

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE ORGANIZACION DEPORTIVA



**"PRESION ARTERIAL POST-EJERCICIO Y
TERAPIA DE LUZ"**

Por

LEF. HECTOR HEINAR AGUILAR LOPEZ

**Como requisito para obtener el grado de MAESTRO
EN CIENCIAS DEL EJERCICIO con Acentuación en:
Deporte de Alto Rendimiento en la Facultad de
Organización Deportiva de la Universidad Autónoma
de Nuevo León**

Agosto, 2003

2003

THE

2003

THE

2003

THE

2003

THE

2003

THE

2003

THE

2003

THE

2003

THE

2003

THE

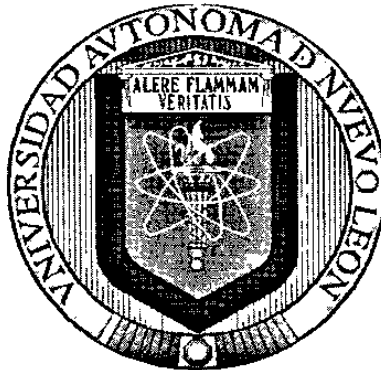
2003

THE



1080118154

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA**



**“ PRESIÓN ARTERIAL POST-EJERCICIO Y
TERAPIA DE LUZ ”**

Por

LEF. HÉCTOR HEINAR AGUILAR LÓPEZ

**Como requisito para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS
DEL EJERCICIO con Acentuación en: Deporte de Alto
Rendimiento en la Facultad de Organización Deportiva de la
Universidad Autónoma de Nuevo León.**

Agosto, 2003

TM

RM833

.3

.A3

2003





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



Los miembros del Comité de Tesis de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que la tesis “Presión arterial post-ejercicio y terapia de luz” realizada por Héctor Heinar Aguilar López, sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias del Ejercicio con Acentuación en: Deporte de Alto Rendimiento.

COMITÉ DE TESIS

Oswaldo Ceballos G.

Dr. Oswaldo Ceballos Gurrola
Asesor

Arturo Torres Bugdud

M.C. Arturo Torres Bugdud
Co-Asesor

Josefina E. Calatayud

M.C. Josefina E. Calatayud
de la Llave
Co-Asesor

Arturo Torres Bugdud

M.C. Arturo Torres Bugdud
Subdirector de la División de Estudios
de Posgrado e Investigación Científica

AGRADECIMIENTOS

Al mundo espiritual que nunca me ha dejado sólo y al cual siempre tengo presente en mi vida. ¡Nos veremos en un futuro!

A mi Madre por su inmenso Amor.

A mi Padre por su atinada guía en busca de lo mejor.

A mis Hermanos por aguantarme.

A mi Tía Mónica quien me ha apoyado incondicionalmente en todo momento.

A los miembros de la Congregación Católica “Legionarios de Cristo” quienes hicieron posible que llevara a cabo mi maestría en esta ciudad.

A mis maestros quienes dieron lo mejor de sí.

Al Ingeniero Arturo Torres Bugdud por centrarme en mi Investigación y apoyarme en todo momento.

A la Maestra Josefina Calatayud de la Llave por su delicado escrutinio en la elaboración de este trabajo.

Al Doctor Oswaldo Ceballos Gurrola quien dirigió con paciencia y calidad de tiempo la Investigación .

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.3 Objetivos.....	4
1.4 Hipótesis.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Ciclo cardiaco.....	7
2.2 Distensibilidad vascular.....	11
2.3 Métodos clínicos de medición de las presiones sistólica y diastólica.....	12
2.4 Presión arterial normal.....	14
2.5 Frecuencia cardiaca y ejercicio aeróbico.....	15
2.6 Ejercicio y presión arterial.....	16
2.7 Luz.....	18
2.7.1 Espectro electromagnético.....	19
2.8 Efectos de la luz artificial en el organismo.....	21
2.8.1 Acné.....	23
2.8.2 Psoriasis.....	23

2.8.3 Alergias.....	24
2.8.4 Otros padecimientos.....	26
3. METODOLOGÍA.....	27
3.1 Ámbito y aplicación.....	28
3.2 Límites del estudio.....	28
3.3 Criterios de inclusión.....	28
3.4 Criterios de exclusión.....	29
3.5 Procedimiento.....	29
3.5.1 Medición de la frecuencia cardiaca.....	30
3.5.2 Calentamiento.....	30
3.5.3 Medición de la presión arterial.....	31
3.5.4 Lugar y fecha.....	31
3.6 Material.....	32
3.6.1 Monitor cardiaco.....	32
3.6.2 Esfigmomanómetro.....	32
3.6.3 Lámpara.....	32
3.6.4 Cronómetro.....	33
3.7 Variables de estudio.....	33
3.8 Análisis estadístico.....	34

4. RESULTADOS.....	35
4.1 Análisis sin terapia de luz.....	36
4.2 Análisis con terapia de luz.....	38
4.3 Comparación de la frecuencia cardiaca, presión arterial sistólica y presión arterial diastólica con y sin terapia de luz.....	40
5. CONCLUSIONES.....	47
6. RECOMENDACIONES.....	49
7. BIBLIOGRAFÍA.....	51
8. ANEXOS.....	56
9. GLOSARIO.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Longitudes de onda de los colores del espectro visible, la longitud de onda que la representa, la frecuencia en ciclos y la energía inducida.....	20
Tabla 2. Estadística descriptiva de la frecuencia cardíaca sin terapia de luz.....	36
Tabla 3. Estadística descriptiva de la presión arterial sistólica sin terapia de luz.....	37
Tabla 4. Estadística descriptiva de la presión arterial diastólica sin terapia de luz.....	37
Tabla 5. Estadística descriptiva de la frecuencia cardíaca con terapia de luz.....	38
Tabla 6. Estadística descriptiva de la presión arterial sistólica con terapia de luz.....	39
Tabla 7. Estadística descriptiva de la presión arterial diastólica con terapia de luz.....	39
Tabla 8. Comparación de la frecuencia cardíaca con y sin terapia de luz...	40
Tabla 9. Comparación de la presión arterial sistólica con y sin terapia de luz.....	43
Tabla 10. Comparación de la presión arterial diastólica con y sin terapia de luz.....	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comparación de la frecuencia cardiaca con y sin terapia de luz.....	42
Gráfico 2. Comparación de la presión arterial sistólica con y sin terapia de luz.....	44
Gráfico 3. Comparación de la presión arterial diastólica con y sin terapia de luz.....	46

1. INTRODUCCIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN

El propósito de este trabajo es enfocar la investigación de la fototerapia hacia la actividad física en personas que realizan algún tipo de ejercicio físico durante su tiempo de ocio.

La fototerapia se ha utilizado para el tratamiento de enfermedades como: el SIDA, lupus, cáncer, diabetes, enfermedades cerebrales, problemas de riñón, infartos etc. Los resultados aún cuando son excepcionales en unos casos y en otros no tanto están supeditados a un sinnúmero de variables difíciles de controlar, como el número de sesiones de terapia a la semana, lo avanzado de la enfermedad y el estado psicológico de los pacientes entre otras (Leal, 1999).

Desde hace muchos años las investigaciones para producir nuevos fármacos han enfocado sus esfuerzos en los carbohidratos ya que estos tienen roles fundamentales en la biología de los seres vivos (Maeder, 2002).

En México la investigación a partir de los isómeros de los carbohidratos producidos por las radiaciones de luz para el tratamiento de enfermedades incurables se ha venido desarrollando en forma paralela a las investigaciones de los fármacos (Leal, 1996). Este tratamiento implica una exposición de una luz con características especiales sobre la piel de las personas por un período de 20 minutos como mínimo y 30' como máximo. La luz se puede dirigir a un área afectada del cuerpo en especial o en el pecho.

La experiencia del autor del presente trabajo al aplicar la terapia de luz en personas enfermas y el estudio acerca de las bases científicas de la

propuesta del inventor, al sugerir que la expresión de los azúcares es en forma binaria denotando un código (Loyola, 1997); considero importante el alcance que pueda tener esta terapia, sin ser únicamente exclusivo de las personas enfermas, sino todo lo contrario, debería de usarse constantemente como medio preventivo para enfrentar a cualquier agente externo que ingrese al organismo; y por último ayudar a las células a desempeñar sus roles individuales con un alto grado de eficiencia.

Si consideramos que las personas sanas podrían tener alguna ventaja al aplicarse la terapia (Leal, 1999), los deportistas que se someten a grandes cargas de trabajo, de igual forma podrían verse beneficiados con la aplicación de dicha terapia para una recuperación más rápida. El impacto que pudiera tener en personas que realizan actividad física sería muy positivo, ya que tendrían la posibilidad de rendir mejor en sus prácticas.

La investigación con personas enfermas no ha quedado relegada, ya que se mantiene la investigación constante en la Ciudad de México y Toluca con esta nueva propuesta de terapia. Leal (1998) señala que el beneficio para la comunidad se está empezando a hacer tangible, prueba de ello son los enfermos que presentan una mejor calidad de vida, ésta queda definida como la percepción por parte de los individuos o los grupos de que satisfacen sus necesidades y no se les niegan oportunidades para alcanzar un estado de felicidad y realización personal (Nutbeam, 1986).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Considerando la importancia que generaría en personas sanas y deportistas, al mejorar la recuperación de la frecuencia cardiaca y presión arterial después de realizar una actividad física, desde la perspectiva del uso de la fototerapia, plantearemos la siguiente pregunta:

¿Cómo afecta una luz de 500 a 550 nanómetros a la presión arterial y frecuencia cardiaca post ejercicio en individuos que realizan actividad física?

1.3. OBJETIVOS

- Medir la presión arterial y frecuencia cardiaca previa al ejercicio aeróbico.
- Medir la presión arterial y frecuencia cardiaca al término del ejercicio aeróbico, a los minutos 1,3,5,10,15 y 20 después de haber concluido la actividad física.
- Aplicar terapia de luz a los sujetos de estudio por 20 minutos al término del ejercicio en el pecho a una distancia de 30 cm.
- Analizar si existen diferencias significativas con y sin terapia de luz en la presión arterial y frecuencia cardiaca.

1.4. HIPÓTESIS

Teniendo en cuenta que la fototerapia tiene una acción medible en el organismo de algún modo, las personas sanas tendrán la posibilidad de reflejar el efecto de la luz en el cuerpo mediante la evaluación de aspectos biológicos. De esta aseveración podemos decir que:

La terapia de luz disminuye más rápidamente la presión arterial y la frecuencia cardiaca post ejercicio aeróbico.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

El conocimiento de uno mismo es parte importante para poder disfrutar una vida saludable, en vista de que la estructura y función del cuerpo son partes integrales de este conocimiento, la medicina ha clasificado el estudio del cuerpo analizándolo en sus partes componentes: sistemas, órganos, tejidos, unidades funcionales y células (Kimber,1979).

Para el propósito de este trabajo revisaremos las funciones básicas del corazón, la presión sanguínea y su relación con el ejercicio, además las características de la luz y la influencia de la luz artificial sobre el organismo.

El corazón está formado por dos bombas separadas, una derecha que bombea la sangre a los pulmones y una izquierda que bombea sangre a los órganos periféricos. A su vez, cada una de estas bombas tiene dos cavidades compuesta por una aurícula y un ventrículo. La aurícula funciona principalmente como una débil bomba que sólo ayuda a mover la sangre al interior del ventrículo. El ventrículo es el que proporciona la fuerza que propulsa la sangre a través de los pulmones en el caso del ventrículo derecho y a los órganos periféricos si se trata del izquierdo (Córdova, 2000).

2.1 CICLO CARDIACO

Se conoce como ciclo cardiaco a los hechos ocurridos desde el comienzo de un latido hasta el inicio del siguiente. Cada ciclo se inicia por la generación espontánea de un potencial de acción en el nodo sinusal. Este nodo está ubicado en la pared lateral superior de la aurícula derecha, cerca de la desembocadura de la vena cava superior, y el potencial de acción viaja rápidamente a través de ambas aurículas y de ahí, pasa del fascículo aurículo-ventricular, a los ventrículos. Debido a la disposición especial de las

aurículas a los ventrículos, existe un retraso superior a 1/10 de segundo en el paso del estímulo cardiaco de las aurículas a los ventrículos. Este le permite a las aurículas contraerse antes que los ventrículos, bombeando así sangre al interior de los ventrículos antes de que comience la enérgica contracción ventricular (Braunwald, 1993).

El ciclo cardiaco consta de un período de relajación, denominado diástole, durante el cual el corazón se llena de sangre, seguido de un período de contracción llamado sístole. En condiciones normales, la sangre fluye de forma continua de las venas a las aurículas; aproximadamente el 75% de la sangre pasa directamente a través de las aurículas a los ventrículos incluso antes de la contracción auricular. Después de que se contrae la aurícula causa aproximadamente un 25% más de llenado ventricular. Sin embargo el corazón continua trabajando de forma eficiente en casi todas las situaciones, incluso sin éste suplemento de eficacia del 25%, debido a que tiene una capacidad de bombear entre un 300 y un 400% más de lo que el organismo necesita. Por consiguiente, cuando falla la función de la aurícula es muy poco probable que se note la diferencia excepto cuando la persona hace ejercicio, en este caso aparecen signos agudos de insuficiencia cardiaca especialmente disnea (Guyton, 2001).

Durante la sístole ventricular se acumulan grandes cantidades de sangre en las aurículas debido a que permanecen cerradas las válvulas aurículo-ventriculares (A-V). Por tanto, en cuanto la sístole ha terminado y las presiones ventriculares caen de nuevo a los bajos valores diastólicos, la presión auricular moderadamente elevada abre inmediatamente las válvulas A-V y permite que la sangre fluya rápidamente a los ventrículos. A esto se le denomina fase de llenado rápido de los ventrículos. Este periodo dura aproximadamente lo que el primer tercio de la diástole. Durante el tercio medio de la diástole, normalmente fluye una pequeña cantidad de sangre a

los ventrículos, ésta continúa llegando a las aurículas procedente de las venas y pasa directamente a los ventrículos a través de las aurículas. En el último tercio de la diástole las aurículas se contraen y dan un empujón al llenado de los ventrículos, esto supone un aproximado del 25% del llenado de los ventrículos de cada ciclo cardiaco (Ganong, 1996).

Inmediatamente después del comienzo de la contracción ventricular, la presión crece bruscamente provocando el cierre de las válvulas A-V. Siendo preciso que transcurran 0.02 a 0.03 segundos (seg.) más para que la presión se eleve lo suficiente como para abrir las válvulas sigmoideas (aórtica y pulmonar) contra las presiones de la aorta y la arteria pulmonar. En este período se está produciendo contracción en los ventrículos pero no existe vaciamiento. Este lapso de tiempo se conoce como contracción isovolumétrica o isométrica (Selkurt, 1985).

Cuando la presión ventricular izquierda se eleva ligeramente por encima de los 80 milímetros de mercurio (mm. hg.) y la presión ventricular derecha por encima de los 8 mm. hg., impulsan la apertura de las válvulas sigmoides, inmediatamente comienza a salir sangre de los ventrículos, el 70% del vaciado se produce durante el primer tercio del período de expulsión y el 30% restante en los dos tercios siguientes. Es decir, el primer tercio se denomina período de expulsión rápida y los dos últimos tercios períodos de expulsión lenta. Al final de la sístole comienza bruscamente la relajación ventricular, permitiendo que las presiones intraventriculares disminuyan rápidamente. Las elevadas presiones de las grandes arterias distendidas empujan inmediatamente la sangre hacia los ventrículos, lo que hace que se cierren las válvulas aórtica y pulmonar. Durante otros 0.03 a 0.06 seg., el músculo ventricular continúa relajándose, incluso sin que varíe el volumen ventricular, lo que da lugar al período de relajación isovolumétrica o isométrica. En este período las presiones ventriculares vuelven rápidamente

a sus bajos valores diastólicos. Acto seguido, se abren las válvulas A-V para comenzar un nuevo ciclo de bombeo ventricular (Jensen, 1979).

En la diástole, el llenado de los ventrículos normalmente eleva el volumen de cada uno de éstos a unos 110-120 mililitros (ml). Después, cuando los ventrículos se vacían durante la sístole el volumen decrece unos 70 ml., lo que se conoce como volumen latido. Cuando el corazón se contrae energicamente, el volumen al final de la sístole puede disminuir a tan sólo 10 o 20 ml. A la inversa, cuando fluyen al ventrículo grandes cantidades de sangre durante la diástole el volumen alcanza los 150 a 180 ml. en un corazón normal (Guyton, 2001).

Las válvulas A-V (mitral y tricúspide) impiden el flujo retrógrado de la sangre de los ventrículos a las aurículas durante la sístole, y las válvulas sigmoideas (aórtica y pulmonar) evitan que la sangre de las arterias aorta y pulmonar regrese a los ventrículos en la diástole. Estas cuatro válvulas se abren y cierran de forma pasiva; es decir, que se cierran cuando un gradiente de presión empuja la sangre hacia atrás y se abren mientras otro gradiente de presión empuja la sangre hacia adelante. Por razones anatómicas las finas láminas de las válvulas A-V casi no requieren flujo retrógrado para cerrarse, mientras que las válvulas sigmoides mucho más pesadas, requieren unos milisegundos de potente flujo hacia atrás para cerrarse (Córdova, 2000).

Cuando se contrae el ventrículo izquierdo, la presión de los ventrículos se eleva rápidamente hasta que se abre la válvula aórtica. Después la presión ventricular aumenta con mucha rapidez debido a que la sangre fluye inmediatamente del ventrículo a la aorta y de ella a las arterias de distribución del organismo. La entrada de sangre en las arterias hace que las paredes de las mismas se distiendan y que se eleve la presión a unos 120

mm. hg. Después al final de la sístole, una vez que el ventrículo izquierdo deja de vaciar sangre y se cierra la válvula aórtica, el retroceso elástico de las arterias mantiene una presión elevada en las arterias incluso durante la diástole (Parker, 1974).

2.2 DISTENSIBILIDAD VASCULAR

Una vez cerrada la válvula aórtica, la presión en la aorta cae lentamente a lo largo de toda la diástole debido a que la sangre almacenada en las arterias elásticas distendidas fluye de forma continua a través de los vasos periféricos hacia las venas. Antes de que el ventrículo vuelva a contraerse, la presión aórtica cae aproximadamente 80 mm. hg. (presión diastólica), lo que supone dos tercios de la presión máxima de 120 mm. hg. (presión sistólica) que existe en la aorta en la contracción ventricular (Jensen, 1979).

Con cada latido cardiaco, una nueva oleada de sangre llena las arterias, sino fuera por la distensibilidad del sistema arterial, la sangre fluiría por los tejidos sólo en la sístole cardiaca y no durante la diástole. Sin embargo, el árbol arterial reduce la presión de las pulsaciones de forma que casi han desaparecido mientras la sangre llega a los capilares; así, el flujo sanguíneo tisular es fundamentalmente continuo y con muy escasas oscilaciones (Mountcastle, 1974).

Mientras el corazón bombea sangre a la aorta en la sístole, al principio sólo se distiende la porción proximal de la arteria, porque la inercia de la sangre impide el desplazamiento rápido de la misma hacia la periferia más alejada. No obstante, la subida de presión en la aorta central supera con

rapidez esta inercia y el frente de onda de la distensión se extiende más y más a lo largo de la aorta. La velocidad de transmisión del pulso de presión es de 3 a 5 metros/segundo (m/s). En la aorta normal, de 7 a 10 m/s en las ramas arteriales grandes y de 15 a 35 m/s en las arterias pequeñas. En cuanto mayor sea la adaptabilidad de cada segmento vascular, menor será la velocidad, lo que explica la lenta transmisión en la aorta y la transmisión más rápida en las arterias distales pequeñas mucho menos distensibles (Córdova, 1994).

2.3 MÉTODOS CLÍNICOS DE MEDICIÓN DE LAS PRESIONES SISTÓLICA Y DIASTÓLICA

En general, para medir la presión arterial en el ser humano no es razonable recurrir a aparatos de registro que requieran la introducción de una aguja en una arteria, aunque en ocasiones, se utilizan para estudios especiales. En su lugar, se determina la presión con métodos indirectos, habitualmente se utiliza el método auscultatorio (Kimber, 1979).

Se coloca un estetoscopio sobre la arteria antecubital y se infla un manguito de presión arterial alrededor de la parte superior del brazo. Mientras, el manguito comprime el brazo con tan poca presión que la arteria permanece distendida por la sangre, no se escuchan sonidos por el estetoscopio, aunque la sangre circula. Sin embargo, la presión del manguito es lo bastante alta como para ocluir la arteria durante una parte del ciclo de la presión arterial, se escucha un sonido con cada pulsación. Estos sonidos se llaman ruidos de Kortkoff, éstos son producidos por flujo turbulento en la arteria braquial. El flujo regular y continuo de la arteria sin ocluir es silencioso, pero cuando la arteria se estrecha, la velocidad del flujo a través

de constricción excede la velocidad crítica y se produce como resultado un flujo turbulento (Selkurt, 1985).

Al determinar la presión arterial con el método auscultatorio, primero se eleva la presión del manguito muy por arriba de la presión arterial sistólica. Mientras esta presión es superior que la presión sistólica, la arteria braquial permanece colapsada y no pasa sangre a la parte distal de la misma en ninguna fase del ciclo de presión. Por tanto, no se escuchan los sonidos de Kortkoff en el segmento distal. Se empieza entonces a reducir gradualmente la presión del manguito y, justo en el momento en que la presión del manguito cae por debajo de la presión sistólica, la sangre comienza a fluir a través de la arteria por debajo del manguito durante la presión sistólica máxima, con lo que comienzan a escucharse ruidos de golpeteo, sincrónicos con el latido cardíaco, en la arteria antecubital. En el momento en que se oyen estos sonidos, el valor de presión indicado por el manómetro conectado al manguito es aproximadamente igual al de la presión sistólica (Ganong, 1996).

A medida que la presión del manguito sigue descendiendo, los ruidos de Kortkoff cambian su calidad, que pasa de un golpeteo a un sonido áspero y rítmico. Por último, cuando la presión en el manguito disminuye e iguala la presión diastólica, la arteria ya no se ocluye, lo que significa que el factor básico que provoca los sonidos (el chorro de sangre a través de una arteria apretada) ha desaparecido. La calidad del sonido cambia bruscamente a un carácter sordo y después suele desaparecer por completo, cuando la presión del manguito cae otros 5 a 10 milímetros. Por lo tanto, se anota la presión indicada por el manómetro cuando los sonidos de Kortkoff cambian a un carácter sordo (Guyton, 2001).

El método auscultatorio para la determinación de las presiones sistólicas y diastólicas no es del todo exacto, pero ofrece valores en torno al 10% de margen de los determinados mediante mediciones arteriales directas (Braunwald, 1993).

2.4 PRESIÓN ARTERIAL NORMAL

En el adulto joven normal, la presión sistólica es de aproximadamente 120 mm. hg. y en el momento más bajo, la presión diastólica es de aproximadamente 80 mm. hg. la diferencia entre estas dos presiones, aproximadamente de 40 mm. hg, se denomina presión del pulso (Dienhart, 1976).

La presión arterial en adultos se clasifica como alta con valores de la presión sistólica de 140 mm. hg. y la presión diastólica de 90 mm. hg. en reposo. La presencia de la hipertensión aumenta con la edad; considerándose mayor entre los hombres que entre las mujeres y a su vez, es alta entre la gente de raza negra que en las de raza blanca. Se clasifica como primaria debido a causas desconocidas o secundaria cuya causa se debe a trastornos endocrinos o estructurales identificables (American College of Sport Medicine, 1999).

2.5 FRECUENCIA CARDIACA Y EJERCICIO AERÓBICO

Hasta ahora nos hemos enfocado en lo relativo a la presión arterial, la frecuencia cardiaca (FC) o número de latidos por minutos del corazón (lpm) sólo se ha relacionado con la sístole y el período de relajación diástole. La FC refleja la intensidad del esfuerzo que debe de hacer el corazón para satisfacer las demandas incrementadas del cuerpo cuando se está realizando cualquier actividad física. La FC en reposo (FCR) es en promedio de 60 a 80 lpm., sin embargo, en individuos sedentarios, desentrenados y de mediana edad la FC puede superar los 100 lpm (Willmore y Costill, 1999).

Antes del ejercicio nuestra FC previa suele aumentar por encima de los valores normales del ejercicio. A esto se denomina respuesta anticipatoria. Al comenzar a hacer ejercicio, nuestra FC se incrementa proporcionalmente a la intensidad del ejercicio. A ésta intensidad del ejercicio se le define como el nivel de rendimiento requerido a una persona en relación a su capacidad máxima (Manno, 1994).

De ésta definición tenemos el indicador más importante en la prescripción del ejercicio, nuestro punto de partida está centrado absolutamente en saber la capacidad máxima desde la cual vamos a valorar el grado de dificultad de nuestro ejercicio. La capacidad máxima para la FC ésta dada por la fórmula $220 - \text{edad}$ (Morehouse, 1965).

De ésta forma, una persona de 20 años de edad tendrá como frecuencia cardiaca máxima (FCM) 200 lpm. Para calcular el porcentaje de entrenamiento basta multiplicar la FCM por el porcentaje que necesite el atleta. Supongamos que queremos entrenar a nuestro atleta de 20 años a una intensidad del 75%, entonces sólo multiplicaremos la FCM de 200 lpm.

por 0.75 y así obtendremos que nuestra intensidad de entrenamiento será de 150 lpm. En los programas de entrenamiento hay criterios establecidos para dosificar la intensidad del ejercicio de acuerdo a ésta fórmula en adultos, no así en niños (Rowland, 1996).

Uno de los métodos para el entrenamiento de la resistencia aeróbica es el continuo, éste supone un ejercicio ininterrumpido y efectivo para el entrenamiento a lo largo de un tiempo prolongado. El tiempo varía y existen diferentes clasificaciones, sin embargo por el sistema energético productor de la energía, la resistencia de larga duración está establecida parcialmente a partir de 1 minuto 30 segundos (García y Leibar, 1997) y totalmente a partir de los 3 minutos (Fox y Bowers, 1995).

Por otra parte, un entrenamiento aeróbico extensivo está calculado con una FC de 125 a 160 lpm. (Zintl, 1988), aún cuando existen otros autores que consideran éste mismo método con una FC de 140 a 160 lpm (Sergeyevich y Dimitriyevich, 1995). ¿Qué quiere decir esto? En palabras sencillas, supone que una persona podrá tener entre estos intervalos de FC un rendimiento sostenido que dependerá de su capacidad física. Si la persona pasa la FC de 160 lpm. dejará de ser un ejercicio aeróbico extensivo y provocará la fatiga más rápidamente.

2.6 EJERCICIO Y PRESIÓN ARTERIAL

Existen diversos estudios referentes a los beneficios del deporte en la reducción de la presión arterial en personas con hipertensión. Sin embargo, no sólo se benefician las personas hipertensas con el ejercicio sino también las que cuentan con presiones dentro de los estándares normales

(normotensas) son beneficiadas con el ejercicio físico (Serra, 1998; Irigoien, 1999).

En estudios realizados en diferentes deportes se ha podido comprobar que la presión sistólica aumenta con un ejercicio incremental pero la presión diastólica no parece tener este aumento, sino al contrario, suele tener un registro menor o una incremento muy poco significativo en correspondencia con la presión sistólica (Chicarro y Fernández, 1998; Nilo, 1997).

De acuerdo al párrafo anterior, la presión sistólica aumenta en el ejercicio y la diastólica muy poco o se reduce. ¿Pero qué hay de las presiones post ejercicio? Cuando el ejercicio termina las presiones recuperan sus niveles cercanos a los normales con el paso de los minutos dependiendo de la duración e intensidad del ejercicio. Se han llevado a cabo muchos estudios en donde se demuestra que la presión arterial en personas normotensas disminuye en 7.6 mm. hg. para la presión sistólica y 6.4 para la presión diastólica pasadas varias horas después de terminado el ejercicio. Estos valores se han mantenido estables conforme la persona no deje de entrenar (Brown, et al., 1993; Hannum-Kasch, 1981; Raglin-Morgan, 1987; Somers, et al., 1991).

De lo antes mencionado, podemos afirmar que para las personas normotensas como los hipertensos, el ejercicio aeróbico es fundamental para disminuir su presión arterial. Como en la gran mayoría de los cambios fisiológicos producidos por el entrenamiento, el efecto beneficiosos de éste se verá interrumpido al suspender la actividad física (Brunet-Guedj, et al., 1997).

2.7 LUZ

El azul de los lagos, los colores del arco iris, el verde de los bosques serán disfrutados por aquella persona que posea el sentido de la vista, esto es posible gracias a la luz. Recordando la Historia, en tiempos de Isaac Newton, la mayoría de los científicos pensaban que la luz consistía en corrientes de partículas emitidas por la fuente generadora de la luz. En el año de 1665, se empezaron a descubrir pruebas de sus propiedades ondulatorias. Para el siglo XIX era evidente que la luz es una onda y en diversos trabajos científicos se demostró que la luz sí es un onda electromagnética (Sears, 1996).

Sin embargo, la naturaleza ondulatoria de la luz no es todo. Varios efectos asociados con la emisión y la absorción de la misma revelan que ésta tiene un aspecto corpuscular, según el cual, la energía transportada por las ondas luminosas está concentrada en paquetes discretos conocidos como fotones. De estas dos propiedades básicas que han sido conciliadas por la mecánica cuántica, la propagación de luz se describe mejor mediante un modelo ondulatorio, pero para comprender la emisión y la absorción se requiere del planteamiento corpuscular (Leal, 1999).

Las fuentes fundamentales de toda radiación electromagnética son cargas aceleradas. Todos los cuerpos emiten radiación electromagnética por el movimiento térmico de sus moléculas; esta radiación térmica es una mezcla de diferentes longitudes de onda. A temperaturas muy elevadas, toda la materia emite la suficiente luz visible para ser autoluminosa; un cuerpo muy caliente se pone al rojo vivo o incandescente. Por tanto, la materia caliente en cualquier forma es una materia de luz (Vargas, 2001).

2.7.1 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Las ondas electromagnéticas cubren un espectro muy amplio de longitudes de onda y frecuencias. Éste espectro electromagnético abarca la transmisión de radio, televisión, la luz visible, radiación infrarroja y ultravioleta, rayos X y gamma (Meléndez, 2001).

A pesar de las enormes diferencias en sus aplicaciones y sus medios de producción, todas son ondas electromagnéticas con las características generales que hemos descrito, incluyendo la rapidez de propagación (en el vacío). Las ondas electromagnéticas difieren en frecuencia y longitud de onda, pero la relación en el vacío es válida para todas (Sears, 1996).

Sólo podemos detectar una porción muy pequeña de éste espectro de manera directa a través de la vista. A éste intervalo le llamamos luz visible. Sus longitudes de onda varían desde unos 400 a 700 nanómetros (nm), con frecuencias correspondientes que van de cerca de 750 hasta 430 Tira Hertz. Diferentes partes del espectro visible evocan en los humanos la sensación de diferentes colores. En la tabla 1, se señalan las longitudes de onda de los colores del espectro visible, la longitud de onda que la representa, la frecuencia en ciclos y la energía inducida (Briceño, 2002).

Tabla 1. Longitudes de onda de los colores del espectro visible, la longitud de onda que la representa, la frecuencia en ciclos y la energía inducida.

Color	Rango de longitud de onda (nm)	Longitud de onda representativa	Frecuencia (Ciclos/S) o hertzios	Energía (KJ/mol)
Ultravioleta	<400	254	11.8×10^{14}	471
Violeta	400-425	410	7.31×10^{14}	292
Azul	425-490	460	6.52×10^{14}	260
Verde	490-560	520	5.77×10^{14}	230
Amarillo	560-585	570	5.26×10^{14}	210
Anaranjado	585-640	620	4.84×10^{14}	193
Rojo	640-740	680	4.41×10^{14}	176
Infrarrojo	>740	1400	2.14×10^{14}	85

La luz blanca ordinaria incluye todas las longitudes de onda visibles; sin embargo, utilizando fuentes especiales o filtros se selecciona una estrecha banda de longitudes de onda dentro de un intervalo de unos pocos nanómetros (nm), esta luz es aproximadamente monocromática (de un sólo color). En cambio, la luz absolutamente monocromática con una sola longitud

de onda es una idealización que no se logra. Cuando utilizamos la expresión luz monocromática al referimos a un experimento, en realidad nos referimos a una pequeña banda de longitudes de onda. La luz de un láser es mucho más monocromática que la luz obtenida de cualquier otra forma (Subias, 2002).

Ahora bien, cuando una onda de luz choca con una interfase lisa que separa dos materiales transparentes (como aire y vidrio), la onda en general se refleja parcialmente y se refracta (rebota) parcialmente hacia el segundo material. De tal forma que, cuando la luz pasa a través del vidrio (refracción) no es exactamente la misma que llegó a él (Vargas, 2001).

En el estudio que se pretende realizar existe un filtro de vidrio cuyas características especiales no son el propósito de la investigación, no obstante, basta mencionar que la luz que pasa a través del vidrio tiene longitudes de onda de entre 500 a 550 nm. El foco tiene características comerciales y está dispuesto a 10 cm. del filtro.

2.8 EFECTOS DE LA LUZ ARTIFICIAL EN EL ORGANISMO

Hasta la fecha se desconoce si hay estudios acerca de la recuperación del organismo después de hacer ejercicio usando fototerapia. Sin embargo, si existen estudios acerca del uso de la fototerapia con personas enfermas (Leal, 1998).

Como primer antecedente científico del uso de algún tipo de luz para tratar enfermedades, tenemos el caso de la ictericia (Cremer, 1958), éste

padecimiento se da en los recién nacidos que tienen niveles altos de bilirrubina en sangre que ocasionan la muerte por neurotoxicidad sino es tratada a tiempo, uno de los tratamientos más comunes utilizados para tratar la ictericia es el uso de lámparas de aproximadamente 460 nm de longitud de onda. En estos casos se les cubren los ojos a los recién nacidos para que la longitud de onda de la luz no dañe la retina.

Los efectos indeseables de la fototerapia son: deshidratación, hipertermia, daño ocular, y síndrome de niño bronceado. La fototerapia se aplica generalmente con los ojos tapados para evitar el daño ocular, el aumento de la temperatura y la deshidratación se deben a la exposición prolongada de la luz. En todos estos casos los efectos colaterales son reversibles en pocas horas. Este tratamiento lleva más de 40 años en uso y sigue vigente sin presentar reacciones secundarias permanentes además de las mencionadas anteriormente (Martínez, 1999).

Existen diferentes tipos de fototerapia: a) convencional, b) con luz fluorescente blanca, azul o verde, b) halógena, (diodos de emisión de luz), c) fibra óptica, y otros. Aunque teóricamente existan diferencias entre ellas, los estudios clínicos no han demostrado aumento de la eficacia sobre la fototerapia convencional aunque sí en menores efectos indeseables (Bustamante, 2000).

A continuación se mencionan algunas de las enfermedades tratadas con diferentes tipos de aplicación de Luz.

2.8.1 ACNÉ

La FDA (US Food and Drug Administration) aprobó la comercialización del sistema ClearLight para el tratamiento del acné vulgaris inflamatorio de grado moderado.

Los investigadores estadounidenses de la firma Lumenis Ltd. anunciaron que el sistema permite destruir las bacterias causantes del acné utilizando la fototerapia con luz de alta intensidad y banda angosta (Láser). Los ensayos clínicos que la compañía presentó fueron en pacientes con acné moderado. El tratamiento se llevó a cabo dos veces por semana durante 4 semanas, seguido de una aplicación mensual por 3 meses más. Cada ciclo de tratamiento es rápido, indoloro y simple, requiere 15 minutos de exposición continua por sesión. La mejoría es significativa y ningún efecto adverso fue observado después de los 8 ciclos. Cerca del 40% de las bacterias implicadas en el acné son resistentes a los antibióticos y los tratamientos actuales se asocian a efectos adversos muy severos (Maor, 2002).

2.8.2 PSORIASIS

Esta enfermedad propia de las personas de raza blanca es una enfermedad de la piel, el que la padece presenta erupciones escamosas en la piel. Para el tratamiento de la Psoriasis se está utilizando fototerapia ultravioleta, abarca el uso terapéutico de los diferentes espectros de emisión de la luz solar, ya sea mediante la exposición natural o a través de lámparas especiales. El PUVA es el tratamiento con luz ultravioleta A (UVA) y una medicación denominada Psoralenos (Ubogui, 2003).

Los Psoralenos sólo actúan o se activan en presencia de la luz UVA, por lo tanto, se les considera con una mínima posibilidad de ser tóxicos en órganos internos. Su efectividad en el tratamiento de la Psoriasis supera el 80% y con más de 20 años de experiencia con ésta terapia, se ha impuesto como una de las opciones de primera línea en los casos en donde no es posible el control del cuadro con productos locales como cremas, pomadas, ungüentos, etc. (Ulnik, 2003).

También se aplica la técnica PUVA bath, que consiste en suministrar el Psoraleno mediante un baño de inmersión inmediatamente antes de la exposición a la luz UVA sin necesidad de ingestión del mismo. También se cuenta con un aparato UVA/UVB para emisión localizada en áreas pequeñas (codos, rodillas, cuero cabelludo, palmas, plantas, etc.).

El UVB (Ultravioleta B) es otra metodología efectiva que con el correr de los años también fue perfeccionándose. Hoy, se cuenta con una subfracción denominada UVB 311 o de banda angosta, más efectiva y con menos efectos adversos que la UVB tradicional. Éste tratamiento no requiere medicación complementaria por lo que amplía el espectro de indicaciones incluyendo embarazadas y niños (Ulnik, 2003).

2.8.3 ALERGIAS

Se está comercializando la lámpara para el tratamiento de alergias stop allergy, ésta utiliza una fuente de luz visible (luz roja, 660 nm.) con una longitud de onda simple y sofisticados diodos de emisión de luz capaces de

emitir con precisión la fuente de luz adecuada. Los efectos deseados, es decir, la supresión de los síntomas alérgicos y la reducción de la sensibilidad de las membranas mucosas de la nariz, sólo se producen con esta longitud de onda. Este tratamiento ha sido sometido a diversos ensayos clínicos que demuestran que reducen significativamente los síntomas alérgicos en la mayoría de los pacientes. Según se constata en estos ensayos, la membrana mucosa se vuelve menos sensible y los síntomas alérgicos disminuyen a las dos semanas (Medisana, 2002).

La ventaja principal del tratamiento con fototerapia es que se trata de un método altamente localizado que no afecta a otras partes del cuerpo, como sucede con numerosos medicamentos. Cada tratamiento tiene una duración de 4 minutos y medio, período durante el cual una fuente de luz emite una luz roja. Al pulsar el botón de inicio de stop allergy, se enciende la fuente de luz y, tras 4 minutos y medio, vuelve a apagarse, de modo que los tiempos de tratamiento son siempre idénticos. Al principio, debe realizarse 3 veces al día. En el caso de síntomas de alergia extremos, el tratamiento se repetirá con mayor frecuencia sin temor a sufrir efectos secundarios. Una vez mitigados los síntomas, el número de sesiones se reduce a 2 al día y, si los resultados mejoran, a 1 vez al día. Es importante continuar el tratamiento al menos de 1 a 2 semanas para mantener los resultados. También es recomendable realizarlo por la mañana, antes o después del desayuno, y repetirlo por la noche antes de dormir.

La fuente de luz se compone de dos piezas que se introducen en las fosas nasales. La luz roja emitida es totalmente inocua, incluso si se utiliza durante períodos más prolongados. No se conoce ningún efecto secundario relacionado con el uso de la fototerapia. En teoría, durante el período de tratamiento no es necesario tomar medicamentos para la alergia. No obstante, si la intensidad de la alergia requiere el uso de medicamentos,

éstos pueden combinarse sin problema alguno. No existe interacción alguna con antihistamínicos o corticoesteroides (Medisana, 2002).

2.8.4 OTROS PADECIMIENTOS

La fototerapia es ya bastante conocida y usada en varios países desde hace muchos años, hay lámparas que se utilizan con diferentes propósitos como el bioptón que emplean un rango de luz de 400 a 2000 nm. y está indicado para tratamientos post operatorios, daño celular, medicina del deporte y rehabilitación (Lane, 2003).

Se están aplicando igualmente la emisión de rayos ultravioleta (terapia fotodinámica) tanto directamente (sobre la piel o tejidos internos) como indirectamente (sobre sustancias que después se introducen al organismo). En enfermedades de la piel como ya vimos anteriormente, para combatir la ceguera y el tratamiento de diversos tumores cancerosos, sida, enfermedades propias del sistema nervioso central, diabetes, artritis son algunos de las enfermedades que se han estado combatiendo con la emisión de rayos ultravioleta y con espectros de luz visible (Leal, 1998).

3. METODOLOGÍA

3.1 ÁMBITO Y APLICACIÓN

El estudio se realizó en 5 sujetos con una edad promedio de 28 años, los cuales practican fútbol una vez a la semana y realizan su práctica profesional dando clases de educación física en un centro escolar privado, quedando una muestra final de 4 sujetos ya que uno no concluyó el proceso de aplicación por falta de interés.

3.2 LÍMITES DEL ESTUDIO

- La muestra representativa fue muy pequeña (4 sujetos).
- La lámpara utilizada fue de un sólo foco y no de cinco como regularmente se aplican debido a que no se disponía del filtro del tamaño adecuado para dar la longitud de onda requerida.
- Las horas de la realización de la prueba no fueron las mismas en todos los casos.

3.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Personas de sexo masculino ya que fueron las únicas disponibles para realizar la investigación, las edades comprendidas fueron entre 25 y 30 años.
- Profesores de educación física.
- Que practiquen deporte una vez a la semana.

- Que hayan firmado la carta responsiva (ver anexo 1).
- Que estén saludables.
- Que completen las 8 pruebas en los horarios establecidos.
- Que no fumen.

3.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Personas de sexo femenino.
- Que no sea educador físico.
- Que no practiquen deporte o que practiquen deporte más de una vez a la semana.
- Que no firmen la carta responsiva.
- Que no estén aptas físicamente para realizar ejercicio.
- Que no completen las 8 pruebas.
- Que fumen.

3.5 PROCEDIMIENTO

Una vez seleccionados las personas a participar en el estudio, se les dio a conocer el propósito del estudio y las indicaciones que deberían seguir para su realización. Además, firmaron una carta manifestando su consentimiento para realizar la prueba dos días previos a la primera evaluación (anexo 1).

3.5.1 Medición de la frecuencia cardiaca

Para medir la FC, los sujetos se colocaron la banda elástica del monitor cardiaco que se ajustó al ancho del torso de los individuos, el transmisor tiene dos secciones ranuradas a cada lado del centro, se mojaron con un poco de agua para que la transmisión fuera correcta; posteriormente, se sujetó un extremo de la banda elástica a un extremo del transmisor y se colocó alrededor del pecho con el logotipo al derecho, después se sujetó el extremo de la banda con el extremo del transmisor.

Se colocó el monitor cardiaco (reloj) en la muñeca derecha y se oprimió una vez select para comenzar la lectura de la frecuencia cardiaca. Para comenzar y terminar el ejercicio se apretó el botón de start/stop. Los registros del monitor cardiaco se realizaron cada 5 segundos. Al final del ejercicio, el monitor cardiaco realizó automáticamente la media de la frecuencia cardiaca la cual se registro en la hoja de captura de datos (ver anexo 2).

3.5.2 Calentamiento

Considerando que todos los sujetos eran profesores de educación física, cada uno de ellos realizó un calentamiento, especialmente la realización de ejercicios de estiramiento de las extremidades inferiores como activación previa al ejercicio durante 7 minutos.

3.5.3 Medición de la presión arterial

Se colocó el manguito del esfigmomanómetro alrededor del brazo izquierdo y los sujetos sostuvieron tanto el manómetro como la bomba para inflar con la mano izquierda. Se midió la presión arterial (PA) antes de iniciar el ejercicio, se consideró que era mejor que mantuvieran ellos mismos el esfigmomanómetro mientras realizaron el ejercicio, para inmediatamente después de terminar de correr los 20 minutos registrar la PA evitando perder tiempo. La bomba se infló en todas las ocasiones a 180 mm. hg. de presión y se fue liberando poco a poco con la válvula hasta registrar la presión diastólica con lo que se abrió toda la válvula para liberar la presión del brazo.

Posteriormente de terminar el ejercicio aeróbico (carrera), se procedió a efectuar los registros de las FC y de la PA conforme lo estipulado; es decir, antes y al término de la carrera, a los minutos 1, 3, 5, 10, 15 y 20. La recuperación fue de pie sin caminar el primer minuto y sentado los siguientes 19 minutos.

Este procedimiento se realizó en 8 sesiones, a partir de la 5ª sesión ingresaron a una sala acondicionada, donde tomaron la terapia de luz y se les registró la frecuencia cardiaca y presión arterial igual que en las pruebas anteriores. La lámpara se colocó a 30 centímetros (cm) del pecho sin camisa.

3.5.4 Lugar y fecha

Las sesiones se realizaron en un parque de la ciudad de Monterrey, los días martes y jueves del mes de abril de 2003.

3.6 MATERIAL

3.6.1 Monitor cardiaco.

3

Los registros de frecuencia cardiaca se realizaron con un pulsómetro marca "Polar Electro Oy" modelo XTrainer Plus. El pulsómetro consta de monitor cardiaco con funciones de reloj, banda elástica y transmisor codificado (manual del usuario).

3.6.2 Esfigmomanómetro.

Se midió la presión arterial con un esfigmomanómetro de la marca Prestige Medical, modelo Sprague. Consta de estetoscopio, manguito de nylon, dos tubos de plástico, bomba para inflar con válvula liberadora, manómetro de presión en milímetros de mercurio. La presión arterial se les registró en el brazo izquierdo.

3.6.3 Lámpara.

Se utilizó una lámpara de mano común con un foco lumiaction JDR-G 130V/75Watts CE de pantalla verde y un filtro de vidrio especial que da longitudes de onda entre 500 y 550 nm.

3.6.4 Cronómetro

Se empleó un cronómetro marca Timex de 300 vueltas de memoria para medir la duración del ejercicio que fue de 20 minutos, asimismo se registró el tiempo de recuperación al final de la prueba a los minutos 1, 3, 5, 10, 15 y 20.

3.7 VARIABLES DE ESTUDIO

Terapia: 1 = sin luz; 2 = con luz de 500-550 nm.

Sesiones: 8 (4 sin luz y 4 con luz).

Individuos: 4

PASR: Presión arterial sistólica en reposo.

PADR: Presión arterial diastólica en reposo.

FCR: Frecuencia cardiaca en reposo.

PASF: Presión arterial sistólica al final.

PADF: Presión arterial diastólica al final.

FCF: Frecuencia cardiaca al final.

PAS1: Presión arterial sistólica al primer minuto de terminada la prueba.

PAD1: Presión arterial diastólica al primer minuto de terminada la prueba.

FC1: Frecuencia cardiaca al primer minuto de terminada la prueba.

PAS3: Presión arterial sistólica al tercer minuto de terminada la prueba.

PAD3: Presión arterial diastólica al tercer minuto de terminada la prueba.

FC3: Frecuencia cardiaca al primer tercer de terminada la prueba.

PAS5: Presión arterial sistólica al quinto minuto de terminada la prueba.

PAD5: Presión arterial diastólica al quinto minuto de terminada la prueba.

FC5: Frecuencia cardiaca al quinto minuto de terminada la prueba.

PAS10: Presión arterial sistólica a los diez minutos de terminada la prueba.

PAD10: Presión arterial diastólica a los diez minutos de terminada la prueba.

FC10: *Frecuencia cardiaca a los diez minutos de terminada la prueba.*

PAS15: Presión arterial sistólica a los quince minutos de terminada la prueba.

PAD15: Presión arterial diastólica a los quince minutos de terminada la prueba.

FC15: Frecuencia cardiaca a los quince minutos de terminada la prueba.

PAS20: Presión arterial sistólica a los veinte minutos de terminada la prueba.

PAD20: Presión arterial diastólica a los veinte minutos de terminada la prueba.

FC20: Frecuencia cardiaca a los veinte minutos de terminada la prueba.

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se obtuvo una estadística descriptiva (N, media, desviación estándar, valor mínimo y máximo) de las variables estudiadas.

Se comparó la PA en sus diferentes momentos de registro según si recibieron terapia de luz o no, a través de pruebas no paramétricas (U de Mann-Whitney) ya que la cantidad de individuos analizados es pequeña y las variables no presentan una normalidad; éste mismo análisis se realizó con la FC.

4. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados iniciando con las estadísticas descriptivas (N, media, desviación estándar, valor mínimo y máximo) de los análisis con y sin terapia de luz así como las comparaciones de la FC, PAS Y PAD con y sin terapia de luz.

4.1 ANÁLISIS SIN TERAPIA DE LUZ

Tabla 2. Estadística descriptiva de la frecuencia cardiaca sin terapia de luz.

Variables	N	Media	SD	Valor Mínimo	Valor Máximo
FCR	16	70.25	9.49	56	82
FCF	16	152.68	2.84	150	158
FC1	16	134.31	9.22	118	146
FC3	16	117.81	12.05	98	138
FC5	16	105.18	13.97	84	127
FC10	16	94.12	13.80	72	112
FC15	16	88.43	14.27	64	105
FC20	16	86.75	15.00	64	108

Tabla 3. Estadística descriptiva de la presión arterial sistólica sin terapia de luz.

Variables	N	Media	SD	Valor Mínimo	Valor Máximo
PASR	16	117.37	11.23	98	130
PASF	16	140.56	15.97	115	162
PAS1	16	129.50	13.21	104	144
PAS3	16	120.62	12.15	100	136
PAS5	16	116.25	10.06	100	130
PAS10	16	115.75	9.60	100	126
PAS15	16	115.75	9.62	100	126
PAS20	16	115.87	9.81	100	126

Tabla 4. Estadística descriptiva de la presión arterial diastólica sin terapia de luz.

Variables	N	Media	SD	Valor Mínimo	Valor Máximo
PADR	16	76.37	10.86	60	90
PADF	16	76.37	12.24	56	90
PAD1	16	75.62	11.41	56	88
PAD3	16	74.87	10.95	56	86
PAD5	16	75.43	10.94	56	90
PAD10	16	74.50	10.23	56	86
PAD15	16	75.00	10.25	56	86
PAD20	16	74.62	10.24	56	86

4.2 ANÁLISIS CON TERAPIA DE LUZ

Tabla 5. Estadística descriptiva de la frecuencia cardiaca con terapia de luz.

Variables	N	Media	SD	Valor Mínimo	Valor Máximo
FCR	16	70.81	8.15	58	84
FCF	16	151.87	2.21	150	156
FC1	16	133.56	6.61	123	140
FC3	16	116.00	7.54	101	126
FC5	16	104.50	9.10	82	115
FC10	16	93.93	8.53	78	108
FC15	16	89.62	12.23	70	116
FC20	16	81.25	10.56	62	99

Tabla 6. Estadística descriptiva de la presión arterial sistólica con terapia de luz.

Variables	N	Media	SD	Valor Mínimo	Valor Máximo
PASR	16	118.31	10.83	100	130
PASF	16	140.93	15.36	118	162
PAS1	16	127.68	13.97	106	150
PAS3	16	117.81	12.72	96	138
PAS5	16	114.37	11.31	96	130
PAS10	16	113.25	10.52	96	126
PAS15	16	112.81	10.17	96	123
PAS20	16	112.37	9.99	96	124

Tabla 7. Estadística descriptiva de la presión arterial diastólica con terapia de luz.

Variables	N	Media	SD	Valor Mínimo	Valor Máximo
PADR	16	76.87	11.70	56	92
PADF	16	76.62	14.19	54	100
PAD1	16	74.50	12.74	54	96
PAD3	16	73.25	12.95	52	94
PAD5	16	72.62	11.92	54	88
PAD10	16	72.12	11.60	54	88
PAD15	16	71.75	11.74	52	86
PAD20	16	71.75	11.70	52	86

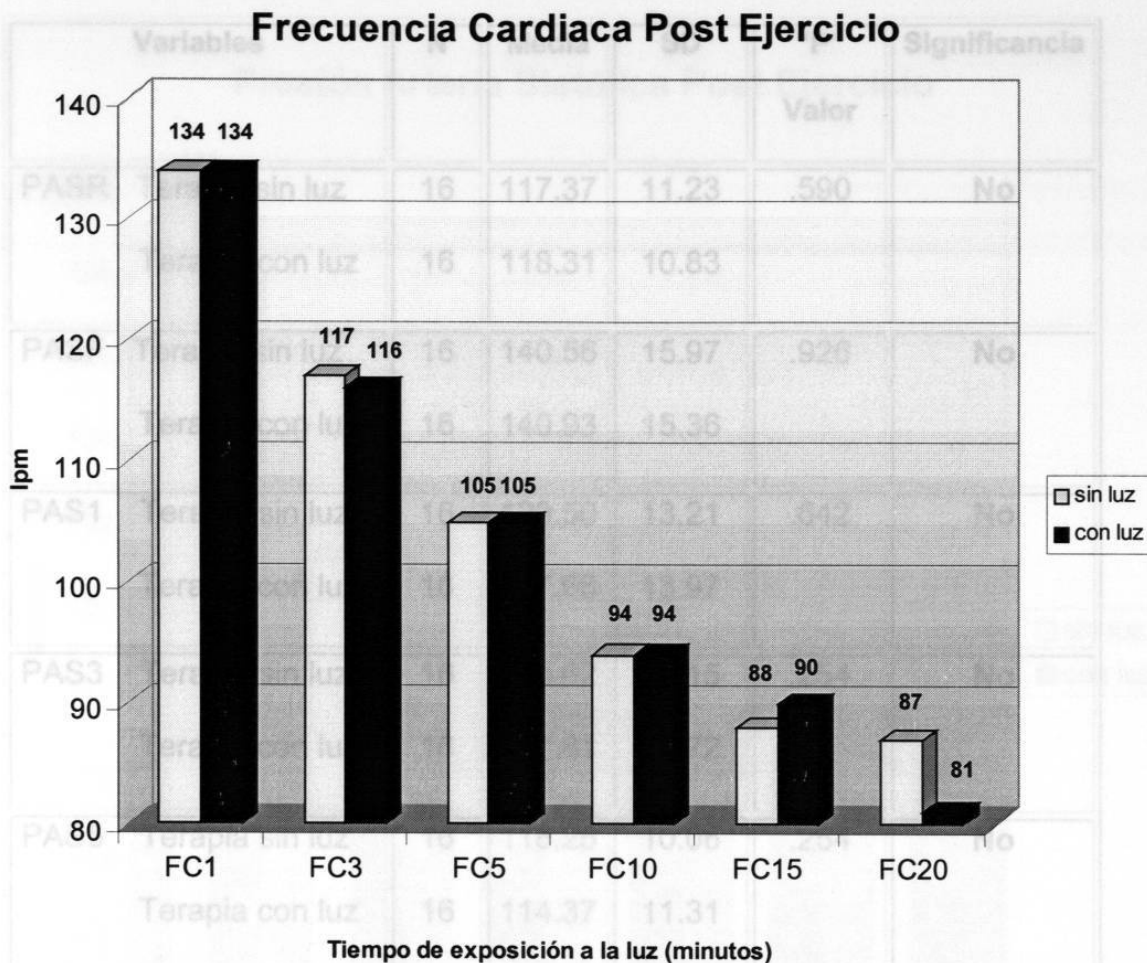
4.3 COMPARACIÓN DE LA FC, PAS Y PAD CON Y SIN TERAPIA DE LUZ.

Tabla 8. Comparación de la frecuencia cardiaca con y sin terapia de luz.

Variables		N	Media	SD	"P" Valor	Significancia
FCR	Terapia sin luz	16	70.25	9.49	.838	No
	Terapia con luz	16	70.81	8.15		
FCF	Terapia sin luz	16	152.68	2.84	.491	No
	Terapia con luz	16	151.87	2.21		
FC1	Terapia sin luz	16	134.31	9.22	.468	No
	Terapia con luz	16	133.56	6.61		
FC3	Terapia sin luz	16	117.81	12.05	.564	No
	Terapia con luz	16	116.00	7.54		
FC5	Terapia sin luz	16	105.18	13.97	.616	No
	Terapia con luz	16	104.50	9.10		
FC10	Terapia sin luz	16	94.12	13.80	.780	No
	Terapia con luz	16	93.93	8.53		

Variables		N	Media	SD	"P" Valor	Significancia
FC15	Terapia sin luz	16	88.43	14.27	.956	No
	Terapia con luz	16	89.62	12.23		
FC20	Terapia sin luz	16	86.75	15.00	.128	No
	Terapia con luz	16	81.25	10.56		

Gráfico 1. Comparación de la frecuencia cardiaca con y sin terapia de luz.

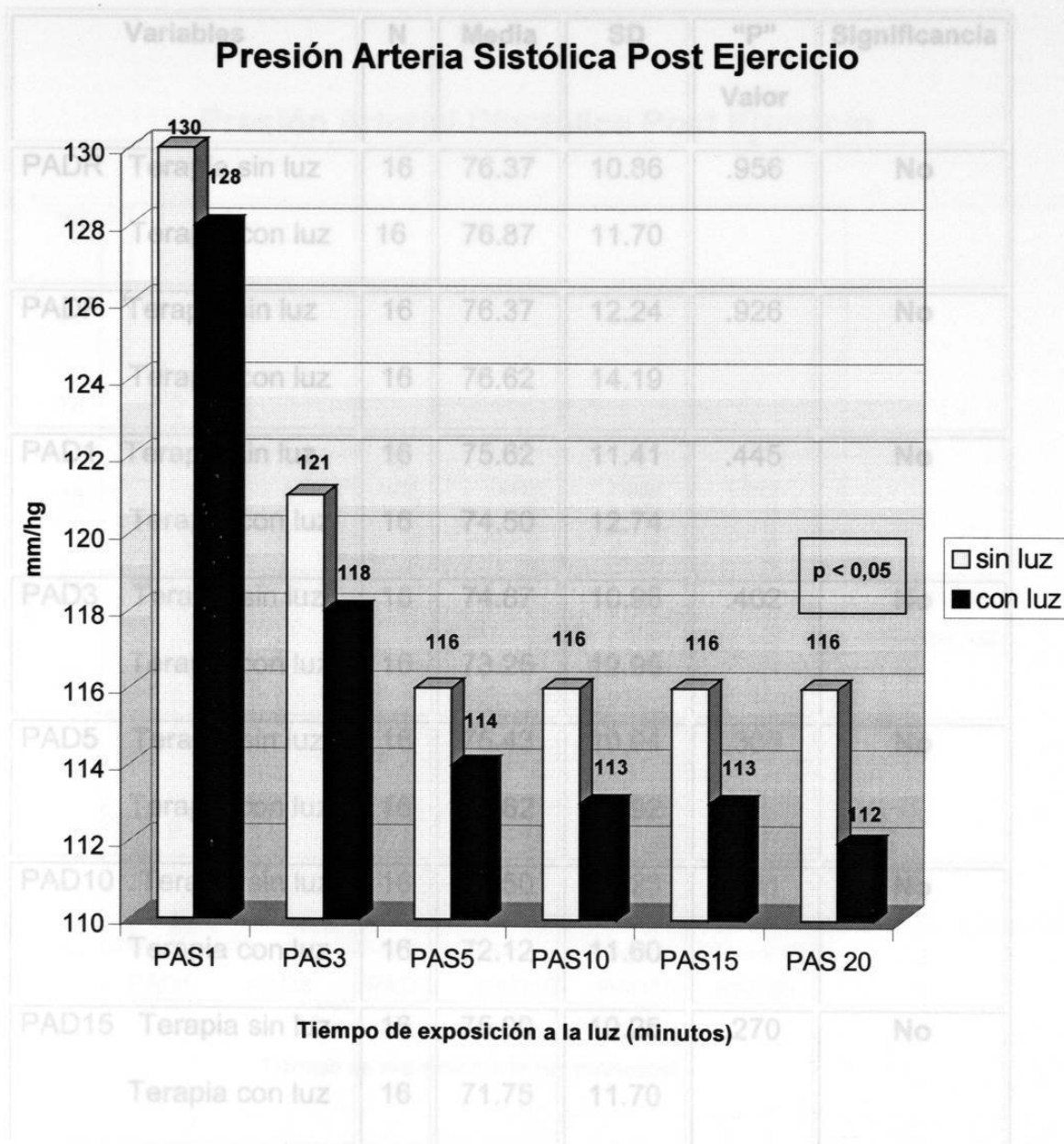


La frecuencia cardiaca post ejercicio se mantuvo con valores similares hasta el minuto 20 en donde los individuos expuestos a la terapia de luz redujeron su FC en 6 lpm; sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa, lo cual nos indica que en los primeros 20 minutos de recuperación la FC se mantiene sin variación con o sin aplicación de la luz.

Tabla 9. Comparación de la presión arterial sistólica con y sin terapia de luz.

Variab les	N	Media	SD	"P" Valor	Significancia
PASR Terapia sin luz	16	117.37	11.23	.590	No
Terapia con luz	16	118.31	10.83		
PASF Terapia sin luz	16	140.56	15.97	.926	No
Terapia con luz	16	140.93	15.36		
PAS1 Terapia sin luz	16	129.50	13.21	.642	No
Terapia con luz	16	127.68	13.97		
PAS3 Terapia sin luz	16	120.62	12.15	.254	No
Terapia con luz	16	117.81	12.72		
PAS5 Terapia sin luz	16	116.25	10.06	.254	No
Terapia con luz	16	114.37	11.31		
PAS10 Terapia sin luz	16	115.75	9.60	.086	No
Terapia con luz	16	113.25	10.52		
PAS15 Terapia sin luz	16	115.75	9.62	.067	No
Terapia con luz	16	112.81	10.17		
PAS20 Terapia sin luz	16	115.87	9.81	.039	Sí
Terapia con luz	16	112.37	9.99		

Gráfico 2. Comparación de la presión arterial sistólica con y sin terapia de luz.

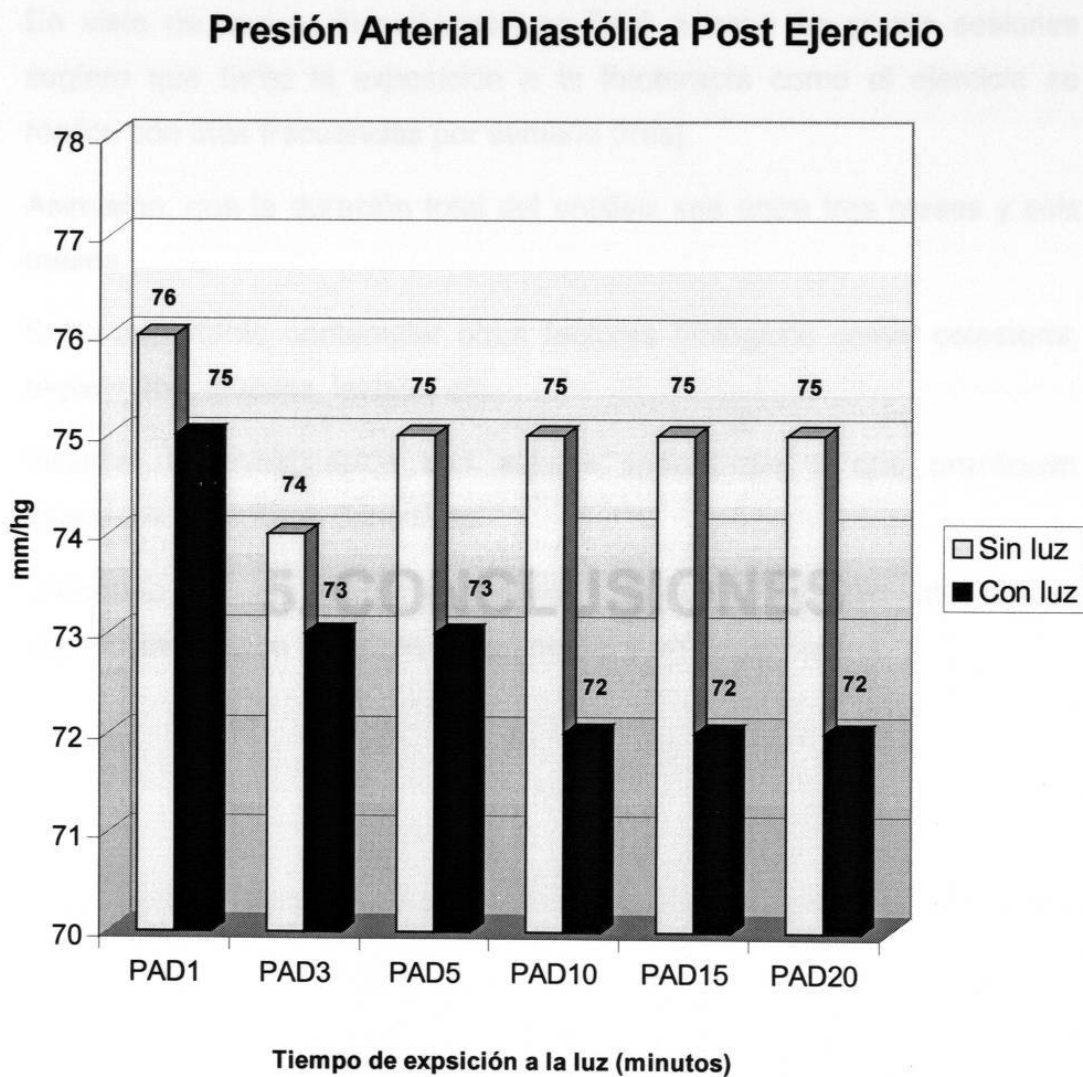


La presión arterial sistólica post ejercicio registró valores menores con la aplicación de la terapia de luz; sin embargo, tan sólo al minuto 20 esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p=.039$).

Tabla 10. Comparación de la presión arterial diastólica con y sin terapia de luz.

Variables	N	Media	SD	"P" Valor	Significancia
PADR Terapia sin luz	16	76.37	10.86	.956	No
Terapia con luz	16	76.87	11.70		
PADF Terapia sin luz	16	76.37	12.24	.926	No
Terapia con luz	16	76.62	14.19		
PAD1 Terapia sin luz	16	75.62	11.41	.445	No
Terapia con luz	16	74.50	12.74		
PAD3 Terapia sin luz	16	74.87	10.95	.402	No
Terapia con luz	16	73.25	12.95		
PAD5 Terapia sin luz	16	75.43	10.94	.305	No
Terapia con luz	16	72.62	11.92		
PAD10 Terapia sin luz	16	74.50	10.23	.341	No
Terapia con luz	16	72.12	11.60		
PAD15 Terapia sin luz	16	75.00	10.25	.270	No
Terapia con luz	16	71.75	11.70		
PAD20 Terapia sin luz	16	74.62	10.24	.287	No
Terapia con luz	16	71.75	11.70		

Gráfico 3. Comparación de la presión arterial diastólica con y sin terapia de luz.



En la gráfica anterior se observa como la presión arterial diastólica disminuye en mayor medida con la terapia de luz. Sin embargo, las diferencias no son estadísticamente significativas en ningún minuto.

5. CONCLUSIONES

- Consideramos importante realizar futuros estudios donde se analice una muestra más representativa, incluyendo ambos sexos.
- En vista de que la investigación se llevó a cabo en pocas sesiones sugiero que tanto la exposición a la fototerapia como el ejercicio se realice con más frecuencias por semana (tres).
- Asimismo, que la duración total del análisis sea entre tres meses y seis meses.
- Sería importante contemplar otros factores biológicos como: colesterol, triglicéridos, glucosa, lactato, etc.
- Realizar la investigación con sujetos sedentarios o que practiquen diferentes disciplinas deportivas.
- Utilizando la misma metodología, saber si existen diferencias significativas entre un grupo experimental y un grupo control.

6. RECOMENDACIONES

1. Los objetivos establecidos se cumplieron en orden cronológico.
2. La hipótesis "*La terapia de luz disminuye más rápidamente la presión arterial y la frecuencia cardiaca post ejercicio aeróbico*", es rechazada para el caso de la frecuencia cardiaca ya que no la disminuye más rápidamente, no obstante queda el hecho de que al minuto 20 de haber terminado el ejercicio disminuyó en 6 lpm sin llegar a ser significativa.
3. En el caso de la presión arterial sistólica, la hipótesis no se cumplió en su totalidad, al registrarse una diferencia significativa al minuto 20 de haber terminado el ejercicio. Aún cuando en todos los caso la presión fue más baja con la terapia de luz que sin ella.
4. La presión arterial diastólica se comportó de manera muy similar a la presión arterial sistólica; sin embargo, ninguno de los registros fue estadísticamente significativo por lo que la hipótesis es rechazada igualmente para esta variable.
5. Finalmente, la terapia de luz de 500 a 550 nm. de longitud de onda no reduce la presión arterial ni la frecuencia cardiaca de forma significativa después de haber realizado un ejercicio aerobio por 20 minutos a 150 latidos por minuto de intensidad.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Braunwald E. 1993. Tratado de cardiología. Ed. Interamericana, MacGraw-Hill, Madrid.
2. Briceño A. 2002. Espectro electromagnético. Mayo.
http://condor.cida.ve/%7Ebriceno/cursos/astrof_observ/clase3/
3. Brown S., et al., 1993. Blood pressure, hemodynamic and thermal responses after cycling exercise. Journal of Applied Physiology, 75.
4. Brunet-Guedj, et al. 1997. Manual de Medicina del Deporte. Ed. Masson. 3ª edición. Barcelona.
5. Bustamante J. 2000. Ictericia en el recién nacido.
<http://www.copeson.org.mx/emc/ictericiaRN.htm>
6. Chicharro J. y Fernández A. 1998. Fisiología del ejercicio. Ed. Médica Panamericana, Madrid.
7. Córdova A. 2000. Fisiología deportiva. Ed. Gymnos. México.
8. Córdova A. 2004. Compendio de fisiología para ciencias de la salud. Ed. Interamericana McGraw-Hill. Madrid.
9. Dienhart C. 1976. Anatomía y Fisiología humanas. Ed. Interamericana, México.
10. Fox E. y Bowers R. 1995. Fisiología del deporte. Ed. Médica Panamericana. México.
11. Ganong W. 1996. Fisiología Médica. Ed. Manual Moderno, 15ª edición, México.
12. Guyton A. y Hall J. 2001. Tratado de Fisiología Médica. Ed. McGraw-Hill, 10ª edición. México.
13. Hannum S. y Kasch F. 1981. Acute post exercise blood pressure response of hypertensive and normotensive men. Scandinavian Journal of Sport Science. 3.
14. Irigoien J. 1999. Cardiología y deporte. Ed. Gymnos. Madrid.

15. Jensen 1979. Fisiología. Ed. Interamericana, México.
16. Kimber G. 1979. Anatomía y Fisiología. Ed. Prensa Médica Mexicana, 2ª edición, México.
17. Lane N. 2003. Una nueva luz sobre la medicina. Scientific American México, Año 1, Núm 9.
18. Leal F. 1996. Nacen nuevas esperanzas para las enfermedades incurables. Ed. Directorios Industriales. México, D.F.
19. Leal F. 1998. Nacen nuevas esperanzas para las enfermedades incurables. Tomo III, Ed. Directorios Industriales. México, D.F.
20. Leal F. 1999. Bases Científicas del Código Isomérico. Diplomado impartido por la Universidad Autónoma de Morelos, Cuernavaca Morelos.
21. Loyola P. 1997. El descubrimiento del código isomérico ya permea los círculos médicos. Estrategia Industrial, Año XIV, Núm. 157.
22. Maeder T. 2002. Sweet Medicine. Scientific American, Volume 287, Number. 1
23. Manno R. 1994. Fundamentos del Entrenamiento Deportivo. Ed. Paidotribo. Barcelona.
24. Manual ACSM 1999. (American College of Sport Medicine) para la valoración y prescripción del ejercicio. Ed. Paidotribo. Barcelona.
25. Maor A. 2002. FDA aprueba sistema de fototerapia para acné inflamatorio. Agosto. <http://www.tribunamedica.com.medex/V2/067/dl.htm>
26. Martínez JC, et al. Control of severe hyperbilirubinemia in full-term newborns with the inhibitor of bilirubin production Sn-Mesoporphyrin. Pediatrics 1999;103:1–5.
27. Meléndez M. 2001. El espectro electromagnético. Abril. <http://www.ti0rc.org/cursoti/cap4.pdf>

28. Morehosue L. 1965. Fisiología del ejercicio. Ed. El Ateneo. Buenos Aires.
29. Mountcastle 1974. Fisiología Médica. Ed. Prensa Médica Mexicana, 2ª edición, México.
30. Nilo J. 1997. Medicina del deporte. Ed. Prensa Médica Mexicana. 3ª edición. México.
31. Nutbeam D. 1986. Glosario de promoción de la salud. Junta de andalucía, consejería de salud, Sevilla.
32. Parker C. 1974. Anatomía y Fisiología. Ed. Interamericana, 2ª edición, México.
33. Raglin J. y Morgan W. 1987. Influence of exercise and quiet rest on state anxiety and blood pressure. Medicine and Science in Sports and Exercise. 19.
34. Rowland T. 1996. Development Excericise Physiology. Ed. Human Kinetics, Illinois.
35. Sears R. 1996. Física Universitaria. Ed. Addison Wesley. 9ª edición. México.
36. Sekurt E. 1985. Fisiología. Ed. El Ateneo, 5ª edición, Buenos Aires.
37. Sergeyevich V. y Dimitriyevich V. 1995. Fisiología del deportista. Ed. Paidotribo. Barcelona.
38. Serra J. 1998. Cardiología en el deporte. Ed. Springer. 1998. Barcelona.
39. Somers V., et al., 1991. Post-exercise hypotension is not sustained in normal and hypertensive humans. Hypertension. 18.
40. Subias J. 2002. Propiedades básicas de la luz. Abril.
[http://fisaplic.unizar.es/MatAsignaturas/Lab%20F%EDsica/PractXI%20\(propiedades%20b%E1sicas%20de%20la%20luz\).PDF](http://fisaplic.unizar.es/MatAsignaturas/Lab%20F%EDsica/PractXI%20(propiedades%20b%E1sicas%20de%20la%20luz).PDF)

41. Ulnik J., Ubogui J. 2003. Psoriahue.
<http://www.psoriasis.org.ar/fototerapia.htm>
42. Vargas W. 2001. La luz, su propagación, distribución y aplicaciones.
Agosto. http://www.conicit.go.cr/recursos/documentos/la_luz.html
43. Verdugo M. y Leibar X. 1997. Entrenamiento de la resistencia. Ed.
Gymnos. Madrid.
44. Willmore J., Costill D. 1999. Fisiología del Esfuerzo y del Deporte. Ed.
Paidotribo. Barcelona.
45. Zintl F. 1998. Entrenamiento de la resistencia. Ed. Roca. 115. México.

8. ANEXOS

ANEXO 1

CARTA RESPONSIVA

Por medio de la presente yo _____ en pleno uso de mis facultades mentales declaro que estoy de acuerdo en someterme a un entrenamiento de 4 semanas de trote a 150 latidos por minuto dos veces a la semana. Estoy enterado y de acuerdo en que se me tome la presión arterial en cualquier momento, que me sea monitoreada la frecuencia cardiaca durante todo el tiempo que dure el ejercicio y la posterior recuperación y que se me aplique una terapia con luz después de realizado el ejercicio. Me hago responsable por los efectos que el ejercicio y la luz puedan tener en mi organismo.

Estoy físicamente sano para realizar la actividad física antes mencionada y lo hago por propia voluntad.

Nombre y firma del declarante

ANEXO 2

CAPTURA DE DATOS

Sesiones	Semanas	Sujetos	RESPOSO			FINAL		
			PAS	PAD	FC	PAS	PAD	FC
1	1	1						
		2						
		3						
		4						
	2	1						
		2						
		3						
		4						
	3	1						
		2						
		3						
		4						
	4	1						
		2						
		3						
		4						
2	5	1						
		2						
		3						
		4						
	6	1						
		2						
		3						
		4						
	7	1						
		2						
		3						
		4						
	8	1						
		2						
		3						
		4						

CAPTURA DE DATOS

Sesiones	Semanas	Sujetos	MINUTO 1			MINUTO 3		
			PAS	PAD	FC	PAS	PAD	FC
1	1	1						
		2						
		3						
		4						
	2	1						
		2						
		3						
		4						
	3	1						
		2						
		3						
		4						
	4	1						
		2						
		3						
		4						
2	5	1						
		2						
		3						
		4						
	6	1						
		2						
		3						
		4						
	7	1						
		2						
		3						
		4						
	8	1						
		2						
		3						
		4						

CAPTURA DE DATOS

Sesiones	Semanas	Sujetos	MINUTO 5			MINUTO 10		
			PAS	PAD	FC	PAS	PAD	FC
1	1	1						
		2						
		3						
		4						
	2	1						
		2						
		3						
		4						
	3	1						
		2						
		3						
		4						
	4	1						
		2						
		3						
		4						
2	5	1						
		2						
		3						
		4						
	6	1						
		2						
		3						
		4						
	7	1						
		2						
		3						
		4						
	8	1						
		2						
		3						
		4						

CAPTURA DE DATOS

Sesiones	Semanas	Sujetos	MINUTO 15			MINUTO 20		
			PAS	PAD	FC	PAS	PAD	FC
1	1	1						
		2						
		3						
		4						
	2	1						
		2						
		3						
		4						
	3	1						
		2						
		3						
		4						
	4	1						
		2						
		3						
		4						
2	5	1						
		2						
		3						
		4						
	6	1						
		2						
		3						
		4						
	7	1						
		2						
		3						
		4						
	8	1						
		2						
		3						
		4						

9. GLOSARIO

Aeróbico: En presencia de oxígeno.

Ambulatorio: Dícese de las formas de enfermedad o de tratamiento que no obligan al enfermo a estar en cama.

Ampere: Unidad práctica de intensidad de una corriente eléctrica; su valor es el de una corriente constante que depositara por electrólisis 1, 118 mg de plata por segundo de una solución acuosa de nitrato de plata. 1 ampere = 1 volt/ohm.

Arteria: Cualquiera de los conductos membranosos o vasos sanguíneos, de ramificaciones divergentes, que distribuyen por el organismo la sangre expelida de las cavidades ventriculares del corazón.

Auscultación: Método de examen físico que consiste en escuchar los sonidos que se producen dentro del cuerpo, especialmente en el corazón, vasos y aparato respiratorio.

Cáncer: Tumor maligno en general y especialmente el formado por células epiteliales. La característica básica de la malignidad es una anormalidad de las células, transmitida a las células hijas, que se manifiesta por la reducción del control del crecimiento y la función celular, conduciendo a una serie de fenómenos adversos en el huésped a través de un crecimiento masivo, invasión de tejidos vecinos y metástasis. La proliferación celular en los tumores malignos no es totalmente autónoma; además de la dependencia del cáncer respecto del huésped para su irrigación sanguínea, su crecimiento se afecta por las hormonas, los fármacos y los mecanismos inmunológicos del paciente. Los cánceres se dividen en dos grandes categorías de *carcinoma* y *sarcoma*.

Capilares: Cualquiera de los diminutos vasos que conectan las arteriolas con las vénulas y forman una red casi en todas las partes del cuerpo. A través de éstos se efectúan los intercambios entre la sangre y los tejidos.

Carbohidrato: Compuestos de carbono en grupos de 6 átomos, hidrógeno y oxígeno en la proporción para formar agua; representan una de las tres

categorías de alimentos indispensables. Los carbohidratos comprenden los monosacáridos (dextrosa o glucosa, levulosa, galactosa, manosa, sorbita, talosa, idosa); los disacáridos (sacarosa, lactosa, maltosa, isomaltosa, micosa, agavosa, ciclamosa); los trisacáridos (melitosa, melicitosa, estaquiosa, gencianosa), y los polisacáridos (almidón, glucógeno, dextrina, celulosa, etc., y gomas).

Colesterol: El más importante esteroide animal $C_{27}H_{46}O$. Se encuentra en el plasma sanguíneo en una proporción de unos 2 g % de los cuales el 70 % se halla esterificado con ácidos grasos y unido a proteínas. En la piel es el precursor del deshidrocolesterol, precursor a su vez de la vitamina D.

Diabetes: Término genérico que se refiere a un grupo de afecciones caracterizadas por excesiva secreción de orina y sed intensa.

Diástole: Período de dilatación cardíaca, especialmente de los ventrículos, que permite la repleción de estas cavidades. Corresponde al segundo ruido del corazón y se prolonga durante la primera mitad del silencio mayor.

Distensibilidad: Capacidad de ser distendido o de distenderse.

Distensión: Estado de los tejidos, membranas, órganos, etc., que experimentan una tensión violenta.

Estetoscopio: Instrumento cilíndrico de varias formas, tamaños y materiales, para la práctica de la auscultación mediata.

Esfigmomanómetro: Instrumento para medir la tensión arterial.

Fototerapia: Tratamiento de las enfermedades por la acción de la luz, natural o artificial, especialmente por la diferente concentración de los rayos luminosos o por la distinta coloración de la luz.

Frecuencia Cardíaca: Número de veces que late el corazón en un minuto

Glucosa: Azúcar de uva o dextrosa, $C_6H_{12}O_6$; compuesto cristalino, incoloro, soluble en agua, que tiene la propiedad de ser dextrógiro. Existe en gran número de frutas, en la miel, en la sangre y en la orina diabética.

Hertz (hercio): Unidad de frecuencia equivalente a 1 oscilación o vibración por segundo. Símbolo, *Hz*.

Intensidad: Grado de dificultad o concentración a la hora de realizar un ejercicio físico y/o mental.

Isómero: Que tiene la misma composición química y la misma masa molecular, pero con diferentes propiedades y estructura atómica.

Longitud de onda: La distancia que recorre el pulso mientras una partícula del medio que recorre la onda realiza una oscilación completa.

Lupus: Afección tuberosa de la piel y de las mucosas de distintas formas caracterizadas por la producción de tubérculos que se ulceran y por su tendencia a la extensión.

Nanómetro: Millonésima parte de un milímetro

Ohm: Unidad de resistencia eléctrica. En unidades del sistema internacional, se define como la resistencia que opone al paso de la corriente, una columna de mercurio 1 mm² de sección y 106,3 cm de longitud.

Oscilación: Desplazamiento alternativo de un cuerpo en un sentido y en otro de su posición de equilibrio. Variación de una magnitud fija alrededor de una posición de equilibrio.

Presión Arterial (Tensión Arterial): La de la pared arterial que depende de la fuerza de la actividad cardíaca, de la elasticidad de las paredes arteriales, de la resistencia capilar, de la tensión venosa de retorno y del volumen y viscosidad sanguíneos.

Rayos Ultravioleta: Rayos del espectro solar invisible, más allá del extremo violado, con longitudes de onda entre 400 y 20 nm; tienen propiedades actínicas, químicas y bactericidas.

Rendimiento: Manifestación de las capacidades físicas y psicológicas del individuo a la hora de realizar una determinada actividad.

Resistencia: es la cualidad que nos permite aplazar o soportar la fatiga, permitiendo prolongar un trabajo orgánico sin disminución importante del rendimiento. Tipos de resistencia: general y orgánica y local. Desde el punto de vista del proceso metabólico y las fuentes de energía utilizadas, cada uno de los dos tipos de resistencia pueden ser a su vez aeróbica o anaeróbica, y tratándose de ésta última, láctica o aláctica.

Sístole: Período de contracción cardíaca, especialmente de los ventrículos, que tiene por objeto arrojar la sangre recibida de las aurículas a las arterias aorta y pulmonar. Corresponde al primer ruido del corazón.

Triglicéridos: Compuesto formado por tres ésteres de la glicerina; grasas neutras.

Vaso: Término general para los conductos por los que circulan los humores o líquidos del cuerpo, especialmente la sangre, linfa y kilo.

Vascular: Relativo a los vasos.

Vena: Vaso sanguíneo que conduce la sangre desde los capilares al corazón. Su número es mayor que el de las arterias.

Volt: Unidad de fuerza electromotriz que produce la corriente de un ampere en un circuito cuya resistencia es de 1 ohmio.

Watts: Unidad de potencia eléctrica en el sistema basado en el metro, kilogramo, el segundo y el ampere. Equivale a 1 julio/seg.

