso, comparándolo con el de personas no entrenadas.(2)

Hill realizó estudios muy importantes sobre el ritmo respiratorio, durante el ejercicio físico, lo que ha conducido al descubrimiento del llamado punto muerto, que se presenta en todos los ejercicios de duración o sea en todos aquellos deportes que tienen que realizarse sin interrupción durante largo tiempo y se presenta con mayor rapidez e intensidad, cuanto mayor es el rendimiento de trabajo en la unidad de tiempo.(1)

### APARATO RENAL

Varios estudios sobre la función renal se han llevado a cabo. Holpf haciendo análisis de orina en corredores y jugadores de fútbol, encontró variables cantidades de ácido láctico en la orina; la concentración de iones hidrógeno muy elevada y cantidades de amoníaco que solo se encuentran en condiciones anormales (patológicas).(5)

Henschen se interesó de la eliminación temporal de albúmina bajo la influencia del trabajo físico, encontrando cantidades apreciables de ésta en la orina de corredores que habían recorrido de 5 a 6 kilómetros, pero estudios posteriores han demostrado que ésta solamente se presenta en deportistas no bien entrenados y que desaparece, conforme progresa el entrenamiento y no representando ninguna lesión renal.(5)

R. D. Amelar y C. Solomon, estudiaron dos grupos de

boxeadores, el primer grupo fueron boxeadores que pelearon de 7 a 12 Round y en el segundo boxeadores que pelearon de 1 a 6 rounds; encontrando, en el primer grupo que el 89o/o presentaban hematuria y albuminuria y en el segundo grupo el 60o/o presentaba los mismos signos; cuatro de los boxeadores del grupo primero presentaron hematuria grave.(2)

La comprobación de la duración de los síntomas en la mayoría fue imposible, por la falta de una sanción oficial que obligara a los boxeadores a presentarse diariamente para los exámenes de orina.

### SISTEMA NERVIOSO

Terres ha realizado estudios sobre la bradicardia del deportista, inyectando Atropina vía endovenosa, tratando de inhibir la acción parasimpática a nivel cardíaca, sin encontrar un aumento apreciable en el número de contracciones cardíacas por minuto, por lo que concluye que ésta no se debe a un estado vagotónico, sino a una mayor capacidad funcional del corazón.(5)

#### Integración neuromuscular

Se ha estudiado la sensibilidad, sobre el sentido del equilibrio por las pruebas clínicas ordinarias; en la motilidad, es principalmente la precisión en el movimiento, la coordinación perfecta que se ha escudriñado valiéndose del "cine lento", con que se sorprenden las diversas actitudes del salto, la carrera, etc., comparando la precisión y plástica del movimiento en los individuos entrenados que contrasta con la de los no adiestrados. Un verdadero capítulo de la medicina del deporte está constituida por la cinemática y el equilibrio.(1)

### SOBRE EL METABOLISMO

Del metabolismo de los atletas se han ocupado Waller, estudiando la cantidad de CO<sub>2</sub> expelido y de O<sub>2</sub> absorbido. Scott(19) estudiando el cambio de líquidos entre la sangre y los tejidos.

Hill, quien ha tratado de dilucidar la causa metabólica del punto muerto. Herheimer se ha ocupado de la reacción ácido-básica de la sangre y de las variaciones en reposo y el ejercicio.

El estudio del calor animal durante el ejercicio se ha realizado cuidadosamente en ambientes cálidos y fríos y se han realizado curvas térmicas para los diferentes deportes.(1)

En el músculo mismo se han hecho estudios cuidadosos para poner de manifiesto los cambios químicos que sobrevienen con el ejercicio, principalmente en absorción de oxígeno, desprendimiento de CO<sub>2</sub> y la dosificación de ácido láctico como producto de desintegración por el trabajo muscular.(2)

Richet y Voit han realizado estudios sobre la energía muscular, tanto en el individuo entrenado como en el no entrenado, estableciendo el consumo de glucosa y la excreción de anhídrido carbónico y agua en el músculo durante el ejercicio, estableciendo la relación Calórica-kilogrametro.(2)

### MATERIAL

#### Humano:

1. 68 deportistas del Depto., de San Marcos.
2. 20 personas no entrenadas del mismo departamento.

#### Instituciones:

1. Instituto A. V. Hall de Occidente.
2. Junta municipal de Atletismo de S.M.
3. Fincas Armenia y Lorena de San Rafael P. de C. Depto. de San Marcos.

#### Instalaciones:

1. Estadio Marquesa de la Ensenada.
2. Cancha de foot ball del Instituto A.V. Hall de Occidente.
3. Cancha de foot ball de la finca Lorena.

#### Instrumento:

1. Esfignomanómetro.
2. Estetoscopio.
3. Cronómetro
4. Pesas de 5, 10, 15, 20, 30 y 40 Kgrs.

## METODOS

### RELACION ACELERACION Y VELOCIDAD

Se procedió a tomar los signos investigados inicialmente en decúbito dorsal y seguidamente en posición de pie, previo reposo durante 5 minutos, e inmediatamente después de recorrer las siguientes distancias: 14 mts., a paso lento, 28 mts. a paso normal, 38 mts., a carrera lenta, 55 mts., a carrera media, 76 mts., a carrera ligera y 84 mts., a la máxima velocidad de que fuera capaz de desarrollar el individuo; todas las distancias se recorrieron en 15 segundos.

### RELACION ACELERACION Y FUERZA

Se registraron los signos iniciales en la posición de decúbito dorsal y de pie, para proceder a registrarlos nuevamente en el momento de levantar a la altura del hombro y con los brazos en semiflexión, los siguientes pesos: 5, 10, 15, 20, 30 y 40 kilogramos respectivamente.

### RELACION ACELERACION Y TIEMPO

Se realizó el control de signos iniciales en la misma forma que en las pruebas anteriores.

Luego se indica al individuo que debe correr durante 12 minutos continuos, controlándose los signos durante los 3 minutos iniciales y después, al finalizar la prueba; en el momento de registrar los signos durante el ejercicio se le indicó al individuo que se mantuviera con el mismo ritmo en una carrera estacionaria, a fin de no interrumpir el ejercicio.

En ésta prueba también se investigó el Punto muerto, y el pulso residual.

El método que se utilizó, para registrar la presión arterial fue el auscultatorio de Korotkov y para el pulso por palpación de arteria Radial.

## DESCRIPCION

Para la realización de este trabajo se contó con la colaboración de 68 deportistas, adultos jóvenes, comprendidos entre las edades de 19 a 30 años, con un promedio de 3 años de práctica deportiva constante y con un grupo de 21 adultos jóvenes comprendidos entre las mismas edades, los cuales nunca practicaron ningún deporte. Las pruebas que a continuación se describen fueron realizadas por todas las personas que se indica anteriormente.

Para llevar un mejor orden de los resultados de los signos registrados, podemos dividir el trabajo en tres partes: Primero, los resultados antes del ejercicio, segundo los resultados durante el ejercicio y tercero los resultados después del ejercicio, hasta la vuelta a lo normal.

### RESULTADOS ANTES DEL EJERCICIO:

#### En el grupo de deportistas:

Al registrar el pulso inicial en posición decúbito dorsal, el número más bajo de pulsaciones por minuto fue de 50 y el más alto de 66; después de haber sumado todos los resultados y dividiéndolos entre el total de deportistas, el promedio obtenido fue de 59 pulsaciones por minuto.

Para la posición de pie el número más bajo encontrado fue de 59 pulsaciones por minuto y el más alto de 70, para un promedio de 65 pulsaciones por minuto. (Cuadro No. 1).

#### En el grupo de personas no entrenadas:

Para la posición de decúbito dorsal el número más bajo de pulsaciones por minuto fue de 68 y el más alto de 76, para dar un promedio de 68 pulsaciones por minuto.

Para la posición de pie el número más bajo encontrado fue de 70 contracciones por minuto y el más alto de 82 pulsaciones por minuto, dándonos un promedio de 73 contracciones por minuto. (Cuadro No. 2).

Observando por separado los resultados en los diferentes deportes, podemos ver que la cantidad de Bradicárdicos, es menor para unos que para otros; yo encontré que el mayor número de ellos se encuentran entre los deportistas dedicados al atletismo (Marathón), pues de 13 marathónistas, 8 presentaban 60 o menos, contracciones por minuto, para dar un porcentaje de 61o/o. En el fútbol de 21 futbolistas, 9 presentaron 60 o menos contracciones por minuto para un porcentaje de 42o/o. En el basketbol, de 13 basketbolistas, 6 presentaron 60 o menos contracciones por minuto, para un porcentaje de 46o/o, de 10 ciclistas, 4 presentaron 60 o menos contracciones por minuto, para un porcentaje de 40o/o y por último de 11 volibolistas, 3 presentaron 60 o menos contracciones por minuto para un porcentaje de 27o/o.

Al obtener el promedio de frecuencia cardiaca en posición de pie y sin realizar ningún movimiento, encontramos que el deporte que presenta el promedio más bajo es el Marathón, con 62 pulsaciones por minuto, luego le sigue el fútbol con un promedio de 63 pulsaciones por minuto, el basketbol, con un promedio de 64 pulsaciones por minuto, seguidamente el ciclismo con un promedio de 66 contracciones por minuto y por último el volibol, con el promedio de 67 contracciones por minuto.

#### RESULTADOS DURANTE EL EJERCICIO.

Para el desarrollo de ésta parte del trabajo se realizaron dos pruebas, primeramente la relación aceleración - fuerza, por ser una de las que mejor permitía el registro de los signos durante su desarrollo y seguidamente la prueba de relación aceleración-tiempo, registrando los signos mientras los deportistas y personas no entrenadas, continuaban el ejercicio, con una carrera estacionaria.

En el grupo de deportistas el resultado fue el siguiente: Cuando se mantienen levantados 5 Kgrs., a la altura de los hombros y los brazos en semiflexión, la frecuencia del pulso es de 78 pulsaciones por minuto (pulso promedio inicial de 65 contracciones por minuto). Cuando son 10 Kgrs., los que se levantan, la frecuencia es de 82 contracciones por minuto; al ser 15 Kgrs., los que se levantan, la aceleración asciende a 100 pulsaciones por minuto, cuando se levantan 20 Kgrs., la aceleración asciende a 114 contracciones por minuto; y al levantar 30 Kgrs., la aceleración cardiaca llega a la cifra de 140 por minuto, la cual ya no asciende más al levantar pesos mayores.

Para el grupo de personas no entrenadas, los resultados fueron los siguientes: Al levantar 5 Kgrs., la aceleración cardiaca fue de 84 pulsaciones por minuto (pulso promedio inicial de 73 por minuto). Cuando son 10 Kgrs., los levantados, la aceleración es de 90 pulsaciones por minuto; cuando se levantan 20 Kgrs., la aceleración es de 116 contracciones por minuto y cuando son 30 los Kgrs., levantados, la aceleración llega al máximo, dando una cifra de 144 contracciones por minuto, la que se mantiene sin cambios aún con pesos mayores.

#### Relación aceleración - tiempo.

En esta misma sección del trabajo se estudió la acción del tiempo sobre la aceleración cardiaca, para lo cual se controló el pulso a cada minuto, durante los tres minutos iniciales, obteniendo los resultados siguientes: En el grupo de deportistas encontré al final del primer minuto una aceleración de 100 contracciones por minuto, al final del segundo minuto la cifra de la aceleración es de 134 contracciones por minuto y al final del tercer minuto la aceleración es de 150 contracciones por minuto.

En el grupo de personas no entrenadas los resultados para la misma prueba son los siguientes: Al final del primer minuto encontramos una aceleración de 96 contracciones por minuto; al final del segundo minuto la aceleración es de 118 contracciones por

minuto y al final del tercer minuto encontramos una cifra de 138 contracciones por minuto.

En esta misma prueba se estudió el apareamiento del punto muerto, obteniendo resultados propios para esta prueba, puesto que con ejercicio más violentos se modifica el tiempo de apareamiento del mismo; los resultados obtenidos fueron los siguientes: en el grupo de deportistas encontré un promedio de 3 minutos y en el grupo de personas no entrenados encontré un promedio de 1 minuto.

También durante la prueba de levantamiento de pesos se trató de investigar la aceleración inmediata, pudiendo ser percibido el cambio de frecuencia a los 5 segundos de iniciado el ejercicio, aumentando en una contracción con el levantamiento de cualquier peso.

## RESULTADOS DESPUES DEL EJERCICIO.

### Relación Aceleración - Velocidad.

En ésta prueba se tomaron los resultados inmediatamente después de finalizar el ejercicio y los resultados fueron los siguientes: En el grupo de deportistas, al recorrer 14 metros, la aceleración fue de 77 pulsaciones por minuto, a paso lento; al recorrer 28 metros, a paso medio la aceleración fue de 83 pulsaciones por minuto; para recorrer 38 metros a carrera lenta, el número de pulsaciones fue de 98; luego para 55 metros a carrera media, la aceleración fue de 120 por minuto; al recorrer 76 metros a carrera veloz, el número de pulsaciones fue de 129 por minuto y por último al recorrer 84 metros, al esfuerzo máximo de que fuera capaz el deportista el resultado fue de 160 pulsaciones por minuto.

Para el grupo de personas no entrenadas, los resultados fueron los siguientes:

Al recorrer 14 metros a paso lento, el número de pulsaciones por minuto fue 81; al recorrer 28 metros a paso medio, la

aceleración fue de 88 pulsaciones por minuto; para recorrer 38 metros a carrera lenta, la aceleración aumentó a 100 contracciones por minuto; cuando son 55 metros los recorridos la aceleración se eleva a 130 contracciones por minuto, esto a carrera media; al ser 76 los metros recorridos la aceleración llega a 140 por minuto, esto a carrera rápida, y por último cuando son 84 los metros recorridos el pulso aumenta hasta 170 y se vuelve débil siendo, difícil su cuantificación, esto a carrera máxima de que fuera capaz la persona.

### Aceleración - tiempo.

En esta prueba se indicó al deportista que debía correr durante 12 minutos, a un ritmo constante, y se registró el pulso inmediatamente después de finalizar la carrera, obteniendo los resultados siguientes:

El promedio encontrado en los deportistas observados fue de 150 pulsaciones por minuto, al finalizar la prueba.

En el grupo de personas no entrenadas, esta prueba, no se realizó exactamente como se les había indicado, puesto que por momentos se interrumpió la carrera y continuaban a paso lento, habiendo obtenido un promedio de 160 contracciones por minuto, esta cifra fue obtenida inmediatamente después de terminado el ejercicio.

También se estudió la frecuencia cardiaca en los minutos siguientes después de finalizar el ejercicio, controlando ésta a cada 15 segundos, obteniendo los resultados que se describen a continuación.

Para el grupo de deportistas que habían alcanzado un promedio de 150 contracciones por minuto, durante la carrera de 12 minutos vino una disminución a 137 en el primer cuarto de minuto, a 110 en el segundo cuarto de minuto y 100 (contracciones al final del primer minuto), 96 el primer cuarto del segundo minuto, 88 al final del

segundo minuto; después viene la desaceleración muy lentamente hasta los 5 minutos, encontrando la cifra de 84 pulsaciones por minuto.

Para el grupo de personas no entrenadas en la misma carrera encontré que la aceleración máxima fue de 160 contracciones por minuto y que al cabo de dos minutos no descendía sino a 120 y a los 5 minutos el pulso residual era de 96 contracciones por minuto.

La medida de la presión arterial es otro importante punto de estudio entre los deportistas, sobre todo para obtener datos precisos, con los cuales se pueda no dar cuenta de diferentes modalidades o modificaciones que ésta sufre bajo la acción del esfuerzo deportivo.

Los estudios de la presión se realizaron en 40 deportistas de sexo masculino, con edades oscilantes entre 19 y 30 años, con una estatura que varió entre 1.60 y 1.80 metros y con un promedio de peso de 62 kilogramos. A todos los deportistas se les realizó una exploración clínica general en la ciudad de San Marcos a 2500 metros sobre el nivel del mar.

Las personas no entrenadas que se presentaron para esta prueba fueron 12, de sexo masculino; estatura comprendida entre 1.58 y 1.76 y con un peso promedio de 60 kilogramos.

Este capítulo se puede dividir también en tres partes, correspondiendo la primera a los resultados durante el reposo, o sea antes del esfuerzo deportivo; la segunda parte que engloba los resultados durante el esfuerzo deportivo, y la tercera parte que encierra las anotaciones obtenidas durante el ejercicio físico.

#### RESULTADOS ANTES DEL EJERCICIO:

En el grupo de deportistas, los resultados fueron los siguientes: la posición promedio para la posición de decúbito fue de 110/70 mm de Hg.

Luego al incorporarse a la posición de pie la cifra promedio fue de 115/75 mm de Hg. La cifra de tensión más alta para la misma posición fue de 120/80 y la más baja de 110 de Hg.

En el grupo de personas no entrenadas el resultado fue el siguiente: la presión promedio para la posición de decúbito dorsal fue de 117/75. Luego para la posición de pie la presión promedio fue de 123/80 mm de Hg. Siendo la presión más alta para la misma posición de 135/85 y la más baja de 120/80 mm de Hg.

Al tomar la presión inmediatamente después de incorporarse la persona de la posición de decúbito dorsal a la posición de pie se observa un descenso de un promedio de 8 mm. de Hg., en relación a la presión obtenida en la posición de decúbito dorsal.

#### RESULTADOS DURANTE EL EJERCICIO:

##### Relación Fuerza-Presión

En el grupo de deportistas encontramos los resultados siguientes: Al levantar 5 Kgs., la presión asciende a 140/85, siendo la presión inicial de 115/70 mm de Hg. Cuando son 10 Kgs., los levantados, la presión es de 150/100. Cuando los Kgs., son 15 los levantados, la presión es de 175/120; cuando son 20 Kgs., los levantados la presión es de 190/130 y cuando son 30 Kgs., los levantados la presión llega a ser 200/130 mm de Hg., no subiendo más con pesos mayores.

Observando el grupo de personas no entrenadas encontramos que los resultados son los siguientes: al levantar 5 Kgs., la presión asciende a 145/90; al levantar 10 Kgs., la presión sube a la cifra de 170/115; cuando son 15 Kgs., los levantados la presión muestra cifras de 180/130; cuando son 20 Kgs., los levantados la presión es de 200/130 y finalmente cuando se levantan 30 Kgs., la presión llega a ser de 210/130 la que no aumenta aún con pesos

mayores.

#### Relación Presión-Tiempo::

En esta prueba se indicó al deportista que se mantuviera corriendo a un ritmo de carrera media, durante 12 minutos continuos, controlándose la presión a cada minuto durante 3 minutos y luego al final de la prueba; mientras se tomó la presión arterial el deportista se mantuvo en una carrera estacionaria al mismo ritmo de la carrera lenta.

Los resultados en el grupo de deportistas fueron los siguientes: al final del primer minuto la presión arterial fue de 111/60; al final del segundo minuto el resultado fue de 130/70 mm de Hg. Al final del tercer minuto el resultado es de 150/180, y cuando se han recorrido 10 minutos la presión es de 160/90.

En el grupo de personas no entrenadas la presión no varía en forma significativa con relación a la obtenida en los deportistas, pero siempre se mantienen las diferencias de la presión inicial, por lo que no se anota.

#### RESULTADOS DESPUES DEL EJERCICIO:

##### Relación Velocidad-Presión

Los resultados para el grupo de deportistas son los siguientes: al recorrer 14 mts., a paso lento la presión es de 120/80 mm de Hg. Cuando son 28 mts., los recorridos a paso medio la presión asciende a 130/85; cuando se recorren 38 mts., a carrera lenta la presión es de 110/60; cuando se recorren 55 mts, la presión presenta cifras de 115/70, esto es a carrera media; al recorrer 76 mts., a carrera ligera la presión es de 110/60, pero en el siguiente medio minuto la presión asciende a 160/60 mm de Hg., y por último, cuando se recorren 84 mts., a carrera máxima la presión arterial es de 110/50, subiendo en el siguiente medio minuto a 160/60, siendo al final del primer minuto

de 140/80 y al cabo del segundo minuto vuelve a lo normal.

Los resultados obtenidos en el grupo de personas no entrenadas los resultados no difieren más que la conservación de la diferencia inicial y en que la vuelta a lo normal es más tardada, con un promedio de 4 minutos.

En los ejercicios de Relación-Presión-Fuerza los resultados después del esfuerzo muscular son los siguientes: cuando se levantan 5 Kgs., la presión arterial vuelve a lo normal instantáneamente, al bajar el peso; al ser 10 los Kgs., la presión tarda en volver a lo normal un minuto, después de bajar el peso; al ser los 15 Kgs., la presión vuelve a lo normal en un minuto; cuando son 20 los Kgs., levantados, la presión tarda en volver a lo normal 3 minutos después de bajado el peso; cuando son 30 kgs., los levantados, la presión tarda en volver a lo normal los mismos 3 minutos.

## ANALISIS

En esta sección haremos un análisis de los resultados descritos anteriormente, refiriéndonos primeramente a la parte correspondiente a la frecuencia cardíaca antes del ejercicio, en ambos grupos estudiados.

Inicialmente podemos ver que el grupo de deportistas nos presenta un promedio de 65 contracciones por minuto, estando en posición de pie y sin realizar ningún movimiento, lo que se traduce en una disminución de 7 contracciones por minuto, con relación al promedio normal que es de 72 contracciones por minuto; seguidamente observaremos que dentro del grupo de deportistas existen algunos que presentan bradicardia, o sea 60 o menos pulsaciones por minuto. Encontramos que de 68 deportistas, 29 de ellos la presentan para dar un porcentaje de 42o/o de bradicárdicos.

En el grupo de personas no entrenadas encontramos que el promedio para la posición de pie y sin realizar ningún movimiento, es de 73 contracciones por minuto, o sea que excede en una contracción el promedio normal y en 8 contracciones al promedio obtenido en el grupo de deportistas. De lo anterior podemos afirmar que el deporte en general produce el abatimiento del número de contracciones cardíacas en la cifra de 7 por minuto y además que la bradicardia le es propia al deportista bien entrenado, estando en reposo, siendo el resultado de la práctica constante y metódica del ejercicio físico. En la misma forma que el ejercicio continuado provoca el aumento paulatino de la masa muscular esquelética, en esa misma relación se va forjando el aumento y refortalecimiento del músculo más importante del organismo, dando lugar a la hipertrofia fisiológica del corazón, por lo que podemos pensar que las cavidades cardíacas en el deportista son mayores y que además la contracción es más eficiente, por lo que el volumen residual en cada sístole es menor, resultando de lo anterior que cuando el ventrículo izquierdo del corazón del deportista se contrae, está mandando un sesentavo del volumen sanguíneo, mientras el mismo ventrículo del corazón de la persona no entrenada, manda en

cada sístole un setenta y dosavo pudiendo decir que la bradicardia no se debe a modificaciones del tono del sistema neurovegetativo, como ha sido demostrado en inyectar atropina en los estudios realizados por Terres,(5) sino a la mayor capacidad funcional propia del corazón, siendo la manifestación de un trabajo económico, que da por resultado un ahorro de 20 a 30,000 contracciones por día, y a la par de la hipertrofia, el ejercicio sistemático también produce el enriquecimiento de la trama vascular a nivel del miocardio, con lo que la circulación colateral establece innumerables anastomosis, creando nuevas vías de aportación de oxígeno, lo que constituye un factor vital en la eficiencia cardiaca.

Comparando el número más bajo de contracciones cardíacas por minuto encontrados en este trabajo, para la posición de pie es de 56, con las cifras encontradas en deportistas europeos, que corresponden a 47 contracciones por minuto. Esta diferencia se puede atribuir a que en nuestro medio no se practica el deporte en un nivel profesional y en consecuencia no se cuenta con métodos adecuados a su entrenamiento, ni con los requerimientos dietéticos necesarios como para poder obtener todo el beneficio del deporte. (Influye la altitud).

Seguidamente encontramos que en los dos grupos estudiados se produce un aumento promedio de 5 contracciones por minuto, sobre el promedio de cada uno de los grupos para la posición de decúbito dorsal, al pasar a la posición de pie, lo que constituye una respuesta cardiaca a la acción de la gravedad sobre la circulación sanguínea, conociéndose esto con el nombre de reflejo Ortostático, y a lo inverso como el reflejo Clinostático.

Aquí nos ocuparemos de los resultados obtenidos durante el ejercicio. La prueba que se utilizó para esta parte del trabajo tiene como objeto la de demostrar la influencia que la fuerza desarrollada por individuo tiene sobre la aceleración cardiaca. Primeramente observaremos lo relativo a la aceleración inmediata que se produce al realizar cualquier esfuerzo. Podemos ver de acuerdo a los resultados

obtenidos que esta aceleración es perceptible ya a los 5 segundos de mantener levantado cualquiera de los pesos; ésta se manifiesta por el aumento de una contracción en el tiempo indicado. Esto con métodos ordinarios, no dudando que con aparatos sensiblemente tecnificados la aceleración se puede poner de manifiesto mucho antes. Respecto a lo anterior diremos que existen dos etapas en la aceleración cardiaca asociada al esfuerzo muscular: la que se produce inmediatamente al comenzar el ejercicio y la desarrollada después y más gradualmente.

Al iniciarse el ejercicio la aceleración del pulso ocurre demasiado pronto, como para poder pensar que resulte del mayor flujo de sangre, que de los músculos contraídos va al corazón (reflejo de Baimbrige), a la acción de la anedralina o de los metabolitos formados en los músculos, vertidos en el torrente sanguíneo o al aumento del calor corporal en este tiempo no es significativa. Tendientes a explicar la aceleración inicial, se han realizado diferentes experimentos después de los cuales se acepta que ésta depende de impulsos originados en los receptores musculares y principalmente a los originados en las áreas motoras de la corteza cerebral, que alcanzan a los núcleos cardiacos bulbares, siendo éstos últimos los que originan el reflejo ortostático y la aceleración cardiaca emocional.

Tomando como referencia los promedios de pulsaciones cardíacas por minuto, para la posición de pie, observaremos el aumento de la frecuencia al levantar los diferentes pesos conjuntamente en los dos grupos. El promedio inicial para los deportistas es de 65 pulsaciones por minuto y para las demás personas no entrenadas, es de 73 pulsaciones por minuto.

Kgs.	Fc Deportistas	Fc Personas no Entrenadas
5	13	11
10	17	17
15	35	31
20	49	44
30	75	71
40	75	71

Como podemos ver el número de contracciones cardiacas no está en relación matemática con el peso levantado, porque cuando se levantan 5 Kgs., la aceleración sube en 13 contracciones por minuto o sea que llega a la cifra de 78; al levantar 10 Kgs., la aceleración solamente aumenta en 4 contracciones, en relación a la aceleración anterior, o sea que llega a 82 contracciones por minuto; al levantar 15 Kgs., la frecuencia cardiaca supera en 19 contracciones por minuto a la aceleración anterior, o sea que llega 101.

Cuando son 20 Kgs., los que se levantan, la aceleración supera en 14 contracciones a la anterior, o sea que se llega a la cifra de 115 por minuto y cuando se levantan 30 Kgs., la aceleración aumenta en 26 contracciones cardiacas con respecto a la anterior, o sea que asciende a 141 contracciones por minuto; cuando son 40 Kgs., la aceleración ya no aumenta, ni con pesos mayores.

Haciendo una comparación de los resultados obtenidos en los dos grupos, se puede ver que en el grupo de los deportistas se presenta una aceleración relativa, mayor que la presentada por el grupo de las personas no entrenadas, para cada uno de los pesos, lo cual está de acuerdo con los resultados de otras experiencias que indican que el corazón del adiestrado responde más rápido al esfuerzo impuesto, no obstante la aceleración total, resulta ser casi la misma.

Por otra parte, de acuerdo con los resultados anteriores, podemos decir que cuando se levantan pesos inferiores a 10 Kgs., el

esfuerzo realizado es ligero y la frecuencia se modifica poco.

De los 10 Kgs. A los 20 Kgs., el esfuerzo es grande y la aceleración asciende marcadamente, y por último, que de los 20 a los 30 Kgs., el esfuerzo realizado es máximo, siendo máxima también la aceleración, la que ya no aumenta a pesar de levantar pesos mayores. El mantener sostenido, subir o bajar lentamente el peso, es indiferente con respecto a la frecuencia, pero ésta sí disminuye si el peso se apoya sobre los hombros o la cabeza, lo que se explica porque en esas condiciones el esfuerzo muscular disminuye y la presión del peso recae más que todo sobre el centro de gravedad de las estructuras óseas cuando se está en posición erecta.

También durante el ejercicio se investigó el tiempo después de haber iniciado la actividad física en que se presenta el punto muerto encontrando que en las personas no entrenadas, éste aparece al final del primer minuto como promedio y en los deportistas al minuto tercero (al final). Lo anterior puede ser explicado porque el deportista y la persona no entrenada difiere en los siguientes factores: el deportista presenta mayor capacidad vital, mayor eficiencia cardiaca y mejor integración Neuromuscular. Con respecto al punto muerto diremos que este consiste en la manifestación repentina en un momento determinado del ejercicio físico, en un fuerte aumento de la frecuencia cardiaca, acompañado de la dificultad subjetiva de la respiración seguramente como la expresión de una aportación insuficiente de oxígeno, lo que reduce el rendimiento del trabajo y no puede ser compensado a pesar de todo el esfuerzo voluntario; este estado dura algunas veces sólo segundos, pero en algunos casos puede prolongarse hasta un minuto o más, cesando después, casi de repente, bajo fuerte sudoración, alivio de la respiración y tranquilización de la acción cardiaca; luego el trabajo físico se realiza mejor y el deportista ya no tiene que temer la repetición de este estado, aunque el ejercicio se prolongue por largo tiempo.

Experimentos realizados por Hill(1) han aclarado muchos de los problemas relativos al punto muerto: En los primeros momentos de la aceleración cardiaca, el aporte de sangre y oxígeno a los tejidos

insuficiente, de allí viene una falta de oxidación del ácido láctico, producido en exceso como consecuencia de la contracción muscular.

Como este ácido láctico no puede eliminarse rápidamente se acumula en la sangre, produciendo una acidosis metabólica.

Hill ha encontrado antes del punto muerto una gran concentración de iones hidrógenos en la sangre y después del mismo, el descenso de PH, muchas veces abajo de lo normal; es pues cuando se llega a la saturación de la sangre por el ácido láctico que sobrevienen los fenómenos del punto muerto.

La desaparición rápida de estos fenómenos inclina a pensar que no se deben a la eliminación del ácido láctico, sino a la neutralización del mismo. En los individuos entrenados, en quienes el punto muerto desaparece más rápidamente. Walinski(2), ha encontrado en estado de reposo alcalosis; esta reserva de alcali explicaría la rápida neutralización del ácido láctico. Posteriormente no se presentará punto muerto aún cuando el ejercicio se prolongue durante mucho tiempo, lo que es debido a que el corazón ha encontrado ya su ritmo de trabajo, los pulmones igualmente, con lo que el aporte de oxígeno está asegurado, así como la eliminación del anhídrido carbónico; posteriormente y por último se establece una intensa sudoración por la que se elimina una pequeña parte del ácido láctico, por el riñón se elimina otra parte y por conversión a glucogeno en el hígado también se elimina otra parte.

Observando los resultados y comparando los dos grupos en esta prueba de relación aceleración-tiempo, vemos que el grupo de deportistas presenta un promedio de aceleración mucho más rápido que las personas no entrenadas. Los signos se registraron en esta prueba, indicándole al deportista que no interrumpiera el ejercicio, manteniéndose mientras se registraban éstos, en una carrera estacionaria sin perder el ritmo con que inició la carrera.

Ahora nos toca analizar los resultados inmediatos y mediatos, después del ejercicio, correspondiente a la tercera parte de este trabajo.

Primeramente observaremos la prueba que pone en evidencia la acción de la velocidad sobre la aceleración cardiaca.

Estudiando con detalle estos resultados, podemos comprobar que la aceleración cardiaca no depende del número de metros recorridos, sino a la velocidad a la que se recorran; así vemos que cuando los individuos recorren 28 mts., a paso medio, sólo acelera 18 contracciones por minuto, sobre el promedio para la posición de pie y en reposo, que es de 65; en cambio cuando recorre 10 mts., más o sea 38, el pulso acelera en 33 por minuto, lo que indica que la aceleración aumentó en 15 contracciones sobre la aceleración anterior, con el sólo hecho de pasar del paso medio a la carrera lenta. Y finalmente que cuando se pasa de la carrera veloz, con un recorrido de 75 mts., y un número de pulsaciones de 129 por minuto, al esfuerzo máximo con un recorrido apenas 8 mts., mayor, o sea 84 mts., el número de pulsaciones sube desmesuradamente en 105 pulsaciones, lo que indica que en sólo 8 mts., se produce una aceleración de 31 pulsaciones por minuto, con la única condición que el deportista realice el mayor esfuerzo.

Encontramos aquí también, como en lo referente a la relación aceleración-fuerza, que esta aceleración no obedece a leyes mecánicas ni matemáticas, sino que entra el factor biológico del esfuerzo desplegado por el deportista. Al comparar los resultados de las personas no entrenadas, el cambio al nivel cardiaco más significativo es que nos da un promedio de aceleración total más elevado y que el pulso se vuelve muy débil, por lo que resulta difícil su cuantificación. Como podemos ver la velocidad exige un esfuerzo muscular masivo e intenso en un lapso de tiempo demasiado corto, por lo que el corazón debe acelerarse al máximo, tratando de aportar una cantidad suficiente de oxígeno, pero a pesar de ello no lo logra, porque en una rápida carrera realizada a la máxima velocidad de que sea capaz el deportista de desarrollar, con una duración de más o menos 15 segundos que dura la carrera, no pueden absorber más que una fracción, 2 litros a lo máximo, por lo que se establecerá una deuda de oxígeno, que no puede saldarse, sino hasta después

de la carrera, por lo que el deportista finaliza con una sensación de cansancio máximo.

Claro está que aparte de las diferencias cardiacas, el deportista se diferencia de la persona no entrenada en que desarrolla mayor velocidad, pues para el recorrido de los 84 mts., utiliza un promedio de 13 segundos, mientras que las personas no entrenadas hacían el recorrido en un promedio de 17 segundos.

Luego observaremos la acción del tiempo sobre la acción cardiaca, para lo cual se realizó la prueba de hacer correr al individuo durante 12 minutos, obteniendo un promedio de aceleración de 150 contracciones cardiacas en el grupo de deportistas, encontrando en los individuos no entrenados un promedio de 170, a pesar que la prueba la realizaron cambiando de ritmo y terminaron caminando. Lo más importante con respecto al resultado es que la mayor aceleración se estableció desde el tercer minuto de haber principiado el ejercicio, lo cual coincidió con el apareamiento del punto muerto y se mantuvo sin cambios durante los restantes 7 minutos, por lo que podemos decir que la aceleración del corazón varía en relación con el trabajo impuesto, no con la duración de ese trabajo. Por último diremos, hasta el presente no se ha podido dar una ley según la cual se haga la aceleración cardiaca, sino que existe en cada individuo una aceleración especial; es pues algo personal que no obedece a ninguna ley especial, sino que es completamente individual. Las únicas leyes generales son para el individuo entrenado: aceleración más rápida y total más baja que el no entrenado.

Para la prueba aceleración-tiempo podemos decir que la aceleración no llega a ser máxima, porque el esfuerzo realizado impone un ritmo de contracciones musculares lo suficientemente lentos, de modo que pueda ser oxidado gran parte del ácido láctico que se va formando, con el ritmo adecuado de contracciones cardiacas, lo que quiere decir que se establece un equilibrio entre el trabajo cardiaco y el muscular esquelético, por lo que el ejercicio se prolonga por un tiempo largo, sin que aparezca sensación de cansancio.

Por último, estudiando los resultados de la desaceleración, podemos ver que en los deportistas se alcanzó una aceleración máxima promedio de 150 contracciones por minuto, y que al finalizar el segundo minuto la frecuencia cardiaca es de 88 por minuto lo que constituye un porcentaje de 58o/o de la aceleración total.

Observando al grupo de personas no entrenadas encontramos que en la misma carrera la aceleración máxima fue de 160 contracciones por minuto y al cabo de 2 minutos no descendía sino a 120, lo que nos deja un porcentaje de 80o/o de la aceleración total. Comparando la aceleración presentada por los dos grupos después de 5 minutos, vemos que los resultados son los siguientes: para el grupo de deportistas se encuentra la cifra de 84 pulsaciones por minuto y para el grupo de personas no entrenadas encuentro el número de 96 contracciones por minuto; por lo tanto podemos decir que en todos los casos el corazón del deportista se distingue, por la más rápida disminución de la frecuencia después del ejercicio.

Aquí, como en lo referente al pulso, haremos un análisis de los resultados obtenidos, siguiendo el orden en que presentamos éstos.

Primeramente observaremos que en el grupo de deportistas la presión arterial para las dos posiciones presenta una cifra promedio más baja para la posición de decúbito dorsal en el grupo de deportistas, la presión sistólica es 7 mm Hg., menos que la presión sistólica para el grupo de personas no entrenadas y la presión diastólica es 5 mm Hg., menos en el grupo de personas deportivas que en el de no entrenadas; para la posición de pie se observa que la presión de los dos grupos ascienden en un promedio de 5 mm.; las dos presiones o sea la sistólica y la diastólica, pero se conservan las diferencias, siendo más baja la presión en el grupo de deportistas.

Esta ligera diferencia de presiones entre los dos grupos puede ser explicada por la mayor eficiencia cardiaca en los deportistas, cosa que está demostrada. El corazón del deportista es más grande que el

corazón del no entrenado en reposo, por lo que el número de pulsaciones es menor, pero no en tal grado que aniquile este aumento de la capacidad cardiaca, por lo que la onda sanguínea sale del ventrículo izquierdo con una menor fuerza, pero se prolonga por un tiempo mayor. Esto puede explicar la leve disminución de la presión sistólica. Por otra parte con el entrenamiento los músculos, cuando están en reposo, adquieren una relajación más completa, con más soltura, con lo que la resistencia capilar es menor lo que origina la ligera disminución de la presión diastólica que se presenta en el grupo de deportistas.

En esta sección del trabajo pude observar también que cuando se cambia de posición de decúbito dorsal a la de pie, se produce un descenso de la presión arterial, lo cual dura más o menos unos 10 segundos, y luego asciende sobre la cifra que tenía para la posición de decúbito dorsal.

En mi observación obtuvo un promedio de 8 mm de Hg., del descenso de la presión al incorporarse la persona, esto refleja la acción que la fuerza de gravedad ejerce sobre la circulación sanguínea, tratando de compensar esta baja de la presión arterial, se produce la aceleración inmediata del corazón, el reflejo vasomotor, lo que se logra después de un promedio de 30 segundos, pero en personas que han guardado largo reposo en cama al incorporarse, no se logra esta compensación y sobreviene una lipotimia o bien un síncope.

Ahora nos toca observar la sección de los resultados durante el ejercicio: Durante la prueba de relación Presión-Fuerza, pude observar que el alza de la presión arterial, se produce inmediatamente al levantar cualquiera de los pesos o sea que se producen cambios bruscos de la misma, lo cual se explica por la interacción de tres factores que contribuyen a que la presión se eleve inmediatamente, los cuales son: Primeramente por la participación de la aceleración inmediata del corazón, cuyo modo de acción fue explicado anteriormente al tratar de la frecuencia cardiaca, luego por la activación del reflejo

vasomotor que se inicia por receptores localizados en el seno carotideo y que activa a los centros vasopresores bulbares; en tercer lugar podemos citar la resistencia periférica que se produce por la contracción muscular isométrica propia de esta clase de ejercicio, y por último mencionaremos a la acción del cambio de presión dentro de la caja torácica, que de negativa pasa a ser altamente positiva por el esfuerzo mismo.

Tratando de observar la acción que el cambio de presión dentro de la caja torácica tiene por sí sola sobre la presión arterial, realicé una prueba con 7 deportistas, a quienes les indiqué que ejercieran un esfuerzo expiratorio máximo, pero sin permitir la salida del aire, o sea la maniobra de valsalva, midiendo la presión en ese momento encontré que ésta ascendía hasta la cifra promedio de 160/100 estando el deportista en reposo y sin levantar ninguno de los pesos, lo que se debe a que se ponen en acción los músculos expiratorios intercostales y los accesorios como los abdominales, con lo que se reduce el volumen intratorácico, aumentando en varias atmósferas la presión del aire dentro del tórax, la que como es lógico se ejerce también sobre las paredes de los grandes vasos, no permitiendo la distensión normal de éstos con cada sístole, aumentado en esta forma la presión sistólica, pero aparte de esto la presión intratorácica aumentada produce una disminución del retorno venoso, con lo cual se aumenta la resistencia periférica, contribuyendo a aumentar la presión diastólica. En los ejercicios de velocidad o de resistencia, los mecanismos de los cambios de presión son completamente distintos. Sintetizando podemos decir que en esta clase de ejercicio la presión se alza por la acción del aumento de la frecuencia cardiaca, disminución de la elasticidad de los grandes vasos y por el aumento de la resistencia periférica.

Tomando como referencia los promedios iniciales de presión para la posición de pie nos podremos dar cuenta del aumento de la presión arterial al levantar los diferentes pesos, conjuntamente con los dos grupos.

Kgrs.	P/A Deportistas	P/A Personas no Entrenadas.
5	140/ 85	145/ 90
10	150/100	170/115
15	175/120	180/130
20	190/130	200/130
30	200/130	210/135

Con la fuerza suben pues el principio ambas presiones en una cifra casi igual, con lo que la presión arterial diferencial permanece estacionada, pero pronto deja de subir la mínima, mientras que la máxima aún sigue creciendo, con lo que aumenta la presión diferencial; vemos también que el peso no tiene relación con la cifra en que sube la presión. Por otra parte vemos que el aumento de la presión es proporcional a la presión inicial, tal como si sobre ésta se sumaran las siguientes ascensiones. Es pues importante registrar la presión en todos los deportistas y autorizar la realización de deportes violentos a largas competencias únicamente a aquellos que presentan una presión inicial baja o normal.

En esta misma sección analizaremos los resultados de la prueba de relación presión-tiempo, podemos ver que cuando se ha recorrido durante un tiempo, la presión es de 110/60, o sea que la presión sistólica disminuye en 5 mm de Hg., y la presión diastólica disminuye en 15 mm de Hg., con respecto a la presión inicial, lo que se debe como veremos más adelante, a la acción de la inercia sobre la circulación; al mantener el mismo ritmo de carrera durante 2 minutos el resultado es de 130/70, vemos que la presión sistólica aumenta en 15 mm de Hg., con respecto a la inicial; cuando se ha recorrido al mismo ritmo durante 3 minutos, la presión es de 150/80, subiendo la presión sistólica en 35 mm de Hg., y la presión diastólica aumenta en 5 mm de Hg., sobre la presión inicial y cuando se han recorrido al mismo ritmo durante 12 minutos la presión es de 160/90, ascendiendo en 45 mm de Hg., la presión sistólica y en 15 mm de Hg., la diastólica sobre la presión inicial. Primeramente observaremos que al iniciarse el

ejercicio la presión arterial desciende y que posteriormente la presión principia a ascender en mayor grado la sistólica y más lentamente la diastólica, con lo que la presión diferencial aumenta, esto es debido que el corazón puede superar la acción de la inercia que en este caso es pequeña, puesto que es un correr lento y rítmico, lo que no ocurre con los ejercicios de velocidad, en que el corazón ni los demás mecanismos presores pueden estabilizar la presión, sino hasta después del ejercicio.

Ahora veremos los resultados correspondientes a la parte del trabajo, después del ejercicio físico. Cuando se recorren 20 metros a paso medio la presión asciende en 10 mm de Hg., la sistólica y en 5 mm de Hg., la presión diastólica sobre la presión inicial; cuando se recorren 38 metros a carrera lenta la presión disminuye en 7 mm de Hg., la sistólica y en 15 mm de Hg., la diastólica, con el sólo hecho de pasar del paso medio a la carrera lenta cuando se recorren 55 metros a carrera media, la presión es de 115/70 al recorrer 76 metros a carrera ligera la presión vuelve a descender a 110/60, pero en los 15 segundos siguientes, ya en reposo, la presión es de 160/60, y por último cuando se recorren 84 metros a carrera máxima, la presión inmediata es de 110/50, subiendo en el siguiente cuarto de minuto a la cifra de 160/60, aumentando la presión diferencial en 100 mm de Hg., y al final del primer minuto desciende a 140/80 y al final del segundo minuto está en cifras normales.

Observando los bruscos cambios de presión arterial, podemos decir que todo ejercicio de velocidad tendrá acción sobre la presión arterial, haciéndola descender, o sea que los cambios de velocidad lineal en nuestros movimientos (aceleración y desaceleración) ejercen profunda acción sobre el cuerpo, como resultado de la inercia de la sangre y de las vísceras, lo cual disminuye el retorno venoso al corazón por consiguiente cae la presión, a pesar de todos los

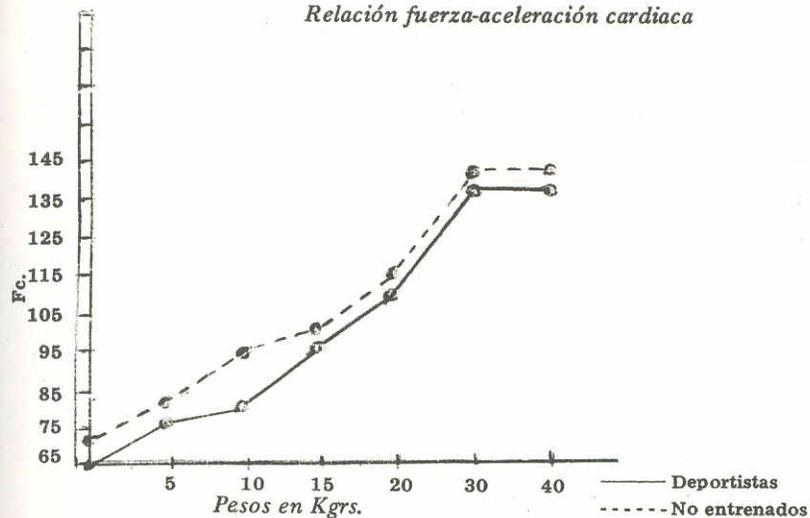
mecanismos de compensación de que dispone el organismo, para mantener estable ésta. También podemos observar que hasta después de 15 segundos de cesado el ejercicio, la presión sistólica asciende desmesuradamente, lo que es debido a que el pasar (desaceleración brusca) la inercia que la sangre obtiene al estar corriendo la persona, actúa, pero en este caso favoreciendo el retorno venoso y estando el corazón acelerado se aumenta el débito cardiaco, con lo que ésta asciende de 110 a 160, pero esto inmediatamente no es suficiente para hacer subir la presión distólica, sino hasta el final del primer minuto es cuando sube a 60 a 80 mm de Hg., y finalmente, la acción de los diferentes factores compensatorios estabilizan las dos presiones. La acción de la inercia puede ponerse de manifiesto, al producir un movimiento pasivo del cuerpo, con una aceleración rápida, observándose un leve descenso en ese instante.

Para la prueba de relación-tiempo, los resultados después del ejercicio son los siguientes: En el grupo de deportistas encontramos que cuando han pasado 15 segundos, la presión asciende a 170/110, cuando se ha recorrido durante 12 minutos a carrera lenta; la presión final para esta prueba fue de 160/90, posteriormente la presión empieza a descender y llega a lo normal al transcurrir 5 minutos estando en descanso.

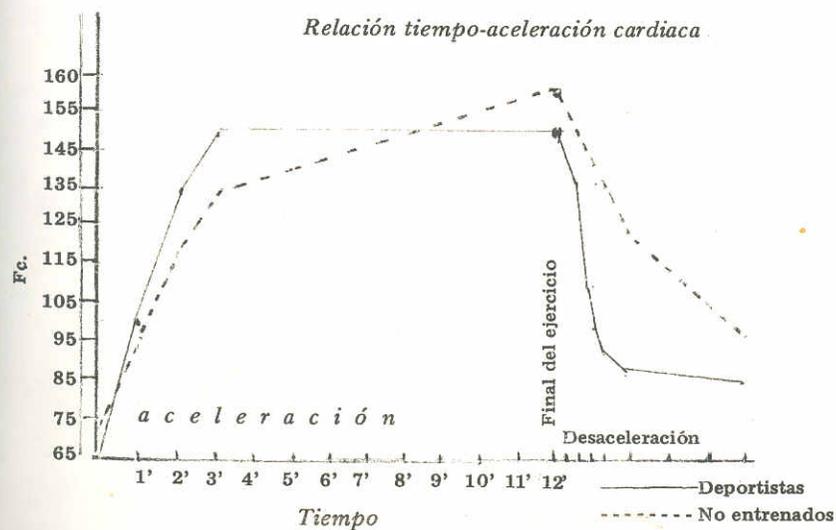
Relación Presión-Fuerza, en esta prueba vemos que el descenso de la presión se lleva a cabo rápidamente, pues aún levantando el mayor peso, la presión sólo tarda 3 minutos en volver a lo normal.

Como podemos ver es la prueba de relación presión-tiempo la que nos da el mayor tiempo en descenso de la presión, pues este es de 5 minutos, lo cual puede explicarse por el aumento del débito cardiaco, durante este período de descanso, unido probablemente a la acción hipertensora de la adrenalina circulante.

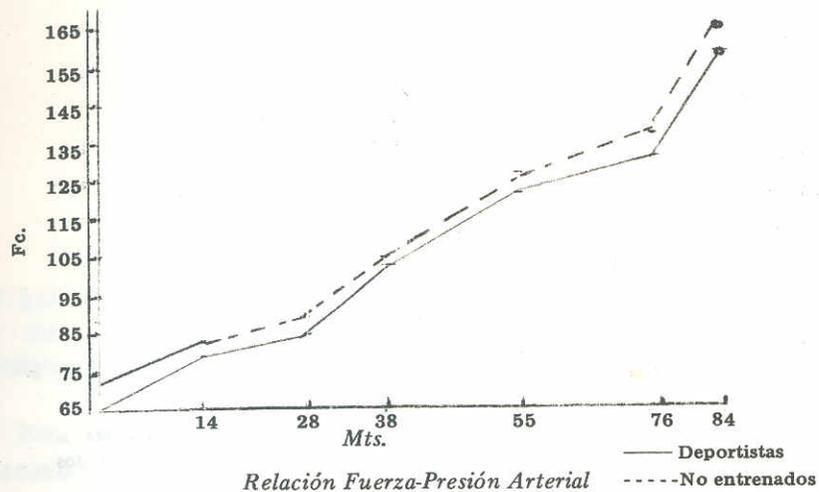
Relación fuerza-aceleración cardiaca



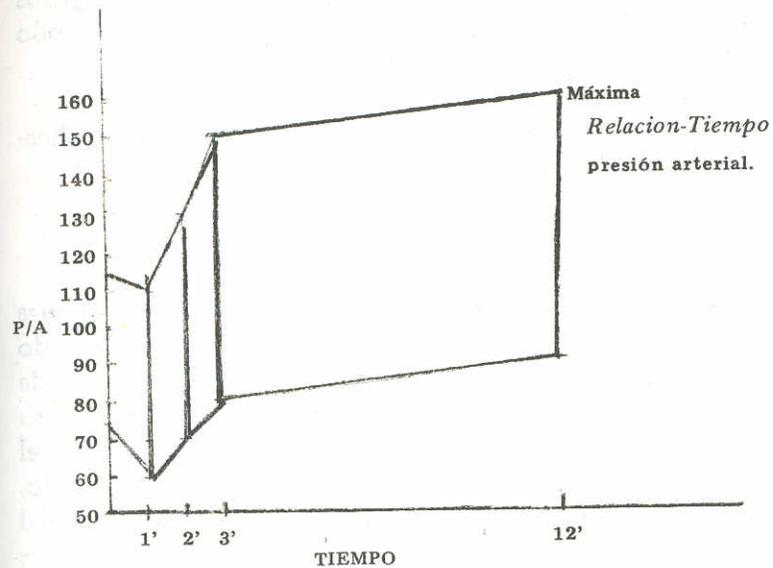
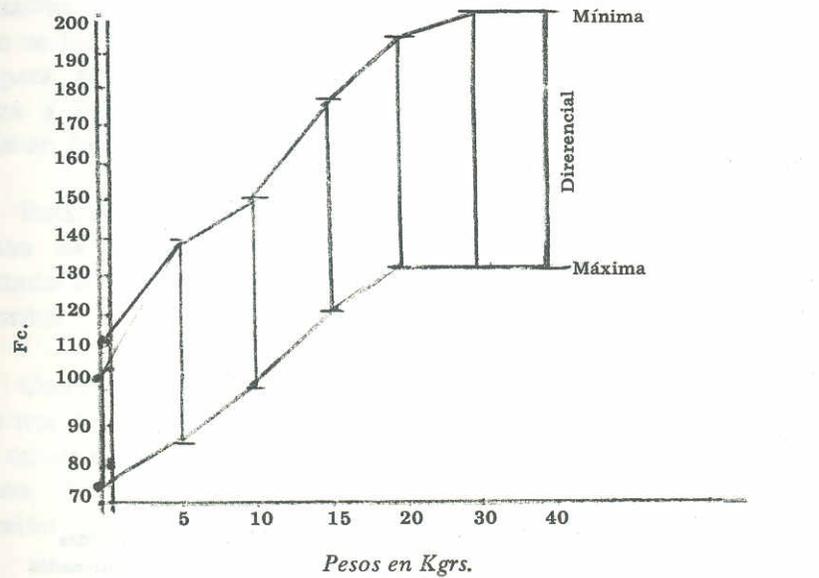
Relación tiempo-aceleración cardiaca



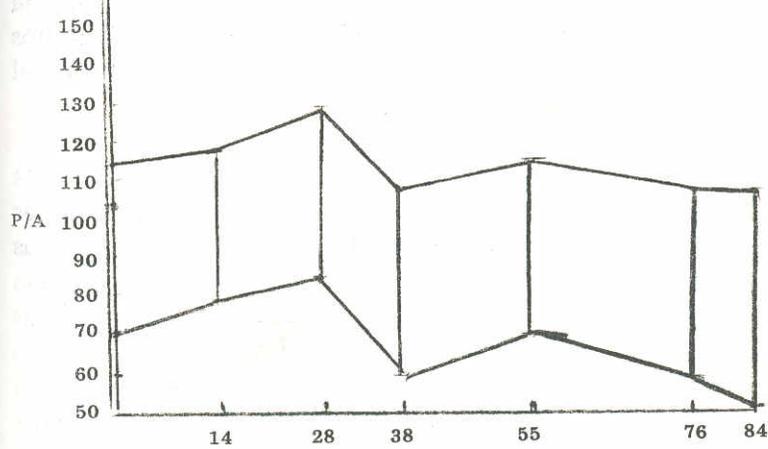
Relación Velocidad-Aceleración Cardíaca



Relación Fuerza-Presión Arterial



Relación Velocidad-presión Arterial.



Y para finalizar, a manera de resumen presentaré aquí algunos de los innumerables beneficios que el deporte proporciona a todo nivel.

1). A nivel Cardíaco uno de los beneficios más notables, ya explicado anteriormente.

2). A nivel Vascular:

a. Sistema Arterial, el organismo humano posee millones de capilares, que penetran por todas partes, llevando oxígeno y sustancias nutritivas a todas y cada una de las células, los cuales aumentan o disminuyen su diámetro según sean los estímulos, pero cuando el organismo funciona vigorosamente, durante el ejercicio, los capilares se dilatan para poder aumentar el caudal sanguíneo y con el aporte del oxígeno y demás nutrientes y todo lo que reduce esta circulación, reduce también el bienestar, precisamente eso es lo que produce la vida sedentaria y la tensión Psicofísica reprimida; por otra parte a nivel de grandes vasos mantiene la elasticidad de los mismos, debido a los grandes cambios de presión arterial a que son sometidos durante el esfuerzo muscular.

b. Sistema Venoso: El retorno venoso se beneficia con la contracción muscular, los que funcionan como bombas subsidiarias, complementando esta acción las válvulas venosas, que coadyuvan a impulsar la columna sanguínea, en contra de la gravedad, además los músculos dan apoyo a las paredes venosas, evitando que éstas sean distendidas por el peso de la columna de sangre, evitando así las várices de los miembros inferiores; otro de los factores que facilitan la circulación sanguínea durante el ejercicio es la acción

aspirativa intermitente de los movimientos respiratorios, aumentando la presión negativa intratorácica. En el capítulo de la presión arterial mencionamos que en algunos ejercicios disminuía el retorno venoso pero esta acción es momentánea, siendo en general beneficiosa la acción del ejercicio sobre la circulación venosa.

c. La circulación linfática se beneficia de forma similar a la venosa con el ejercicio.

3). A nivel pulmonar proporciona el deporte un aumento de capacidad vital, lo que permite resistir más al esfuerzo muscular, antes de sufrir disnea fisiológica. Hay aumento de la perfusión hasta nivel capilar.

4). A nivel metabólico no existe otra causa en estado de salud que aumente tanto el metabolismo en general, como el ejercicio físico, activando energéticamente las funciones de los diferentes órganos, suscitando la sensación de bienestar, que tenga influencia tiene sobre la personalidad.

5). Sistema Nervioso:

a. Sistema Neurovegetativo, con la práctica del deporte, se pone en juego diferentes reflejos que se vuelven mucho más eficientes con la función constante de éstos.

b. Sistema Nervioso de Relación, con la coordinación de los diferentes músculos, para un movimiento determinado, es más precisa en la persona entrenada que en la que no lo está, la primera efectuará menos esfuerzo inútil, en consecuencia una cantidad determinada de trabajo, la realizará con mayor eficacia.

c. Procesos Psíquicos e Intelectuales: en la ejecución de diferentes ejercicios de agilidad o viveza, que se realizan en diversos deportes ponemos en acción múltiples procesos psíquicos, que con la práctica continua se vuelven más rápidos y hasta automáticos, algunos de los cuales son: agudizamiento de percepción, presteza en el juicio, rapidez de decisión y agilidad de acción; también influye sobre el dominio de las diferentes emociones, sentimientos e instintos, como la cedación del instinto sexual; pero hay algo más importante que la práctica del deporte moderado, constante, animoso y árduo, proporciona, no solamente es el desarrollo muscular, sino el desarrollo de esa fuerza espiritual que es la voluntad y si es deseable para un individuo ser vigoroso físicamente, tanto más importante le es la adquisición y desarrollo en toda su plenitud de esta fuerza, acicateada por el deseo de mejorar constantemente, que los obstáculos y fracasos que encontramos en todos los órdenes de la vida, nos proporcionan perfilando este conjunto, la característica personalidad del deportista. Aumenta la capacidad de meditar y la sensación de seguridad en si mismo haciéndonos vencer la Depresión.

## CONCLUSIONES

1. La diferencia más notable entre el deportista bien entrenado y la persona no adiestrada, en reposo lo constituye la Bradicardia, lo que podemos decir que es la condición propia del deporte.
2. Durante el ejercicio físico la frecuencia cardiaca del deportista se diferencia de la del no entrenado por una aceleración más rápida, como respuesta al esfuerzo por alcanzar un dintel de aceleración cardiaca y mantenerse en él, aunque el ejercicio se prolongue y además por presentar una desaceleración mayor después del ejercicio, como manifestación de eficiencia cardiaca.
3. La presión arterial del deportista en reposo es por lo general más baja que la del no entrenado, por lo tanto la presión originada por el esfuerzo físico será relativamente menor.
4. Pero la diferencia fundamental reside en que el deportista constantemente provoca los cambios de presión arterial y frecuencia cardiaca, con lo que pone en juego los diferentes mecanismos cardiovasculares compensadores, manteniendo así la eficiencia del sistema en general, lo que no sucede con el sedentario que lo expone a la atrofia.

## RECOMENDACIONES

Convencido de que el primer paso para obtener y mantener una buena condición física, es comprender en que consiste y sobre esta base, creo importante recomendar a las autoridades correspondientes tratar de dar mayor difusión a los cambios y beneficios que el deporte, cuando se practica en forma adecuada, proporciona, con el fin de que se tenga un propósito definido al realizarse y que se entienda COMO EL MEDIO MAS AGRADABLE DE OBTENER EL DESARROLLO ARMONICO DEL INDIVIDUO Y LA CONSERVACION DE LA SALUD EN TODAS LAS ETAPAS DE LA VIDA; un poco se debe pensar en que éste constituya la actividad principal del hombre, pero sí debe dársele el lugar que merece, considerándosele como una medida higiénica no menos importante que las que se recomiendan a diario, tal como la higiene bucal así debe ser la higiene escolar.

¡SI LA FUNCION CREA, ELLA Y SOLO ELLA  
MANTIENE!

## BIBLIOGRAFIA

1. PUGLIESE, ANGELO: FISILOGIA, Editores Unión Tipográfica Hispano-Americana, 1938, México D.F.
2. BEST AND TAYLOR: THE FIOLOGICAL BASIS OF MEDICAL PRACTICE, 5 Edition 1950, by the Williams & Wilkins Company, Baltimore.
3. GUYTON ARTUR: TRATADO DE FIOLOGIA MEDICA, 4 Edición, Editorial Interamericana, México, D.F.
4. SUROS, J.: SEMIOLOGICA MEDICA Y TECNICA EXPLORATORIA, 5a. Edición, Barcelona, Salvat Editores, S. A. 1972.
5. TERRES, R.: INFLUENCIA DEL DEPORTE SOBRE EL APARATO CIRCULATORIO, Tesis E.M.M. 1934, México D.F.
6. LITTER, M.: COMPENDIO DE FARMACOLOGIA, la Edición Editorial "El Ateneo", Buenos Aires Argentina.
7. HARRISON.: MEDICINA INTERNA, 4a. Edición en español y 6a. en Ingles, Editorial "La Prensa Médica Mexicana, México 1973.
8. DICCIONARIO ENCICLOPEDICO ILUSTRADO, Editorial Ramón Sopena, S. A. Barcelona 1972.

Br. JULIO RODRIGO ALFARO REINA.

Dr. VICTOR MANUEL GUTIERREZ LONGO.

Asesor.

Dr. JOSE DEL VALLE MONGE

Revisor.

Dr. JULIO DE LEON MENDEZ

Director de Fase III

Dr. MARIANO GUERRERO ROJAS.

Secretario general.

Vo. Bo.

Dr CARLOS ARMANDO SOTO G.

Decano