

1
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ENFERMERIA Y OBSTETRICIA

"LA RESPUESTA PRESORA DE VARONES ENTRENADOS Y NO ENTRENADOS SOMETIDOS A PRUEBA DE ESFUERZO MAXIMAL UTILIZANDO EL PROTOCOLO DE BRUCE"

261017

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN ENFERMERIA Y OBSTETRICIA
P R E S E N T A :
ACOSTA ANGELES ADOLFO

Ma. Teresa Pérez Rodríguez

ASESORA DE TESIS: MA. TERESA PEREZ RODRIGUEZ.

U.N.A.M.
MAESTRA EN INVESTIGACION EN SERVICIOS DE SALUD.
ESCUELA NACIONAL DE ENFERMERIA Y OBSTETRICIA



MEXICO, D. F.

ABR 27 1988

MARZO DE 1998.

COORDINACION DE SERVICIOS SOCIAL Y OPCIONES TERMINALES DE TITULACION



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ASESORES DE LA SUBDIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN Y MEDICINA DEL DEPORTE.

LIC. ENF. BEATRIZ RUIZ PADILLA.

Responsable del Servicio Social de Enfermería en la SIMD.

Actual Co-responsable del Laboratorio de Ergometría

DRA. ANA ROSA BECERRA PÉREZ.

Ex responsable del Laboratorio de Ergometría

Actual Coordinadora de Evaluación Morfofuncional

AGRADECIMIENTOS.

A la Lic. Bety, por su comprensión y apoyo en todo momento, por haberme infundido paciencia cuando más lo necesité; nunca la olvidaré.

A la Dra. Ana Rosa por su invaluable amistad; gracias por ser además de mi maestra una amiga, no olvidaré lo que acertadamente aprendí con Ud.; siempre la recordaré.

A la Lic. Tere por haberme comprendido y ayudado para realizar este trabajo, por animarme a continuar y a no desistir, por ser una amiga mas que asesora; le agradezco sus palabras de aliento, siempre estará en mi pensamiento y en mi corazón.

Al personal que labora en la Subdirección de Investigación y Medicina del Deporte por su colaboración, en especial a la Dra. Irma Pérez Domínguez.

DEDICATORIA.

A DIOS; gracias por estar conmigo y ser mi guía en cada momento de mi vida, a tí Señor lo que soy y lo que tengo.

A MI PADRE, (q.e.p.d.) A pesar de que no estas conmigo físicamente, eres parte importante en mi vida para seguir adelante y no desistir; espero te sientas orgulloso.

A MI MADRE, HERMANAS Y SOBRINAS: JACQUELINE, ELIZABETH y la BEBÉ recién nacida porque sabiendo que jamás existirá una forma de agradecerles toda una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo constantes; este logro mío es suyo. Mi esfuerzo es inspirado en ustedes, que son mi único ideal; espero siempre estemos unidos. Con respeto y admiración.

A MIS AMIGOS, porque para mi son fuente de motivación, alegría y cariño.

A los Dres. JOSÉ LUIS LÓPEZ y VIRGINIA CORTEZ, por ser una parte importante en el desarrollo de mi vida académica; Gracias por su amistad.

A todos los estudiantes de la Licenciatura en Enfermería y Obstetricia, porque las barreras y fronteras a superar están en el pensamiento y en las actitudes no en la Geografía.

Con admiración...

*A los hombres comprometidos
consigo mismos, conscientes de su
naturaleza, situación y potencial,
en búsqueda continua de nuevos
retos y excelencia, que les
permitan sentirse satisfechos en las
diferentes etapas y actividades de
su vida.*

Con respeto...

*A los hombres que intuyen su
naturaleza y su potencial, pero que
carecen de la capacidad de decisión
para salir de su cautiverio.*

Y con esperanza...

*A los hombres con espíritu y
actitud de dependencia, que
desconocen su naturaleza y viven
en el mar de la insatisfacción.*

*"El lenguaje de la verdad es sencillo y exento de
artificio"*

(Seneca)

*"Jamás se descubrirá nada si nos consideramos
satisfechos con las cosas descubiertas"*

(Seneca)

*"Amargas son las raíces del estudio, pero los frutos son
dulces"*

(Catón)

". . . Sabemos más de lo que podemos decir"

(M. Polanyi)

ÍNDICE GENERAL

	pag.
INTRODUCCIÓN	01
I. FUNDAMENTACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN	02
1.1. Planteamiento del Problema	02
1.2. Pregunta de Investigación	03
1.3. Justificación	03
1.4. Ubicación del Problema..	04
1.5. Objetivos	05
II. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	06
2.1. La Salud En México: Una Nueva Perspectiva	06
2.1.1. La Transición Epidemiológica	06
2.1.2. Las Enfermedades Crónicas en el Mundo	06
2.1.3. Enfoque Preventivo	08
2.2. Actividad Física Y Salud	09
2.2.1. Ejercicio vs Sedentarismo	09
2.2.2. Clasificación de la Actividad Física y de los Deportes más Comunes en función del trabajo que requieren.	10
2.2.3. Adaptaciones al Ejercicio	11
2.2.4. Métodos utilizados para cuantificar la intensidad del trabajo físico	13
2.3. Pruebas De Esfuerzo	14
2.3.1. ¿Qué es una valoración funcional?	14
2.3.2. Objetivos de una valoración funcional en Medicina del Deporte.	15
2.3.3. Indicaciones de la prueba de esfuerzo en Cardiología..	15
2.3.4. Interés de la valoración funcional previa a la práctica deportiva	15
2.3.5. Protocolos según niveles de actuación	17
2.3.6. Sensibilidad, especificidad y valor predictivo de las pruebas de esfuerzo	17
2.3.7. Bases metodológicas de la prueba de esfuerzo	17
2.3.8. Material empleado en la realización de la prueba de esfuerzo	19
2.4. Respuesta Cardiovascular al Ejercicio	21
2.4.1. Mecanismos Asociados	22
2.4.2. Regulación de la Circulación Periférica en el Ejercicio	27
2.4.3. Regulación de la Tensión Arterial en el Ejercicio	30

	Pag
2.4.4. Efectos Agudos del entrenamiento sobre sa respuesta de la Tensión Arterial al Ejercicio	31
2.4.5. Tipos de respuesta de la Tensión Arterial en el Ejercicio Dinámico	32
2.4.6. Efectos Agudos del Ejercicio sobre La Tensión Arterial	34
1.4.7. Respuesta de la Tensión Arterial con la edad.	36
2.4.8. Reacciones Fisiológicas al Ejercicio Dinámico Crónico	36
2.5. Hipertensión Arterial Sistémica	36
2.5.1. Concepto	36
2.5.2. Aspectos Epidemiológicos y Factores de Riesgo	38
2.5.3. Prevención de la Hipertensión Arterial Sistémica	45
2.5.4. Control y Detección de la Hipertensión Arterial Sistémica	45
2.5.5. Hipertensión Arterial y Ejercicio	46
III. DISEÑO METODOLÓGICO	50
3.1. Definición de variables	50
3.2. Hipótesis.	51
3.3. Modelo de relación causal	51
3.4. Tipo de estudio	51
3.5. Diseño de investigación	52
3.6. Universo y muestra	52
3.7. Criterios de inclusión, exclusión y eliminación	52
3.8. Procedimiento de recolección de la información	53
3.8.1. Instrumentos para la recolección de la información	53
3.8.2. Procedimiento para recolectar la información	53
3.8.3. Recursos	54
3.9. Tabulación e Interpretación de los datos	54
IV. RESULTADOS	58
4.1. Comprobación de hipótesis	55
4.2. Análisis de los resultados y discusión	57
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	65

Pag

ANEXO 1: Formato de captura No. 1 y No. 2; método para la preparación del paciente para la prueba de esfuerzo y criterios de interrupción de la prueba de esfuerzo.	70
ANEXO 2: Tablas de resultados	76
ANEXO 3: Gráficas	87
ANEXO 4: Reglamento de la Ley General de salud en materia de Investigación para la Salud.	99

ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla No.1: Correlación de la R.P. y variables que la influyen en el grupo de los No Entrenados	77
Tabla No. 2: Correlación del VO_2 y variables que la influyen en el grupo de los No Entrenados	78
Tabla No. 3: Correlación de la TAS máx. y variables que la influyen en el grupo de los No Entrenados	78
Tabla No. 4: Correlación de la TAS de reposo y variables que la influyen en el grupo de los No Entrenados	79
Tabla No. 5: Correlación de la R.C. y variables que la influyen en el grupo de los No Entrenados	79
Tabla No.6: Correlación de la R.P. y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Resistencia	79
Tabla No. 7: Correlación del VO_2 y variables que la influyen en el grupo de Entrenados de Resistencia	80
Tabla No. 8: Correlación de la TAS máx. y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Resistencia	80
Tabla No. 9: Correlación de la TAS de reposo y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Resistencia	80
Tabla No.10: Correlación de la TAD reposo y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Resistencia	81
Tabla No.11: Correlación de la R.P. y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Fútbol Asociación	81
Tabla No.12: Correlación del VO_2 y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Fútbol Asociación	82
Tabla No. 13: Correlación de la TAS máx. y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Fútbol Asociación	83
Tabla No. 14: Correlación de la TAS de reposo y variables que la influyen en el grupo de Entrenados de Fútbol Asociación.	83
Tabla No.15: Correlación de la TAD reposo y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Fútbol Asociación	84

	pág.
Tabla No.16: Correlación de la R.C. y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Fútbol Asociación	84
Tabla No.17: Correlación de la R.P. y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Fútbol Americano	85
Tabla No.18: Correlación del VO ₂ y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Fútbol Americano	85
Tabla No. 19: Correlación de la TAD máx. y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Fútbol Americano	86
Tabla No. 20: Correlación de la TA diferencial y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Fútbol Americano	86
Tabla No.21: Correlación de la TAS de reposo y variables que la influyen en el grupo de Entrenados en Fútbol Americano	86

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	pág
Gráfica No.1: Resultados de la prueba de esfuerzo; población general.	88
Gráfica No.2: Respuesta cronotópica; población general..	88
Gráfica No.3: Respuesta presora; población general	89
Gráfica No.4: Datos de laboratorio; población general	89
Gráfica No.5: Excedente de masa grasa en porcentaje; población general	90
Gráfica No.6: Excedente de masa grasa en kilogramos; población general	90
Gráfica No.7: Comportamiento de la TAS y TAD ; reposo y esfuerzo: 91 población general	
Gráfica No.8: Años de práctica deportiva; población entrenados	91
Gráfica No .9: Entrenamiento en horas/semana; población entrenados.	92
Gráfica No. 10: Correlación de Pearson de la R.P.-Edad en el grupo de No Entrenados	92
Gráfica No. 11: Correlación de Pearson de la R.P.-Triglicéridos en el grupo de No Entrenados.	93
Gráfica No. 12: Correlación de Pearson de la R.P.-TAS max en el grupo de No Entrenados	93
Gráfica No. 13: Correlación de Pearson de la R.P.-TAD max en el grupo de No Entrenados	94
Gráfica No. 14: Correlación de Pearson de la R.P.-VO ₂ en el grupo de No Entrenados	94
Gráfica No. 15: Correlación de Pearson de la R.P.-METs en el grupo de No Entrenados.	95
Gráfica No. 16: Correlación de Pearson de la R.P.-TAS max en el grupo de Entrenados en Resistencia.	95
Gráfica No. 17: Correlación de Pearson del VO ₂ -METs en el grupo de Entrenados en Resistencia	96

Gráfica No. 18: Correlación de Pearson de la R.P.-Entreamiento en el grupo de Entrenados en Futbol Asociación	96
Gráfica No. 19: Correlación de Pearson de la R.P.-TAS max en el grupo de Entrenados en Futbol Asociación.	97
Gráfica No. 20 Correlación de Pearson de la R.P.-Ant. Dep. en el grupo de Entrenados en Futbol Americano	97
Gráfica No. 21 Correlación de Pearson de la R.P.-Entrenamiento. en el grupo de Entrenados en Futbol Americano.	98
Gráfica No. 22 Correlación de Pearson de la R.P.-TAS max. en el grupo de Entrenados en Futbol Americano	98

INTRODUCCIÓN

El cuerpo humano trabaja normalmente con solo una pequeña parte de la capacidad funcional de los órganos que lo componen, a pesar de que poseen una gran reserva; a través del ejercicio físico se pueden estudiar las capacidades morfofuncionales, permitiendo valorar los cambios y/o adaptaciones de los diferentes órganos.

La actividad que exige cierto trabajo físico representa un gasto energético suficiente para obtener beneficios para mejorar la salud. El pasar de un estilo de vida sedentaria a uno físicamente activo significa una mejora en la salud general y, específicamente, cardiovascular.

Los test funcionales o pruebas de esfuerzo son una herramienta útil en el estudio de la adaptación del sistema cardiovascular ante el esfuerzo físico. La importancia de estas pruebas estriba, por un lado, en que dado el incremento en el número de deportistas recreativos y el alto nivel de exigencia en el entrenamiento de ciertos deportes, se hace necesario el certificar la aptitud para la práctica deportiva, así como el seguimiento de ésta. Por otro lado, para los no entrenados tiene un valor diagnóstico para enfermedad coronaria, enfermedad hipertensiva del adulto y en sí para valorar el estado de salud previo al inicio de una actividad física.

Durante mi estancia por el laboratorio de Ergometría de la Subdirección de Investigación y Medicina del Deporte, llamó mi atención el comportamiento de la respuesta presora - valoración de la Tensión Arterial en esfuerzo- y sobre todo los parámetros utilizados, utilizados a nivel internacional, para calificarla; puesto que los resultados que se obtenían de la población aquí estudiada estarían en el rango de los insuficientes cardíacos.

Por ello, se estudió la respuesta presora, en los individuos entrenados y en los no entrenados, a fin de analizarla al igual que los factores que la influyen. En el primer apartado de este trabajo se plasma la fundamentación del tema que se estudió, es decir, se manifiestan el planteamiento del problema, la justificación del porque se llevó a cabo, los objetivos que se pretendieron. En el segundo apartado se escribe el marco teórico - referencial que sustenta esta investigación; el apartado siguiente señala la metodología utilizada en este estudio: hipótesis de trabajo, variables e indicadores, tipo de investigación, material y métodos utilizados, aquí mismo se hace referencia al procesamiento de los datos, su interpretación análisis y discusión. El apartado número cuatro se tiene los resultados y discusión de los mismos. En el apartado número cinco están las conclusiones y recomendaciones finales del trabajo. Finalmente se tiene la bibliografía consultada y los anexos donde se encuentran los formatos de captura empleados, los métodos utilizados para la realización de la prueba de esfuerzo, las tablas de resultados, gráficas y el reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud.

I. FUNDAMENTACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Cuando una persona realiza actividad físico-deportiva, se generan cambios en el organismo que le permiten llevar a cabo dicha actividad. Dentro de éstos se encuentra el comportamiento de la tensión arterial (TA) durante el ejercicio, o lo que es lo mismo, la RESPUESTA PRESORA. (RP). Esta respuesta se clasifica en las siguientes modalidades, a saber: NORMAL, donde la tensión arterial sistólica (TAS) se eleva en forma gradual al aumentar la carga de trabajo, con cambios mínimos en la tensión arterial diastólica (TAD). HIPERTENSIVA, donde la TAS y TAD se elevan en forma exagerada, respecto a las cifras de control (reposo). HIPOTENSA, cuando la TAS disminuye de 10-20 mm/Hg en relación con la etapa de esfuerzo precedente y PLANA, donde la TAS muestra poca variabilidad con relación a la carga de trabajo en METS. Como ya se mencionó para que sea considerada normal una respuesta presora debe haber un incremento en la TAS de 7-10 mm/Hg/MET y de 3-5 mm/Hg/MET en la TAD.^{1 2}

Se ha demostrado que, en algunos sedentarios, a pesar de tener una TA normal en reposo, cuando realizan una prueba de esfuerzo, muestran una respuesta presora de tipo hipertensivo, lo importante de esto estriba en que existen estudios donde se plantea que los sujetos con ese tipo de respuesta, pueden desarrollar hipertensión arterial sistémica a futuro^{3 4}

Por otra parte cuando se evalúa la respuesta presora en las personas entrenadas y al equipararla con los valores ya mencionados, pareciera que son personas con poca eficiencia cardiovascular, no obstante su buen rendimiento físico, incluso se les podría catalogar de cardiópatas⁵ dado que su respuesta, en la mayoría, es del tipo "plana".

De lo anterior se desprende la presente investigación, pues se desea detectar la prevalencia de respuesta presora hipertensiva en los no entrenados, que se evalúan en la Subdirección de Investigación y Medicina del Deporte (SIMD), y con ello a futuros candidatos a hipertensión; a partir del análisis de dicha respuesta, teniendo en cuenta el valor predictivo de ésta. Así mismo, se desea estudiar los valores de la TA y tipo de respuesta presora en los varones entrenados y su relación con la carga de trabajo en METs, a fin de que en estudios posteriores se puedan implementar cánones de evaluación propios de esta población. Ello,

¹ Férrez, M. "Adaptación cardiovascular a la prueba de esfuerzo" pp.131-135

² Serra, G. "Prescripción de ejercicio físico." pp.90,91

³ Wilson, et. al. "Early predicción of hypertension using exercise blood pressure" *Prev. Med.* pp.62-68

⁴ Jackson, A. S. et. al. "Prediction of future resting hypertension from exercise blood pressure" *Prev. Med.* pp. 263-268

⁵ Férrez. Op. Cit. p.132.

porque ambos fenómenos, la respuesta presora "hipertensiva" en no entrenados y la respuesta presora "plana" en los entrenados, se observaron, en forma frecuente, en el *Laboratorio de Ergometría* de la citada institución, donde los futuros Licenciados en enfermería y Obstetricia realizan el servicio social.

1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Cuál es el comportamiento de la respuesta presora en los varones entrenados y no entrenados que realizan la Prueba de Esfuerzo en el Laboratorio de Ergometría de la SIMD?

1.3. JUSTIFICACIÓN.

En nuestro país se observan cambios y tendencias interesantes en la transición epidemiológica, tales como: Aumento en la esperanza de vida, disminución de la mortalidad infantil, erradicación de algunos padecimientos infecto - contagiosos, combinado con el incremento en la ingesta de alcohol, el tabaquismo, el consumo de alimentos ricos en grasas saturadas, ingesta de sal, el sedentarismo y otras variaciones en el estilo de vida relacionados con la urbanización e industrialización aceleradas, todo ello ha dado como resultado el incremento de las enfermedades crónico - degenerativas, particularmente las de tipo cardiovascular, ciertos tipos de cáncer y diabetes mellitus⁶

Diversos estudios coinciden en señalar a la hipertensión sistémica como un padecimiento común, en vista que afecta alrededor del 25% de la población adulta⁷. Además representa un factor de riesgo importante de aterosclerosis y contribuye, de manera decisiva, a elevar la morbilidad y mortalidad por enfermedades cardiovasculares de las cuales destacan, preponderantemente, la cardiopatía isquémica, las coronariopatías, enfermedad cerebrovascular y la enfermedades renales. A nivel mundial, las enfermedades crónico-degenerativas tienen un patrón acorde con el grado de desarrollo económico alcanzado en los distintos países; Empero que la tendencia mundial muestra un descenso de la mortalidad por enfermedades crónicas, éstas siguen siendo las principales causas de muerte en los países ricos y en los no tan ricos, por tal razón las instancias mundiales en materia de salud (OMS y OPS) han iniciado la promoción de programas encaminados a la disminución de factores de riesgo para las citadas enfermedades, así como a la difusión de "estilos de vida saludables". En México, la Secretaría de Salud (SS) a través de la Dirección General de Epidemiología (DGE) en 1991 realizaron la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónico-Degenerativas ⁸ de la cual partieron programas específicos para la atención y prevención de tales enfermedades; ejemplo de lo anterior son tres programas, encaminados a la promoción de la salud a través de la actividad física, puestos en marcha en 1996.

Actualmente existen investigaciones donde se pone de manifiesto que en los sujetos normotensos en reposo, que no practican una actividad física, y con una exagerada elevación de la TAS durante una prueba de esfuerzo aumenta la probabilidad de presentar hipertensión

⁶ SS. Cuadernos de Salud. "Los retos de la transición" pp.9-14

⁷ SSA. D.G.E. "Encuesta nacional de enfermedades crónico degenerativas" 1993.

⁸ Cuadernos. Op. Cit. pp13,14

a futuro.^{9 10 11 12} Todo lo anterior justifica la realización del presente proyecto de investigación dado que se desea detectar a los sujetos que presenten dicho fenómeno, a fin de promover la actividad física como uno de los medios más factibles para prevenir los padecimientos crónicos y degenerativos. De igual manera, dado que el organismo se adapta al ejercicio físico dando manifestaciones que pudieran considerarse anómalas, aunque realmente no lo son, se hace imperativa la necesidad de analizar y revalorar la forma en cómo se califica a los varones entrenados, con relación a su capacidad cardiovascular, específicamente su respuesta presora, a fin de que sea coherente con su realidad.

Se desarrolló esta investigación porque se contaron con los recursos, la disponibilidad de tiempo y el apoyo por parte de la institución donde se efectuó y con los resultados obtenidos se podrán implementar acciones orientadas a la promoción de la actividad física para que se vean beneficiadas las personas sedentarias, en vista de que se puede anticipar a la aparición de la "muerte silenciosa"; de igual manera los varones entrenados, al hacer notar la necesidad de buscar una forma de valoración que no implique que se les considere como "anormal". Todo esto se desprende de la actuación del Licenciado en Enfermería y Obstetricia, (LEO), puesto que es menester de su desempeño el contribuir a la solución de los problemas en el área de la salud que afecten a las mayorías, así mismo la participación multiprofesional e interprofesional del LEO debe derivar en acciones concernientes a la prevención de las enfermedades, así como al tratamiento de los padecimientos de evolución previsible y que puedan resolverse mediante el uso de tecnologías y metodologías simplificadas y con énfasis en la prevención de la salud.¹³

1.4. UBICACIÓN DEL PROBLEMA.

El presente estudio corresponde a la investigación aplicada en al área de la biomédica, en el marco de la Medicina del Deporte, dentro del campo de la fisiología humana y propiamente de la fisiología del ejercicio, pues valora la respuesta cardiovascular de un individuo al ejercicio físico máximo. También se ubica en el área de la promoción y fomento a la salud de los adultos, dado que los hallazgos obtenidos orientaran en cuanto a programas específicos de prevención de enfermedades crónico-degenerativas como lo es la hipertensión arterial sistémica.

⁹ Chaney, R. H.. "Blood pressure at rest and during maximal dynamic and isometric exercise as predictors of systemic hypertension". *Am. J. Cardiol.* pp.1058-1061

¹⁰ Dlin, R. A. et. al. "follow-up of normotensive men with exaggerated blood response to exercise" *Am. Heart J.* pp. 316-320

¹¹ Jackson. Op. Cit. 263-268.

¹² Schager, B. R. "The importance of measurement of blood pressure at exercise" *Cardiovasc. Rev. & Rpt.* pp. 381-394

¹³ UNAM, ENEO "Plan de estudios de la Licenciatura en enfermería"

1.5.OBJETIVOS.

1.5.1. GENERAL.

Evaluar la respuesta presora en varones entrenados y no entrenados de 14 a 55 años de edad, por medios de una prueba de esfuerzo maximal, utilizando el protocolo de Bruce y compararlos entre sí.

1.5.2. ESPECÍFICOS.

1.5.2.1. Identificar el comportamiento de la respuesta presora en varones no entrenados y su relación con la carga de trabajo en METs

1.5.2.2. Identificar el comportamiento de la respuesta presora en los varones entrenados y su relación con la carga de trabajo en METs.

1.5.2.3. Comparar el comportamiento de la respuesta presora entre los grupos considerados en el estudio y contrastarla con los valores de referencia preestablecidos.

II. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

2.1. LA SALUD EN MÉXICO: Una nueva perspectiva.

2.1.1. LA TRANSICIÓN EPIDEMIOLÓGICA.

El fenómeno de la transición epidemiológica se caracteriza por un cambio en la frecuencia de enfermedades crónico-degenerativas y la disminución de la mortalidad por enfermedades infecciosas¹⁴ Esto es a consecuencia del rápido crecimiento de los asentamientos urbanos, por los niveles educativos, cada vez más altos, de la mujer; por el saneamiento básico y los cambios en las condiciones de vida, por los hábitos y costumbres de las sociedades urbanas e industrializadas, en todo el mundo incluyendo México.¹⁵

En nuestro país, la transición epidemiológica señala cambios importantes, referente a la mortalidad; para 1922 el 1.5% del total de las defunciones correspondió a enfermedades crónico-degenerativas y para 1992 llegó al 53%.¹⁶ La tendencia registrada durante los últimos años muestra un aumento en la participación porcentual de las muertes en mayores de 65 años y el incremento continuo de los niveles de mortalidad por padecimientos como enfermedades del corazón, diabetes mellitus, enfermedad vascular cerebral, enfermedad renal, cáncer, cirrosis hepática, úlcera gástrica y duodenal y síndrome de dependencia al alcohol.

Para 1992 las enfermedades del corazón fueron la principal causa de defunción en todo el territorio mexicano, principalmente la zona norte. En ésta el Infarto Agudo al Miocárdio (I.A.M.) fue la primera causa de muerte; además se presentaron los mayores índices de mortalidad por enfermedad vascular cerebral, en tanto que las enfermedades renales lo son en la zona centro. Dentro de los padecimientos degenerativos, las tasas de mortalidad más elevadas por tumores corresponden a la región norte.

La transición demográfica, sustrato de la epidemiológica, tiene como característica un patrón en el que la población inicia un proceso gradual de envejecimiento, resultado de la mayor esperanza de vida y la menor fecundidad; este patrón es terreno idóneo para padecimientos crónicos, especialmente las cardiopatías, la hipertensión arterial sistémica (HAS) y la diabetes mellitus (DM).¹⁷

2.1.2. LAS ENFERMEDADES CRÓNICAS EN EL MUNDO.

En el ámbito mundial, las enfermedades crónicas muestran un patrón que concuerda con el grado de desarrollo económico alcanzado por los distintos países; mientras que en los países pobres el 40% de las muertes se presenta en menores de 15 años y se debe principalmente a enfermedades infecciosas y parasitarias, en los países económicamente desarrollados más

¹⁴ SS. "Los retos de la transición: hipertensión diabetes y enfermedades cardiovasculares" p.9

¹⁵ SSA. Compendio histórico, Estadísticas vitales 1893-1992, México, 1993.

¹⁶ Frenk, J., J. L. Bobadilla. Et al. "Health transition in middle income countries: new challenges for health care", *Health Policy and Planning*. pp. 29-39.

¹⁷ SS. Perfiles estadísticos, núm. 5. Enfermedad cardiovascular. 1992.

de dos tercios de la mortalidad tienen lugar entre mayores de 65 años y el 53% de la mortalidad se debe a enfermedades crónicas y degenerativas, y sólo el 7% a enfermedades infecciosas. Sin embargo, aun en los países pobres 17% de la mortalidad general es provocada ya por enfermedades crónicas.¹⁸ Dentro de este grupo de enfermedades se considera que se originan por la adopción de "estilos de vida" propios de países económicamente desarrollados.

Las investigaciones del Centro de Estudios en Poblaciones y Salud (CEPS) de la Secretaría de Salud revelan que, a mayor marginalidad, la probabilidad de muerte se puede duplicar y, en algunos casos, triplicar. Esta inequidad en la mortalidad es un fenómeno de importancia, pues la velocidad de la transición en México es considerable y ha permitido contrastes en las condiciones de salud: mientras que en las grandes urbes la transición puede ser un "*fenómeno concluido*", en las poblaciones pequeñas y atomizadas la relevancia de los procesos infecciosos como causa de muerte es aún significativa. Por otra parte, la mortalidad por enfermedades crónicas aún padecen subregistros de importancia, en especial las patologías que son sustrato de otros padecimientos o que pueden asociarse a ellos; este fenómeno se da en todos los países.

Lo anterior justifica en México un nuevo sistema de salud dado que en todos los ámbitos de la vida, económica, social y política, el país se está renovando; la extensión, profundidad y rapidez de estos cambios revelan que se está pasando por un proceso crítico de *transición*.

A medida que el país se transforma, el sistema de salud debe hacerlo también; el avance económico, el bienestar social y la estabilidad política dependen de la buena salud. No puede haber progreso general sin un sistema de salud que atienda a las legítimas aspiraciones de toda la población. El actual sistema que surgió hace más de 50 años respondió a las exigencias de su tiempo; la transformación económica y social del país ha dejado atrás a muchas instituciones creadas entonces. Al tiempo que se consolidan sus fortalezas, las instituciones deben ahora superar los obstáculos que aún debilitan su desempeño.

El sistema de salud enfrenta fuertes presiones, en primer lugar, el perfil de enfermedades se ha vuelto más complejo que nunca. Nuestro país, padece el traslape de dos retos: primeramente, debe terminar con el rezago representado por las enfermedades del subdesarrollo, tales como las infecciones comunes, la desnutrición, las muertes maternas y otros; en segundo lugar debe enfrentar los problemas emergentes asociados a la industrialización y la urbanización, tales como las enfermedades cardiovasculares, cáncer, entre otras.

Además de la mayor complejidad epidemiológica en México se han suscitado una serie de cambios económicos, educativos, culturales y tecnológicos que apuntan, todos, hacia un incremento muy importante en la demanda por servicios de salud durante los próximos años. Como reflejo de este proceso, la inversión en salud ha ido aumentando; según un cuidadoso análisis realizado por la Fundación Mexicana para la Salud, en 1992 nuestro país invertía en materia de salud alrededor del 5.5.% del PIB¹⁹ Ello representa una cantidad muy importante de recursos financieros, aproximadamente 18 mil millones de dólares anuales.

¹⁸ Mackay, J., "Heart and minds" en Simón y Shuster, comps., *The State of Health, Atlas*, Hong Kong, pp.94,95,

¹⁹Frenk, Julio. "Hacia un México saludable" en Nexos. 1994 p.54

Los servicios de salud tienen una naturaleza dual: La primera, constituyen un componente fundamental del bienestar social; La segunda, forman un creciente sector de la economía. La forma en como se esté estructurando el sistema de salud serán las repercusiones sobre las variables críticas para la economía, para la formación del capital humano, la productividad, el empleo y la competitividad. Además la buena salud es una condición indispensable para que exista una auténtica igualdad de oportunidades.

2.1.3. ENFOQUE PREVENTIVO.

Para renovar la salud no basta lograr un consenso negativo sobre las carencias y la deficiencias que deben corregirse. Se debe crear un consenso pero positivo sobre los cambios específicos que pueden llevar al sistema de salud hacia una etapa superior de desarrollo, teniendo siempre en cuenta la salud del sujeto. En suma, nuestro país se encuentra en un momento quizás irrepentible, en el que todos los que realmente deseen mejorar la salud saldrán ganando. Además de su valor propio, la salud de una nación es un indicador preciso del grado en que se promueve el desarrollo o se tolera la injusticia. Por su sentido concreto ligado a la experiencia humana- al dolor y la enfermedad, a la vida y la muerte- el campo de la salud ofrece un espacio privilegiado donde se refleja la responsabilidad del gobierno y la sociedad por el bienestar.

México no puede permitirse llegar al fin del milenio sin haber alcanzado niveles aceptables de equidad en las condiciones de vida. En su esencia, la salud toca los más profundos valores de una sociedad, los que tienen que ver con la dignidad humana. Como en pocos campos estos valores son compartidos por prácticamente todos los grupos de la sociedad. La salud puede ofrecer, por lo tanto, un puente para la concordia y la paz entre todos los mexicanos.

Como se ha visto, las enfermedades crónico-degenerativas constituyen un problema de salud pública de orden prioritario en México, por lo que resulta indispensable para los funcionarios públicos, las autoridades sanitarias y los responsables de los procesos operativos, un conocimiento adecuado e información oportunos, en las tendencias de dichas enfermedades, así como su prevención. Estas enfermedades crónico-degenerativas, son padecimientos de larga duración en las que la prevención primaria, a través de la modificación de los estilos de vida actuales por unos más saludables, es la única opción financiera viable para los servicios de salud.

Ante este panorama epidemiológico y demográfico, el principal objetivo para la salud en el año 2000 es el reducir las muertes, enfermedades e incapacidades prevenibles mediante hábitos más saludables. Uno de estos primeros objetivos será el estimular el ejercicio físico constante de cada uno. Se espera que el personal del área de la salud oriente sus acciones hacia la prevención y hacia un mejor mantenimiento, más que hacia el mero tratamiento de los problemas que se les plantean.

La actividad física es una de las máximas prioridades de la promoción de la salud. El viejo refrán "*sino se usa se pierde*" es totalmente válido, puesto que una vida sedentaria no conduce a una buena salud a ninguna edad. Lo importante es que el personal de la salud se involucre en forma activa con la comunidad y que haga ver la importancia del ejercicio físico en la prevención de las enfermedades y las incapacidades y en la mejoría de la calidad de

vida. Desde los pediatras hasta los geriatras, se debe reconocer que el "ponerse en forma" puede conseguir que una persona sea más sana, feliz y completa.

El personal médico debe convencerse y convencer a sus pacientes a hacer de la actividad física una parte normal de sus vidas y realizarla en forma cotidiana, como el lavarse los dientes o cepillarse el pelo. *Se puede disfrutar de los beneficios de una salud mejor y ser feliz cada día de nuestra vida si se hace del ejercicio un hábito.*

2.2. ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD.

2.2.1. EJERCICIO VS. SEDENTARISMO.

El modo de vida de los habitantes de las grandes metrópolis es cada vez más estresante: ruidos, contaminación, prisas, exigencia laboral y académica y sobre todo el sedentarismo. Es esta falta de movimiento la que hace que se desarrollen enfermedades hipocinéticas; no obstante, que se ha demostrado que el llevar un estilo de vida físicamente activa mejora el estado de salud. El ejercicio regular, origina cambios en el cuerpo humano de forma específica y relativamente predecibles. Dichas adaptaciones se producen a nivel central y periférico que incluyen cambios estructurales, bioquímicos y hormonales, entre otros.

La actividad física influye positivamente en el individuo, haciéndole sentir bien, mejorando su salud, aspecto y capacidad física y de relajación. A parte de los beneficios orgánicos, existen los psicológicos, desafortunadamente a pesar de la antigüedad del precepto "*Mens sana in corpore sano*" son pocos los estudios dedicados a probar las hipótesis relativas a los aspectos psicológicos del ejercicio. No obstante, se ha demostrado que el ejercicio tiene una repercusión importante en la psique y con ello en el abatimiento de ciertas situaciones tales como la depresión, la ansiedad, el nerviosismo, etc. El ejercicio es un antidepresivo eficaz, incluso más que la relajación o las actividades de entretenimiento²⁰. Los programas de ejercicio muestran una mejora de la actividad mental, incluso en los pacientes geriátricos.²¹

En los últimos años, se ha visto el desarrollo y globalización del concepto de "BIENESTAR", el cual se centra más en medidas preventivas que en terapéuticas y constituye un proceso continuo, un modo de vida.²² Esta forma de pensamiento surge a consecuencia de que en la actualidad las causas más importantes de muerte y de invalidez están en relación con nuestro estilo de vida; modificando de forma apropiada los hábitos se pueden reducir la incidencia de muerte y de invalidez.

Por tanto, el realizar una actividad física es un aliciente al alcance de la mayoría, para poder prevenir las enfermedades, sean de índole cardíaco, metabólico, articular, etc. Para ello, en el ejercicio al igual que en los medicamentos, existe una curva de dosis-respuesta que debe considerarse a la hora de desarrollar programas seguros, sensibles y eficaces para los que se inician en este menester. Se puede educar y motivar a las personas hacia una mejor salud:

²⁰ Anthony, Julie. "Aspectos psicológicos del ejercicio" en Clínicas de medicina deportiva. pp.184

²¹ Folkens, Ch, et al "Physical fitness training and mental health". *Am. Psychol.* pp.373-389

²² Van, Handel, Peter. "Evaluación previa a la puesta en forma" en Clínicas de medicina deportiva. pp.1,2

recordemos que el ejercicio es una actividad natural, después de todo el cuerpo fue diseñado para el movimiento. En una sociedad como la nuestra, donde los estímulos estresantes son constantes, es imperativo que el personal del área de la salud recomiende el ejercicio, siempre bajo bases fisiológicas y metodológicas, para reactivar lo que fue una parte instintiva integrante de la vida de muchos: *el movimiento*.

2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DE LOS DEPORTES MÁS COMUNES EN FUNCIÓN DEL TRABAJO QUE REQUIEREN.

Los deportes en el marco de la actividad física general cumplen el doble objetivo de ocupación del tiempo libre y promoción de la salud, en especial la de tipo cardiovascular. La clasificación de los deportes más comunes en función de la respuesta cardiovascular que desencadenan es difícil de establecer debido a los factores que intervienen en torno a cada uno de ellos. Es necesario el definir que es trabajo dinámico y trabajo isométrico, a fin de tener en mente estos conceptos a lo largo el presente estudio.

2.2.2.1. TRABAJO DINÁMICO.

Los términos "*aeróbico*", "*isotónico*" y "*dinámico*" se utilizan como sinónimo para referirse a una actividad alimentada principalmente por la fosforilación oxidativa (*aeróbica*) que es realizada contra una carga constante (*isotónica*) y en la cual intervienen la contracción rítmica de los grupos musculares flexores y extensores (*dinámica*).²³ Para toda actividad dinámica de alto rendimiento de trabajo se utilizan ambas vías, la aeróbica y anaeróbica, para la producción de trifosfato de adenosina; por tanto, los términos "aeróbico" e "isotónico" son menos exactos que "dinámico" al referirse a la carga constante y movimientos que dependen del oxígeno. Las actividades con predominio dinámico son el caminar a paso vigoroso (jogging), nadar, practicar ciclismo, remar, la calistenia, trotar, realizar bailes rítmicos y lentos. Este tipo de trabajo requiere de demandas energéticas importantes y de un incremento en el VO₂ máximo, a expensas del volumen sistólico y de la frecuencia cardíaca que progresan de forma lineal en relación al esfuerzo, hasta un máximo nivel en donde se estabilizan ambas constantes.

2.2.2.2. TRABAJO ISOMÉTRICO.

Los términos "*anaeróbico*", "*isométrico*" y "*estático*" se refieren a las actividades alimentadas principalmente por la descomposición anaeróbica de la glucosa a lactato. Este ejercicio se realiza con una longitud relativamente constante del músculos (*isométrica*) y, en su forma pura, sin participación de movimiento (*estático*) contra una resistencia fija.

²³ Kirk, H. Hammond, et al, "Secuelas fisiológicas del ejercicio dinámico crónico" en Fisiología y fisiopatología del ejercicio físico. p.26

Las actividades predominantemente isométricas son el levantar pesas, empujar objetos pesados, empuñar objetos (ejemplo, raqueta), realizar carreras cortas, rápidas y súbitas; contraer repetida y continuamente pequeños grupos musculares (ejemplo, "lagartijas"), abrir y cerrar el puño reiteradamente, sin o contra resistencia (dinamómetros), practicar contracción muscular sostenida (ejemplo, jugar a las "vencidas").

La respuesta cardiovascular al esfuerzo agudo y a largo plazo son distintos en los tipos ya señalados. Es importante el remarcar que *son muy pocas las actividades en las que el trabajo sea dinámico o isométrico en su totalidad*; de ahí que se hable de "*predominio*" en la actividad física. Así mismo, hay que entender que la clasificación de la actividad física no es tarea fácil, puesto que el querer establecer dicha clasificación en las diversas disciplinas físicas en función de su repercusión orgánica es un problema más de función que de definición, sobre todo porque en ningún deporte se trabaja una cualidad física aislada.

2.2.3. ADAPTACIONES AL EJERCICIO.

Los diferentes programas de entrenamiento físico, cuando se aplica durante un período suficiente, provocan adaptaciones fisiológicas en el organismo que incrementan la capacidad funcional. Se hace necesario el diferenciar entre los que son las "*adaptaciones al ejercicio*" y las "*respuestas al ejercicio*".

Las adaptaciones son cambios que aparecen a largo plazo, que tardan más tiempo en desaparecer y que se pueden manifestar incluso en reposo; entenderemos como respuestas todas las modificaciones agudas e inmediatas que experimentan los sistemas fisiológicos ante un estímulo (en este caso, la realización de una actividad física)²⁴ y que desaparecen rápidamente después de finalizado el mismo.

Las adaptaciones, producto del entrenamiento se pueden clasificar en aquellas que se producen a nivel tisular, es decir, los *cambios bioquímicos* y las que ocurren a nivel sistémico, fundamentalmente *cambios cardiocirculatorios y pulmonares*, así como en otros cambios generales, en los que se incluyen: *la composición corporal, los niveles de colesterol y triglicéridos, la aclimatación al calor y tejidos conectivos*.

²⁴López, Chicharro, J. "Fisiología del ejercicio" p. 265.

I. CAMBIOS GENERALES:

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Cambios aeróbicos | ↑ Contenido de mioglobina
↑ Tasa de oxidación de hidratos de carbono
↑ Oxidación de grasas ²⁵
↓ Producción de ácido láctico.
↑ Capacidad del sistema de los fosfágenos |
| 2. Cambios anaeróbicos | ↑ Capacidad glucolítica
↑ Producción de lactato |

II. CAMBIOS CARDIOCIRCULATORIOS Y PULMONARES

- | | |
|--|--|
| 1. Cambios cardiocirculatorios | ↑ Tamaño cardíaco
↓ Frecuencia cardíaca
↑ Volumen sistólico
↑ Volumen sanguíneo
Hipertrofia músculoesquelética
↓ T/A: principalmente en sujetos con cifras límite o con HTA moderada. ^{26 27 28} |
| 2. Cambios respiratorios ²⁹ | ↑ Volumen corriente y frecuencia respiratoria
↑ Eficacia respiratoria
↑ Capacidad de difusión pulmonar
↑ Flujo sanguíneo pulmonar
máxima; ↑ ventilación máxima |

²⁵ Ellestand. "Pruebas de esfuerzo". pp.27-29

²⁶ Gordon, N, F, et al, "Exercise and mild essential hypertension". *Sports. Med.* pp.390-404

²⁷ Nelson, L; et al, "Effect of changing levels of physical activity on blood and haemodynamic in essential hypertension" *Lancet* pp.473-476

²⁸ Van Hoof, Roger, et al, "Effect of endurance training on blood pressure at rest, during exercise and during 24 hours in sedentary men" *Am J. Cardiol.* pp.945-948

²⁹ López Ch. Op. Cit. p.272,273.

III. OTROS CAMBIO GENERALES

1. Cambios en la composición corporal y somatotipo }
 - ↕ Grasa corporal total
 - ↕ Ligero del peso magro
 - Minimas modificaciones del peso corporal
2. Cambios en los niveles de colesterol y triglicéridos
3. Cambios en la adaptación al calor³⁰
4. Cambios en el tejido conectivo }
 - a) Hueso: efecto estimulante sobre el crecimiento
 - b) Ligamentos y tendones: refuerzo
 - c) Espesor del cartilago en todas las articulaciones

2.2.4. MÉTODOS UTILIZADOS PARA CUANTIFICAR LA INTENSIDAD DEL TRABAJO FÍSICO.

Actualmente se ha demostrado una relación inversa que existe entre la actividad física y la enfermedad cardiovascular. De igual manera, la evidencia confirma que se obtienen más beneficios en proporción al nivel de intensidad física, lo cual justifica la prescripción del ejercicio físico con criterios objetivos. La actividad física programada con el fin de realizarse en el tiempo libre y de promover la salud del sujeto, debe estructurarse a detalle, para evitar la presentación de complicaciones y reducir absentismo, situación frecuente, sobre todo cuando el entrenamiento no es de carácter competitivo. Para evitar estos riesgos, en el supuesto de que el nivel de actividad física sea superior a lo recomendado, o insuficiente, con lo que no se alcanzarían los beneficios esperados, se debe cuantificar la actividad en relación con el gasto energético, para ello es necesario el definir éste último.

2.2.4.1. GASTO ENERGÉTICO

El *gasto energético* basal se define como el gasto energético de un individuo en posición cómoda y relajada equivalente al *consumo de oxígeno de 3.5 ml/kg./min. ó 1kcal/kg.* Con la edad se produce una reducción del 2 % por década. Los factores ambientales (frío particularmente), el embarazo y la acción dinámica específica de los alimentos inciden sobre el ritmo metabólico basal.

La modificación del gasto energético más acusada se produce con la actividad física, varía con relación al tipo de ejercicio, la intensidad y, obviamente, con la duración. Si el ejercicio

³⁰ Ellestand, Op. Cit. pp.39-42

físico se realiza en condiciones ambientales desfavorables, frío o altas temperaturas, para una misma intensidad, el gasto energético es superior. En su determinación intervienen el gasto energético basal más el que produce la actividad que se desarrolla. Así el gasto neto se obtiene de restar al gasto energético total el gasto energético basal.³¹

El gasto energético de una actividad depende de sus características propias y de factores personales y ambientales. El consumo energético en reposo varía entre 200-250 ml/min. de oxígeno. El cociente entre el consumo de oxígeno por kilogramo de peso equivale al gasto energético por kilogramo y minuto. Así por ejemplo, si el VO₂ de una persona de 60 kg. es de 220 ml/min. , el *equivalente metabólico* es de 3.6 ml/kg./min. (1 MET) Una persona de 70 kg. consume una cantidad de oxígeno algo mayor, por ejemplo 250 ml/min. y el equivalente resultante es 3.5 ml/kg./min. Un MET (unidad fisiológica) equivale a una kcal/min.³² El consumo de 1000 ml/min. equivale a 5 kcal/min. y el de 200 ml/min. a 1 kcal. Así pues desde el punto de vista práctico se establece que 1 MET equivale a 1KCAL/MIN.³³

La actividad física que exige cierto trabajo laboral puede representar un gasto energético suficiente para obtener beneficios para la salud. El pasar de un estilo de vida sedentaria físicamente activa significa una mejora en la salud general y específicamente cardiovascular. Se ha demostrado la relación inversa entre la actividad física y enfermedad cardiovascular. Así mismo, el beneficio es más acusado al incrementar el nivel de actividad física; una vez que se ha conseguido el propósito de implantar la actividad física en el estilo de vida, en una persona sedentaria, la etapa que sigue es el promover un nivel de actividad lo suficiente para obtener los beneficios deseados.

2.3. PRUEBAS DE ESFUERZO.

El cuerpo humano trabaja habitualmente con una pequeña parte de la capacidad funcional de sus órganos. No obstante, éstos poseen una gran reserva funcional. Mediante el ejercicio físico se puede estudiar la reserva funcional del organismo en su conjunto o, incluso, de sus órganos permitiendo evaluar las posibilidades adaptativas de las diferentes funciones de éstos.

2.3.1. ¿QUÉ ES UNA PRUEBA DE ESFUERZO?

Es el estudio de la reserva funcional del organismo a través de la medición de funciones biológicas, las cuales se ponen en marcha durante la realización de ejercicio físico; por consiguiente, *la valoración funcional estudia la adaptación funcional del organismo sometido a un esfuerzo físico determinado*. Ello se realiza mediante diferentes *test funcionales* o *pruebas de esfuerzo*.

³¹ Serra, G, J., "Prescripción de ejercicio físico" pp.119,120

³² Férrez. Op Cit. P 99

³³ Serra, G, J., Op. Cit. p.121

2.3.2. OBJETIVOS DE LA VALORACIÓN FUNCIONAL EN MEDICINA DEL DEPORTE.

2.3.2.1. OBJETIVOS GENERALES:

1. Evaluar la adaptación y capacidad funcional del sistema cardiovascular y respiratorio.
2. Determinar el nivel de aptitud de base
3. Estudio del perfil fisiológico.

2.3.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Valoración de un determinado programa de entrenamiento
2. Detección de talentos.
3. Optimización y control del entrenamiento.

La valoración funcional del deportista debe evaluar la adaptación funcional del organismo al ejercicio, si el gasto deportivo se produce de forma específica (*prueba de laboratorio*) o si el registro se obtiene directamente en el campo deportivo (*prueba de campo*)³⁴.

En cardiología, las pruebas de esfuerzo tienen como objetivo la valoración de la capacidad funcional del paciente cardiópata, el estudio de la actividad eléctrica miocárdica y función cardiovascular en respuesta al ejercicio físico.

2.3.3. INDICACIONES DE LA PRUEBA DE ESFUERZO EN CARDIOLOGÍA

- * Confirmación diagnóstica de cardiopatía isquémica.
- * Evaluación de la capacidad funcional ante cardiopatías.
- * Valoración - pronóstico a corto plazo de infarto de miocardio.
- * Evaluación de pacientes asintomáticos mayores de 40 años con factores de riesgo coronario
- * Valoración de la respuesta cardiovascular en diferentes cardiopatías.

En suma, la valoración funcional tanto en cardiología como en medicina del deporte está basada en la realización de pruebas de esfuerzo con el objetivo de someter al organismo un estrés físico, que facilite su control y permita cuantificarlo mediante la determinación de una serie de variables biológicas - frecuencia cardíaca, tensión arterial, consumo de oxígeno, lactacidemia - y parámetros mecánicos - trabajo, velocidad, revoluciones.

2.3.4. INTERÉS DE LA VALORACIÓN FUNCIONAL PREVIA A LA PRÁCTICA DEPORTIVA

Con el incremento en el número de deportistas recreativos y el alto nivel de exigencia requerido en las sesiones de entrenamiento de ciertos deportes ha supuesto una mayor demanda para el personal médico, tanto para certificar la aptitud para la práctica deportiva,

³⁴ Serra Grima, Op Cit. p29

como para realizar un seguimiento de ésta.

Con la promoción que al deporte se le está dando, actualmente cada vez son más los adeptos por parte de la población general que practican algún tipo de actividad física

El personal del área de la salud de atención primaria y ocasionalmente los especialistas en cardiología son los que valoran la aptitud para la actividad física; no obstante, la gran mayoría de ellos no han seguido una formación específica en medicina del deporte. Es un hecho destacable, en la actualidad, que el personal de salud en el primer nivel de atención prescriben y aconsejan cada vez más ejercicio físico en programas de prevención primaria, secundaria y terciaria. Ello es especialmente cierto y frecuente frente a cuadros de obesidad, hipertensión, diabetes mellitus, dislipidemias, cardiopatía isquémica, insuficiencia respiratoria, osteoporosis e incluso ciertas neurosis. Lo recomendable es realizar un examen médico en todos aquellos grupos de población que presentan mayor morbilidad; éstos comprenden a hombres y mujeres mayores de 40 y 50 años respectivamente, grupos que presenten dos o más factores de riesgo cardiovascular o sujetos que refieran clínica sugestiva de disfunción cardiorrespiratoria o metabólica.

FACTORES DE RIESGO CORONARIO *

TAS > 160mmHg ó TAD > 90mmHg; con o sin medicación antihipertensiva

2. Colesterol total > 240mg/dl

3. Diabetes mellitus

4. Historia de cardiopatía isquémica en familiares < 55 años

* De *American College of Sports Medicine (1991)*

CLÍNICA SUGESTIVA DE DISFUNCIÓN CARDIOPULMONAR O METABÓLICA *

1. Dolor o sensación de malestar en tórax

2. Dificultad respiratoria durante ejercicios de intensidad moderada o baja.

3. Mareo o síncope

4. Ortopnea o disnea paroxística nocturna

5. Edema distal

6. Palpitaciones o taquicardia

7. Claudicación periférica

8. Hallazgos auscultatorios torácicos

* De *American College of Sports Medicine (1991)*

Dado que el ejercicio físico tiene un potencial muy variado (lesiones musculares, tendinosas y óseas; disfunciones endocrinas, alteraciones por calor y accidentes cardiovasculares), para minimizar al máximo dichos riesgos y poder disfrutar de cualquier actividad deportiva con garantía de salud, se aconseja:

1. Un control médico deportivo que incluye una valoración funcional y cardiológica que permite realizar un buen cribaje de la población de riesgo, así como cuantificar el nivel de aptitud de base.

2. Un seguimiento de programa progresivo de ejercicio físico atendiendo a los principios básicos del entrenamiento

3. Prescribir una serie de normas higiénico-dietéticos.

2.3.5. PROTOCOLOS SEGÚN NIVELES DE ACTUACIÓN

En el momento en que una persona entra en contacto con un programa deportivo o desea realizar una actividad física requerirá no sólo una valoración funcional y cardiológica sino también una revisión médica básica. Esta debe incluir la anamnesis, la exploración física completa, espirometría, electrocardiograma (ECG) y prueba de esfuerzo. Estas exploraciones tienen como objetivo el detectar anomalías que puedan ser candidatas de aconsejar o desaconsejar un determinado deporte o actividad física y permitan establecer puntos de referencia para valorar posteriormente la evolución físico - psíquica del deportista o del paciente.

Es importante la obtención de un ECG durante la prueba de esfuerzo, dado que permita detectar un número significativo de población adulta con anomalías que no presenten en el ECG de reposo. La presencia de signos dudosos aconseja solicitar estudios más sofisticados, donde con ciertas técnicas como la ecocardiografía puedan detectarse hipertrofias, crecimientos de cavidades, disfunciones o alteraciones estructurales valvulares, alteraciones en la contractilidad miocárdica, o incluso permite el estudio de los flujos y volumen en sanguíneos intracardíacos (eco - Doppler).

2.3.6. SENSIBILIDAD, ESPECIFICIDAD Y VALOR PREDICTIVO DE LAS PRUEBAS DE ESFUERZO.

Se entiende por *sensibilidad* a la capacidad de identificar a aquéllos sujetos que padecen enfermedad. Por ejemplo, en el caso que una prueba de esfuerzo los resultados serán considerados positivos para isquemia miocárdica cuando existan cambios en el ECG que sugieran la presencia de ésta. La *especificidad* hace referencia a la habilidad de identificar a aquéllas personas que no tienen la enfermedad en cuestión. *Valor predictivo* significa la probabilidad de que los resultados reflejen la presencia de la enfermedad

Es recomendable realizar una prueba de esfuerzo previa a la prescripción de un programa de ejercicio físico en aquellos grupos poblacionales que presenten factores de riesgo cardiovascular. Todo ello es cierto incluso si el ejercicio físico deseado represente un nivel de intensidad moderado (40-60% del VO_2 max.)³⁵

2.3.7. BASES METODOLÓGICAS DE LA PRUEBA DE ESFUERZO.

La práctica de una prueba de esfuerzo debe seguir unas normas metodológicas muy estrictas para obtener datos válidos. No debe olvidarse que el riesgo global de complicaciones es muy

³⁵ Fdez, Op Cit. pp164-186

bajo en la población general (1 ó 2 accidentes cardiovasculares graves por cada 10,000 pruebas). En el caso de pruebas realizadas en deportistas el riesgo es menor. No obstante, se debe informar previamente a la persona y a sus familiares las ventajas y los riesgos de dicha exploración, así como de las normas que han de seguirse antes de la realización de ésta.

2.3.7.1. CONDICIONES PREVIAS A UNA PRUEBA DE ESFUERZO

1. No realizar actividad física exhaustiva durante las 24 horas previas.
2. Abstenerse de tomar bebidas alcohólicas y estimulantes (café, té, refresco de cola, etc.). Así como de fumar el mismo día de la exploración.
3. El desayuno o comida deben ser ligeros y espaciarse dos o tres horas de la prueba.
4. En el caso de estar bajo tratamiento farmacológico, es necesario comunicarlo al equipo médico días antes.
5. En deportistas es aconsejable la familiarización con el equipo.

2.3.7.2. FACTORES A CONSIDERAR DURANTE LA MONITORIZACIÓN.

Durante la realización de una valoración funcional es básico determinar y valorar ciertos factores ambientales, tales como: temperatura, humedad, luz y ruidos y en ocasiones la presión barométrica. Las variaciones de estos factores afectan significativamente la respuesta del organismo al esfuerzo físico, en especial el de nivel máximo o prolongado.

2.3.7.3. REQUISITOS IMPRESCINDIBLES PARA LA REALIZACIÓN DE UNA PRUEBA DE ESFUERZO.	
1. FACTORES ESTRUCTURALES	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere un mínimo de dos especialistas por prueba (médico y personal de enfermería). • Una superficie mínima de 10 m² permite trabajar con comodidad y disponer del espacio necesario para efectuar maniobras de reanimación. • Equipo completo de resucitación cardio-pulmonar y fármacos de soporte necesarios para ello o cualquier otro evento que pudiera ocurrir.
2. FACTORES AMBIENTALES	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura entre 20° y 23°C • Humedad relativa entre 45 y 65 % • Ruido ambiental mínimo. • Buena aireación durante las estaciones de calor.
3. OTROS FACTORES	<ul style="list-style-type: none"> • Haber comido tres hora antes • Misma hora del día • Ropa cómoda

2.3.7.4. CRITERIOS DE FINALIZACIÓN DE UNA PRUEBA DE ESFUERZO

<ul style="list-style-type: none"> • Agotamiento • Disnea • Mareo • Dolor torácico • Claudicación periférica • Falta de motivación 	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalias ECG (signos de isquemia, trastornos del ritmo, aparición de bloqueos de conducción) • Caída de la TAS • Taquipnea • Palidez, frío o cianosis • TAS. > 10mmHg/MET. • TAD. > 5mmHg/MET
--	---

2.3.7.5. CONTRAINDICACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE UNA PRUEBA DE ESFUERZO

ABSOLUTAS	RELATIVAS
<ul style="list-style-type: none"> • Poca colaboración • Enfermedad no controlada • IAM en fase aguda • Angina inestable • Miocarditis o pericarditis reciente • Arritmia cardíaca potencialmente grave • Aneurisma disecante de aorta • Estenosis aórtica severa • Insuficiencia cardíaca congestiva • Cor pulmonale • Tromboflebitis grave • Desequilibrio hidroelectrolítico (p.ej. acidosis diabética) • Anemia severa (Hb inferior a 9 g/dl) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bloqueo AV de 2° ó 3° grado • Hipertensión arterial (HTAS > 200mmHg y/o HTAD > 110 mm/Hg) • estenosis aórtica moderada • Anemia • Marcapasos artificial a frecuencia baja

2.3.8. MATERIAL EMPLEADO EN LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE ESFUERZO

2.3.8.1. ERGÓMETROS:

Los ergómetros son instrumentos específicos de valoración funcional, basados en el principio de simular el gasto biomecánico más específico de la actividad física habitualmente realizada. Son aparatos que permiten medir el esfuerzo en unidades de potencia (vatios) velocidad (km./h) o trabajo (julios). Si bien no existen ergómetros que reproduzcan todas las especialidades deportivas en la mayoría de las ocasiones los ergómetros más utilizados permiten el estudio de la reserva funcional de cualquier persona.

2.3.8.1.1. Cintas ergométricas (banda sin fin)

Son los ergómetros actualmente más utilizados tanto en el laboratorio de fisiología del ejercicio como en el departamento de pruebas de esfuerzo clínicas. Entre las *ventajas* que ofrece destacan el que reproduce las actividades naturales del Ser Humano como el caminar

o correr; por lo tanto son aplicables a prácticamente todo los grupos de población. Las desventajas son el costo elevado consumo de alto amperaje, difícil transporte por su gran peso y dificultad en la medición de la TA especialmente en la TAD, así como en la obtención de pruebas de sangre.

2.3.8.2. Electrocardiógrafos y osciloscopios.

Son aparatos fundamentales para el estudio del comportamiento de la frecuencia cardíaca (FC) y la actividad eléctrica miocárdica (ECG) durante el reposo y el esfuerzo físico. Debe utilizarse las 12 derivaciones en aquéllos sujetos que presenten factores de riesgo cardiovascular, cardiopatías o en pruebas diagnósticas. En medicina del deporte suelen utilizarse en los registros ECG de una sola derivación precordial (CM5); así como los pulsómetros o cardiotácometros, los cuales permiten un registro continuo de la F.C. parámetro muy útil en el control y seguimiento de la adaptación al entrenamiento del deportista. La información puede quedar almacenada en memoria graficándose y comparándose posteriormente con anteriores registros del mismo deportista.

2.3.8.3. Ergoespirómetros.

El estudio de la función pulmonar es fundamental en la valoración funcional tanto en deportista de alto nivel como en pacientes afectados de algún tipo de cardiopatía y/o neumopatía. Los métodos indirectos de valoración funcional en los que la potencia aeróbica se calcula con tablas de referencia (en cinta ergométrica o cicloergómetro) son válidos.

2.3.8.2. PROTOCOLOS.

Existen numerosos protocolos debido a las distintas combinaciones posibles de diseño (velocidad, revoluciones, pendientes, duración) Estos deben adecuarse siempre a las características físicas individuales y/o deportivas del sujeto y obtener información más completa en cada caso. Por consiguiente, se debe seleccionar aquella prueba que presente la mayor especificidad, sensibilidad y/o repetitividad. Son básicamente de dos tipos:

2.3.8.2.1. Pruebas triangulares.

Incrementos progresivos de la intensidad de carga con la finalidad de alcanzar el máximo nivel de consumo de oxígeno. Las pruebas de corta duración son utilizadas para el cálculo del VO₂ max. y las de mayor duración (tipo rampa de escalón corto) para el calculo del umbral anaeróbico ventilatorio.

2.3.8.2.2. Pruebas rectangulares.

Cargas constantes durante un tiempo determinado. Dependiendo de su intensidad son útiles para el cálculo de la resistencia aeróbica o anaeróbica, así como para el estudio de la eficiencia mecánica y economía energética.

Los protocolos comúnmente utilizados son el de Bruce, puesto que está considerado como el más adecuado para la valoración cardiológica de la población no entrenada, y el de Naughton; este se considera, sobre todo por su diseño, para la valoración funcional y

cardiológicas de niños, ancianos y pacientes con gran limitación funcional.

Las pruebas de esfuerzo representan el pilar de la valoración funcional, haciéndose necesaria una implicación multidisciplinaria entre fisiólogos, cardiólogos, biomecánicos, psicólogos, personal de enfermería que repercutirá, sin duda alguna, en el beneficio de los sujetos no entrenados o entrenados.

2.4. RESPUESTA CARDIOVASCULAR AL EJERCICIO.

La respuesta cardiovascular al ejercicio sigue el modelo general de respuesta al ejercicio³⁶ es decir, el desequilibrio o perturbación en la homeostasis provocado por el ejercicio es captado por distintos receptores, los cuales estimulan vías de respuesta compleja que transmiten señales a los distintos órganos blanco los cuales responden con cambios funcionales que intentan devolver la normalidad al medio interno. A este mecanismo se le conoce como "retroalimentación" ya que los cambios funcionales tratan de cambiar el medio ambiente celular hacia una condición opuesta - negativa a la que había generado el estrés físico, con el objeto de minimizar los cambios de la homeostasis producidos por el ejercicio.

El sistema cardiovascular se adapta a la mayor demanda metabólica del músculo esquelético; durante el ejercicio físico teniendo como propósito el adecuar la irrigación sanguínea de los músculos en contracción a las nuevas necesidades, es decir, aumenta el aporte de oxígeno y de nutrientes (sustratos metabólicos) necesarios para la generación de ATP. Mantener el equilibrio o regulación de la homeostasis mediante la eliminación de productos de desecho generados por el incremento de la actividad muscular y por último eliminar el calor generado por el trabajo muscular, es decir, colaborar en la termoregulación.

Las repuestas cardiovasculares al ejercicio son diferentes según el tipo de ejercicio desarrollado. El aumento del gasto cardíaco es el ejercicio estático se debe al incremento de la frecuencia cardíaca, pues el volumen sistólico disminuye sin un cambio sustancial de la resistencia periférica en relación con los valores de reposo. Por el contrario, en el ejercicio dinámico se produce un aumento del gasto cardíaco a expensas tanto del volumen de eyección como de la frecuencia cardíaca. (fig. 1)

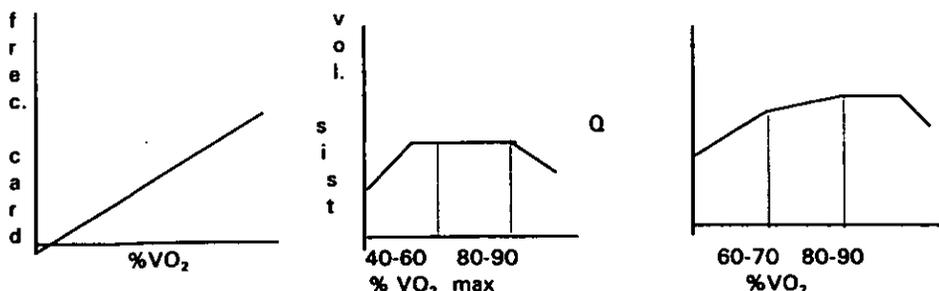


Fig. 1 Respuesta de la frecuencia cardíaca, del vol. sistólico y del gasto cardíaco el ejercicio dinámico incrementa

³⁶ López Ch. Op. Cit pp.129-133.

En el presente estudio sólo se hará mención a la respuesta cardiovascular durante el ejercicio dinámico, pues es el más recomendable y frecuente en su prescripción, ya que aunque en los programas de trabajo estático e isométrico son constantes en la readaptación funcional, las cargas con la que se trabaja son pequeñas no provocando dificultades en el aparato cardiovascular dignas de mención.

Entre los cambios funcionales cardiovasculares relativos al ejercicio se produce inicialmente - y antes del propio ejercicio- una *"respuesta anticipatoria pre-ejercicio"*, debida a la activación de la corteza motora y de las áreas superiores del cerebro, produciéndose un aumento del tono nervioso simpático. Esta respuesta vegetativa simpática es la responsable del inicio de la respuesta cardiovascular al ejercicio instaurando los sistemas compensadores casi instantáneamente, mediante un aumento de la FC (fig. 2) de la contractilidad miocárdica y de la tensión arterial pre-esfuerzo.

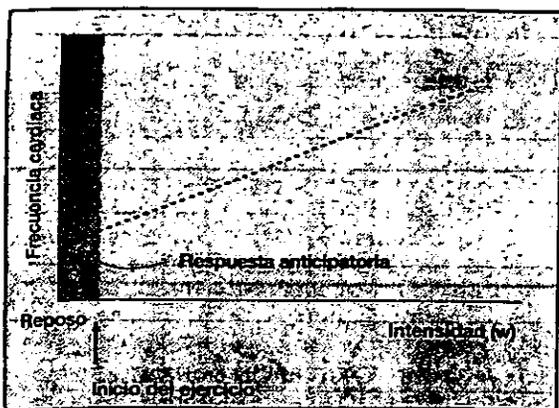


Fig. 2 Aumento inicial de la F.C. debido a la respuesta anticipatoria al ejercicio

2.4.1. MECANISMOS ASOCIADOS

Con el inicio del ejercicio se producen una serie de respuestas simultáneamente que se pueden clasificar en:

1. Respuesta regulada por mecanismos nerviosos
2. Respuesta regulada por mecanismos humorales
3. Respuesta hidrodinámica.

2.4.1.1. RESPUESTA REGULADA POR MECANISMOS NERVIOSOS

La respuesta del sistema cardiovascular está mediada por un aumento de la actividad nerviosa simpática y un descenso simultáneo de la actividad nerviosa del parasimpático.

Efectivamente, el ejercicio físico produce un aumento del tono simpático, provocado inicialmente por estímulos que proceden de la corteza motora y posteriormente por impulsos generados en los propioceptores de los músculos y tendones que participan en el ejercicio. Con el transcurso del ejercicio llegan estímulos al sistema vegetativo originados en el centro vasomotor, en los termorreceptores cutáneos y centrales, en los receptores pulmonares, información de las características de composición del medio (hipoxia, acidosis, hipercapnia, hipoglucemia) que contribuyen al aumento del tono simpático propio del ejercicio.

El hipotálamo es el lugar central de integración de la respuesta vegetativa, hacia este va dirigida la información de centros motores, percepción sensorial y sistema límbico (respuesta al estrés psico-físico que acompaña al ejercicio físico intenso). De aquí parten las instrucciones de la respuesta vegetativa y de la respuesta endocrina a través del eje hipotálamo-hipofisario del que depende la respuesta hormonal. El centro vasomotor está situado en el bulbo raquídeo y recibe información aferente de la corteza cerebral con escala en el hipotálamo, de los quimiorreceptores y de los barorreceptores carotídeo y aórtico, de vías nociceptivas y de los pulmones, siendo el propio centro vasomotor sensible a cambio locales de la presión parcial de oxígeno y anhídrido carbónico. La respuesta aferente adrenérgica se dirige a través de la médula espinal al corazón y vasos sanguíneos así como a la médula suprarrenal en donde se estimula la liberación de catecolaminas, las cuales por vía humoral actuarán también sobre receptores simpáticos (fig. 3) Así la respuesta simpática provoca una descarga adrenérgica por dos vías: vía neural, que actúa de forma rápida y breve; y una vía humoral de acción más lenta y sostenida.

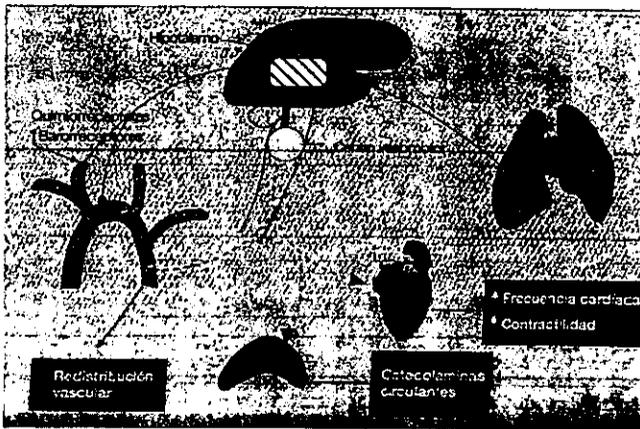


FIG. 3. Mecanismos que regulan la respuesta eferente simpática.

El control central está relacionado con la presencia de impulsos nerviosos descendentes de la

corteza motora hacia el área cardiovascular de la médula espinal. Este control comienza simultáneamente con la orden motora de los músculos ejercitantes y justifica la llamada *respuesta anticipatoria al esfuerzo físico*. Este aumento de la actividad nerviosa simpática provoca una liberación de noradrenalina (NA) a nivel del nodo sinoauricular, lo que provoca un aumento de la frecuencia cardíaca. A la vez al disminuir la actividad parasimpática desciende la liberación de acetilcolina en el nodo sinoauricular lo que contribuye a una respuesta aún más rápida en el inicio del ejercicio. La liberación de NA en otras zonas del corazón provoca un aumento de la contractilidad del miocardio, dando como resultado un aumento del volumen sistólico; este aumento de la actividad simpática causa al mismo tiempo una redistribución del gasto cardíaco, provocando la vasodilatación en los territorios metabólicamente activos (músculo-esquelético ejercitante), y vasoconstricción en los territorios inactivos, lo cual hace que aumente la *tensión arterial sistólica* durante el trabajo físico.

El control nervioso reflejo se produce después de que comienza la contracción muscular, produciendo un aumento de la tensión muscular o el inicio el movimiento articular. Los impulsos nerviosos se originan en receptores que se encuentran en músculos y articulaciones, llamados *ergorreceptores*. Un tipo de ergorreceptor es sensible a los efectos mecánicos de la contracción muscular, y son denominados *mecanorreceptores*, cuya información viaja por las fibras nerviosas tipo III hasta el área cardiovascular de la médula espinal, de forma colectiva, tanto los impulsos del comando central como los del reflejo periférico condicionan la respuesta simpática durante el esfuerzo. El segundo tipo de ergorreceptores son los llamados *metabolorreceptores*. Estos evalúan la efectividad del flujo de sangre con relación al aumento de la demanda metabólica. Los efectores nerviosos de estos receptores son terminaciones nerviosas libres, conduciendo sus impulsos por fibras tipo IV que viajan junto con las de tipo III de los mecanorreceptores hasta el centro cardiorrespiratorio.

Los efectos del sistema nervioso simpático sobre el sistema cardiovascular son: (Fig.4) Sobre el corazón la estimulación simpática tiene un efecto activador. Aumenta la frecuencia cardíaca (*efecto cronotrópico positivo*), la velocidad de conducción del estímulo por el miocardio (*efecto dromotrópico positivo*) y también la fuerza de contracción (*efecto inotrópico positivo*) y en consecuencia la fracción de eyección y el volumen minuto. En suma se produce un incremento del gasto cardíaco y de la tensión arterial sistólica. Sobre los vasos sanguíneos produce una modificación de las resistencias vasculares periféricas. Tiene un efecto constrictor en los territorios inactivos y vasodilatador en territorios musculares activos, es decir, permite una *redistribución del flujo sanguíneo* hacia las áreas con mayor demanda de oxígeno y nutrientes. La respuesta simpática activa también el eje hipotálamo-hipofisiario iniciando la respuesta endocrina al ejercicio; a través del sistema renina-angiotensina-aldosterona y hormona antidiurética (ADH) se controla la TA. La respuesta adrenérgica también tiene un papel importante en la respuesta ventilatoria al ejercicio aumentando la ventilación y la frecuencia respiratoria; y en la termorregulación aumentando la secreción de sudor y mediante un efecto de vasodilatación cutánea cuando se incrementa la temperatura del medio interno (inicialmente el ejercicio produce vasoconstricción).

Al cesar el ejercicio desaparece de forma inmediata el predominio simpático y reaparece el predominio parasimpático propio de la situación de reposo, lo cual produce, entre otros efectos, una reducción de la FC hasta recuperar los niveles pre-ejercicio.

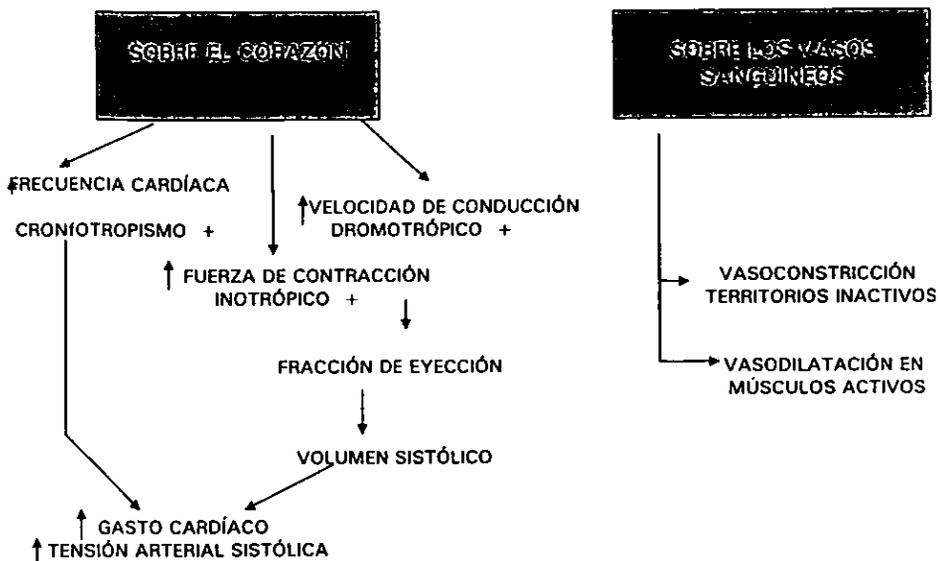


FIG. 4 Efectos del sistema nervioso simpático sobre el sistema cardiovascular

2.4.1.2. RESPUESTA REGULADA POR MECANISMOS HUMORALES: TISULARES Y HORMONALES.

Durante la realización de un ejercicio se produce a nivel tisular en los músculos activos un aumento en la producción de anhídrido carbónico, una disminución de la presión parcial de oxígeno arterial y tisular y una disminución del pH como consecuencia del incremento de los procesos glucolíticos musculares. Estos cambios locales indican la adecuación del flujo sanguíneo a las demandas energéticas musculares. Estas modificaciones locales producen una vasodilatación arteriolar.

En los músculos activos también se producen una serie de metabolitos que permiten una autorregulación local cuyo objetivo es compensar las variaciones de la TA de perfusión con modificaciones de las resistencias periféricas. A nivel hormonal se producen, como respuesta al ejercicio una serie de cambios que afectan al aparato cardiovascular, principalmente a las siguientes sustancias que incrementan su producción: catecolaminas, glucagon, péptido natriurético auricular, sistema renina-angiotensina- aldosterona y hormona antidiurética (ADH).

2.4.1.3. RESPUESTA REGULADA POR MECANISMOS HIDRODINÁMICOS

Una respuesta cardiovascular importante es el aumento del retorno venoso; éste es un factor esencial del aumento del gasto cardíaco durante el ejercicio ya que depende del llenado ventricular durante la diástole. El retorno venoso aumenta durante el ejercicio (ver fig. No.5) por los siguientes factores:

1. Aumento del tono general de inervación simpática responsable de la vasoconstricción, es decir, incremento del tono venoso mediado por el sistema nervioso autónomo, aumentando el movimiento de sangre de grandes venas al corazón derecho, haciendo mayor la presión de llenado efectivo.
2. Acción de bombeo activo de la sangre venosa por un mecanismo de masaje de los músculos en contracción de las extremidades inferiores, que impulsan la sangre hacia el corazón.
3. Acción de la bomba aspirativa torácica. Los grandes movimientos respiratorios que se producen durante el ejercicio originan una importante presión intratorácica negativa que favorece el aumento de volumen sanguíneo torácico incrementando el llenado diastólico.
4. Aumento de las resistencias vasculares periféricas en el territorio esplácnico, renal y de músculos inactivos, lo que produce un incremento de la "volemia activa".
5. La respuesta cardíaca al esfuerzo es compleja y requiere de la interacción de la precarga, la FC, la poscarga y la contractilidad.

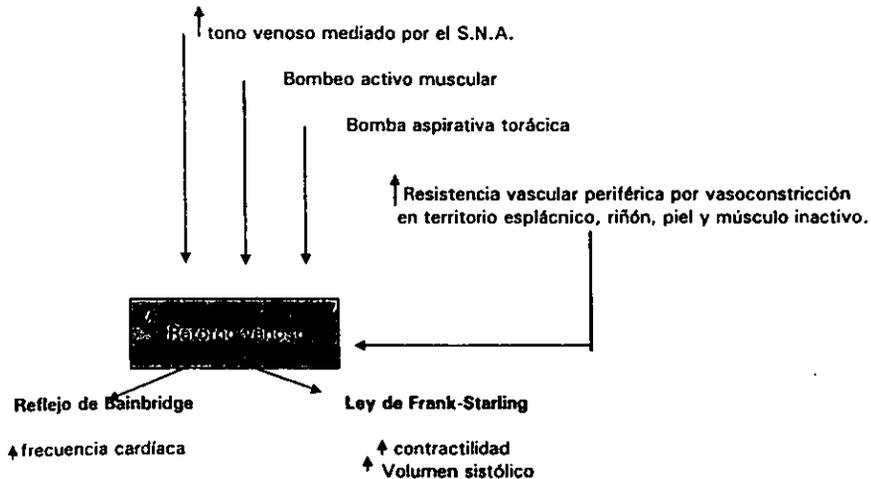


Fig. 5 Mecanismos reguladores de la respuesta hidrodinámica.

2.4.2. REGULACIÓN DE LA CIRCULACIÓN PERIFÉRICA Y DE LA TENSIÓN ARTERIAL EN EL EJERCICIO

Los mecanismos que coordinan o regulan la distribución de la sangre en los distintos territorios resultan esenciales. De esta forma, la existencia de un mecanismo regulador activo asegura que las células más activas y las menos activas, así como los órganos más susceptibles, queden irrigados según las necesidades de cada uno y puedan desarrollar las funciones a ellos encomendados en cada momento.

El flujo de sangre a través de un vaso obedece a dos circunstancias: La una, es directamente proporcional al gradiente de presión entre los dos extremos del vaso y, la otra, es inversamente proporcional a la resistencia encontrada en el interior del mismo. *El factor más importante del flujo sanguíneo es el diámetro del vaso.* Por tanto, la regulación de la circulación sanguínea en los distintos territorios de la economía durante el ejercicio dependerá de la contracción y la dilatación que se produzca en los vasos que irrigan los distintos órganos y sistemas. Se debe tener en cuenta que un humano cuenta con aproximadamente 5 litros de sangre, en su vida adulta, pero su lecho vascular dilatado tiene una capacidad real de unos 20 litros; si los vasos sanguíneos de los músculos ejercitantes están dilatados para permitir un aporte mayor de sangre y de oxígeno a los tejidos activos, necesariamente debe producirse de forma simultánea una vasoconstricción en otros territorios de la economía no activos en ese momento. (fig. No.6)

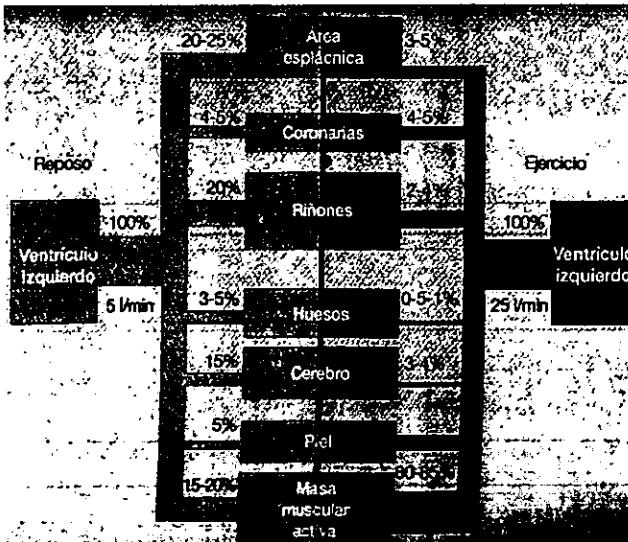


Fig. No. 6. Distribución del flujo sanguíneo a los diferentes territorios en condiciones de reposo y durante el ejercicio.

Durante el ejercicio las venas se constriñen lo que, junto con la acción de bombeo de los músculos ejercitantes y los movimientos de los músculos respiratorios, contribuye a mejorar el retorno venoso al corazón y a aumentar de esta forma la precarga y el gasto cardiaco.

Existen tres factores³⁷ que regulan el flujo de sangre periférico durante el ejercicio, ellos son:

1. **FACTORES LOCALES:** El incremento del flujo de sangre en los músculos activos que se produce con el ejercicio depende fundamentalmente por estos factores que actúan directamente sobre las arteriolas y que provocan una vasodilatación. Estos factores están relacionados con el grado de metabolismo tisular y actúan sobre las bandas musculares de las arteriolas y los esfínteres precapilares. Uno de las adaptaciones a largo plazo de la realización del ejercicio en forma regular, es el aumento de la vascularización en los tejidos ejercitantes. La hipoxia es quizá el factor local más importante en la regulación de la circulación durante el ejercicio; en este sentido se han relacionado otros factores por ejemplo: la temperatura, la concentración de CO₂, el pH, el magnesio, el potasio, el fósforo, el ácido láctico y la hiperosmolaridad del medio (Ver figura No 7)
2. **FACTORES NERVIOSOS:** La sensibilidad de los músculos de la pared vascular a la estimulación alfa - adrenérgica está influenciada por el metabolismo basal de los tejidos. Así, durante el ejercicio físico los vasos del músculo esquelético serán menos sensibles a las estimulaciones simpáticas vasoconstrictoras que en situación de reposo. Las fibras musculares lisas de las arteriolas y de las venas reciben de forma continua impulsos nerviosos que mantienen más o menos constriñidas las paredes de los vasos. Este estado de semiconstricción muscular de le denomina tono muscular.
3. **FACTORES HUMORALES:** Además de la noradrenalina secretada en las terminaciones nerviosas del sistema simpático, la médula suprarrenal produce y libera grandes cantidades de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) que ejercen su influencia desde la propia sangre periférica.

Otras sustancias que actúan por este mecanismo son: prostaglandinas, angiotensina (vasoconstrictora), bradicidina (vasodilatadora), vasopresina (vasoconstrictora), serotonina (vasoconstrictora-vasodilatadora) e histamina (vasodilatadora).

A continuación se listan ptros territorios del organismo diferentes del músculo en los que la regulación de la circulación periférica es muy importante durante la realización de un ejercicio:

A) Circulación *cutánea*, aquí el flujo sanguíneo aumenta en intensidades de trabajo moderadas y ligeras y disminuye cuando la intensidad del ejercicio es muy elevada.

³⁷ López Ch., Op Cit. pp. 140-143.

B) Con el entrenamiento se produce un ligero descenso en el flujo de sangre *coronario* en reposo y durante la realización de ejercicios submáximos. El aumento del volumen sistólico y el descenso de la frecuencia cardíaca da como resultado un descenso del consumo de oxígeno miocárdico, lo que hace que disminuya el requerimiento de sangre a este órgano.

C) El flujo *pulmonar* aumenta de forma paralela al flujo sistémico durante el ejercicio. El aumento de la presión sanguínea pulmonar produce un incremento del flujo por efectos de reclutamiento y distensión.

D) El flujo *central* absoluto se mantiene constante durante el ejercicio, ya que el cerebro constituye un circuito protegido.

E) El flujo renal durante el ejercicio físico está disminuido ya que produce una vasoconstricción de las arterias renales.

F) La disminución del flujo esplácnico por vasoconstricción es uno de los factores más importantes responsables del aumento de flujo sanguíneo en los músculos que participan en el ejercicio.

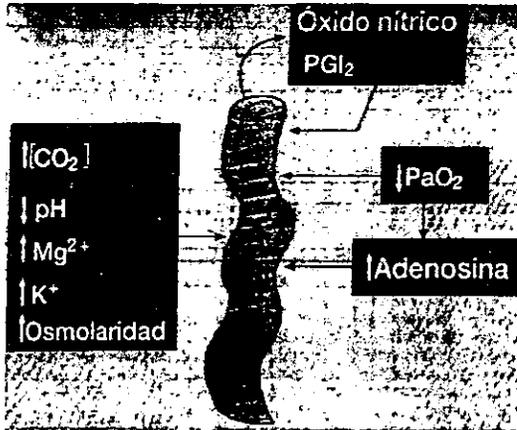


Fig. No.7 Factores locales que regulan el flujo sanguíneo periférico durante el ejercicio.

2.4.3. REGULACIÓN DE LA TENSIÓN ARTERIAL EN EL EJERCICIO.

La respuesta de la TA al ejercicio físico tiene como objetivo garantizar un flujo sanguíneo adecuado a los músculos activos; aparte del gasto cardíaco, la volemia y las resistencias periféricas, la TA depende de la frecuencia cardíaca. Tanto en los ejercicios físicos dinámicos como en los estáticos, aumenta la tensión arterial sistólica (TAS), mientras que la tensión arterial diastólica (TAD) se modifica muy poco con el ejercicio dinámico, y aumenta con el ejercicio estático. (fig. No.8 y 9) ejercicio provoca, incluso antes de que éste comience, un aumento del tono simpático y una secreción aumentada de catecolaminas a la sangre. Esto, induce un aumento de la frecuencia cardíaca con aumento del gasto cardíaco. Por tal razón en ambos tipos de ejercicio se produce una elevación de la TAS.

En el ejercicio dinámico, donde se produce una vasodilatación muscular, las resistencias vasculares están disminuidas y la TAD no puede variar o incluso descender. Por el contrario, esta presión aumenta en el ejercicio estático, ya que el número de unidades motoras es menor, y además la contracción isométrica impide que se produzca una vasodilatación arteriolar.

Durante los ejercicios dinámicos de intensidad constante la TA se modifica en función de: 1) La potencia de trabajo desarrollada; 2) el nivel de entrenamiento y 3) las características individuales. Si la intensidad del ejercicio permanece constante, se produce una fase de "estado estable". Los valores de la TAS alcanzados están en función del grado de entrenamiento, de forma que un sujeto bien entrenado puede llegar a cifras de TAS de 240 mm/Hg, algo muy superior a la de un sujeto sano no entrenado.

Una vez que ha finalizado el ejercicio, existe un descenso rápido de la tensión arterial como consecuencia del descenso del gasto cardíaco, de la vasodilatación y de la disminución del retorno venoso.³⁸; por esa razón no se aconseja detener el ejercicio en forma súbita, pues se puede producir un efecto de secuestro sanguíneo a nivel de los músculos activos por vasodilatación que provoque una respuesta de hipotensión al finalizar el ejercicio, acompañada de un cuadro de malestar, vértigo o lipotimias.

³⁸ Ellestand Op. Cit. pp.337,338

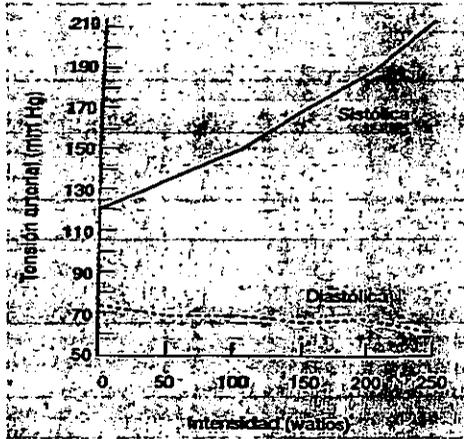


FIG. 8 Comportamiento de la tensión arterial durante el trabajo dinámico.

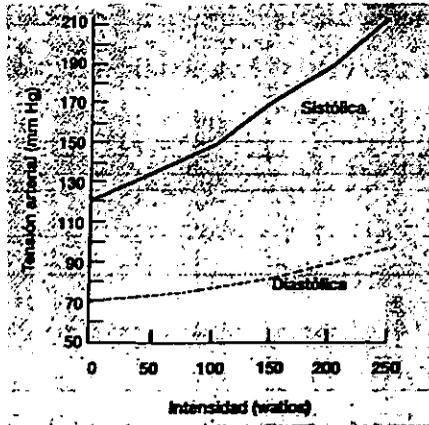


Fig. 9 Comportamiento de la tensión arterial durante el trabajo isométrico.

2.4.4. EFECTO DEL ENTRENAMIENTO SOBRE LA RESPUESTA DE LA TENSIÓN ARTERIAL AL EJERCICIO.

Es un hecho importante el papel del entrenamiento físico sobre la respuesta de la TAS y la TAD durante la realización de ejercicio. El entrenamiento de resistencia tiende a reducir las cifras de reposo y durante ejercicios submáximos de la TAS, la TAD y la TA media.

Los mecanismos por los que la TA disminuye en reposo tras un período de entrenamiento no son del todo bien conocidos, aunque se piensa que pudiera estar dado por un descenso en la concentración de catecolaminas sanguíneas, que contribuye a una disminución de las resistencias periféricas al flujo de sangre³⁹ De igual forma, con el entrenamiento se facilitarían la eliminación renal de sodio, con la consecuente disminución del volumen de líquido intravascular y de la TA.

Por otra parte, el entrenamiento con pesas no parece alterar a largo plazo la TA en reposo; no obstante, que el entrenamiento con pesas disminuye o atenúa el reflejo a la respuesta hipertensiva a este tipo de entrenamiento.

2.4.5. TIPOS DE RESPUESTA DE LA TENSIÓN ARTERIAL EN EL EJERCICIO FÍSICO.

2.4.5.1. RESPUESTA PRESORA NORMAL.

La TAS aumenta en forma proporcional a la carga de trabajo impuesta. Como promedio aumenta de 7-10 mm/Hg/MET y en el máximo esfuerzo se pueden encontrar cifras de 190-240mmHg; la TAD puede aumentar de 3-5 mm/Hg/MET. (Fig. 10).

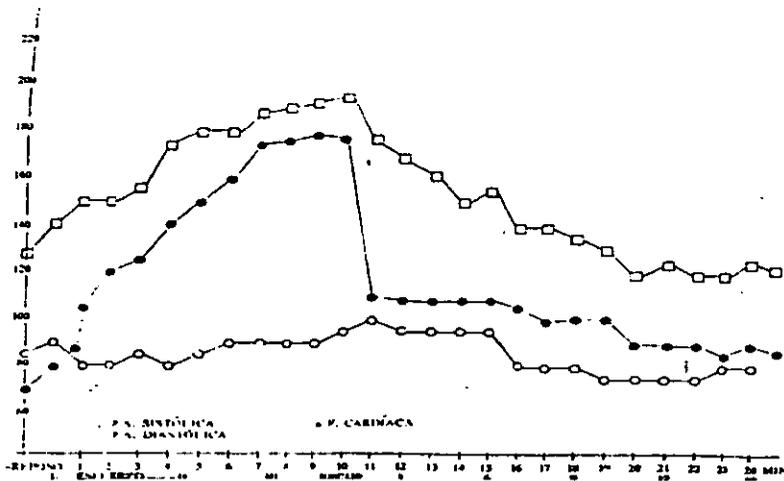


Fig. 10. RESPUESTA PRESORA ARTERIAL NORMAL Y MIOCÁRDICA NORMAL.

Curva en la que se aprecia una respuesta presora normal y miocárdica también normal, nótese que el aumento en la tensión diastólica es muy discreto, y que el incremento de la sistólica hasta el pico máximo de esfuerzo (cerca de 190 mm Hg) sería aún compatible con una situación de normalidad; se ve como de inmediato, al suspender el esfuerzo máximo, la cifra de FC descende en forma brusca y convenientemente rápida a niveles cercanos a 100 por minuto.

³⁹ Duncan, J. J. Et al. "The effects of aerobic exercise on plasma catecholamines and blood pressure in patients with mild essential hypertension" JAMA. pp.2609-2613.

2.4.5.2. RESPUESTA PRESORA PLANA.

La respuesta será plana cuando la TAS suba entre 20 y 50 mm/Hg y la TAD se mantenga menor a 5 mm/Hg sobre la cifra de control. (Fig. 11)

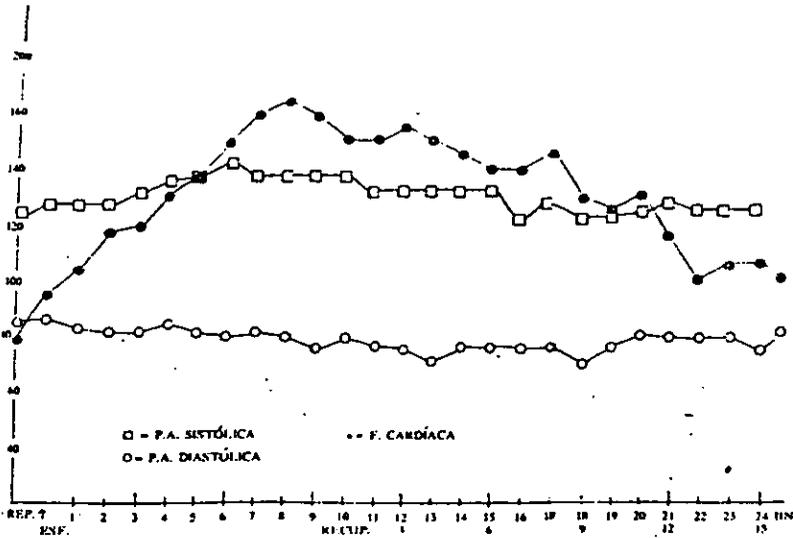


Fig. 11. RESPUESTA PRESORA PLANA, MIOCÁRDICA DEPRIMIDA (INOTRÓPICA NEGATIVA)
Se observa una respuesta presora plana y una miocárdica deprimida; se nota que las cifras de TA sistólica muestran poca variabilidad y nulo ascenso, a pesar de las cargas de esfuerzo físico, lo que informa de una capacidad inotrópica deprimida.

2.4.5.3. RESPUESTA PRESORA HIPERTENSIVA.

La respuesta será hipertensiva cuando se sobrepase más de 240 mm/Hg en el total de la prueba de esfuerzo ó cuando la TAS aumente más de 10 mm/Hg/MET y la TAD 5 mm/Hg/MET. (Fig. 12).

2.4.5.4. RESPUESTA PRESORA HIPOTENSA.

La respuesta presora será hipotensa cuando las cifras de la TAS disminuyan 10-20 mm/HG en relación con la etapa de esfuerzo precedente, lo que constituye un indicación para suspender la prueba de inmediato; este tipo de respuesta, al igual que la de tipo plana, indica una alteración en la contractilidad del ventrículo izquierdo, es decir, la existencia de un mal ventrículo, típico de la cardiopatía isquémica severa y/o insuficiencia cardíaca.⁴⁰

⁴⁰ Pérez. Op. Cit. Pp. 131-135.

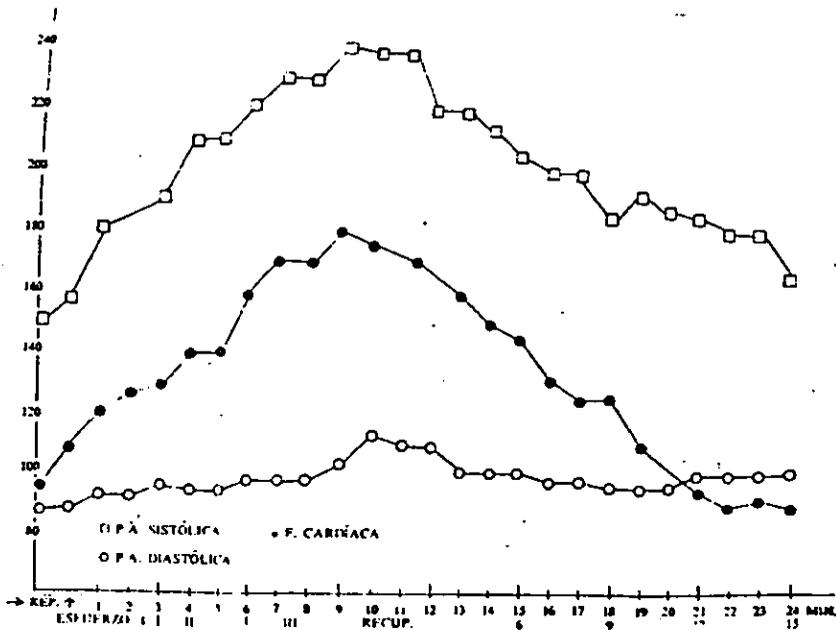


Fig. 12. RESPUESTA PRESORA HIPERTENSIVA Y MIOCÁRDICA NORMAL. Respuesta presora hipertensiva arterial sistémica. Con mayor repercusión en la sistólica; infiere un aumento del flujo en cada gasto por latido, aunado a la taquicardia; al final de la fase de recuperación, persisten elevadas las tensiones sistólica y diastólica.

2.4.6. EFECTOS AGUDOS DEL EJERCICIO SOBRE LA TENSIÓN ARTERIAL.

La magnitud de la respuesta de la TA es diferente según el tipo de contracción muscular y la intensidad del ejercicio realizado. En la mayor parte de movimientos complejos intervienen contracciones dinámicas e isométricas; en las primeras se produce una disminución en las resistencias periféricas que atenúa el efecto producto del aumento del gasto cardíaco, ocasionando que por lo general la elevación de la TA media (Tam) sea sólo moderada. En las segundas, la elevación del gasto cardíaco es menor, pero dado que las resistencias periféricas se ven aumentadas, la elevación en la TAM es normalmente mayor.

Desde hace algunos años, se ha comenzado a considerar que la respuesta aguda de la TA al ejercicio pudiera servir para predecir el desarrollo de hipertensión arterial sistémica (HAS) a futuro⁴¹. Para comprobar esta hipótesis se han realizado múltiples estudios, tanto transversales como longitudinales, en los que se han intentado establecer valores normales y supranormales en distintos tipos de ejercicio (dinámico, estático, etc.)^{42 43} y realizar el

⁴¹ Dlin, R. A. Op. Cit. pp.316-320.

⁴² Jackson, A. S. Op. Cit. Pp. 263-268.

seguimiento de los sujetos estudiados para comprobar la evolución de sus valores de TA en el tiempo.

Aunque no del todo claros, entre los mecanismos que probablemente expliquen la respuesta exagerada de la TA al ejercicio figura: La acción central y periférica de las catecolaminas, una disfunción del sistema nervioso autónomo, una reducción en la distendibilidad miocárdica, una capacidad de vasodilatación vascular disminuida, una alteración en la función de los barorreceptores, o la acción local de las endotelinas.

Está demostrado que la TA de reposo posterior al ejercicio es menor que la previa al ejercicio; se piensa que este efecto pudiera funcionar como un mecanismo beneficioso para reducir el aumento de TA con el tiempo. Entre los mecanismos responsables de tal efecto se tienen una inhibición central de las vías eferentes simpáticas probablemente asociada a vías y receptores opiáceos y serotoninérgicos; el efecto vasodilatador del péptido atrial natriurético (PAN)⁴⁴ y las acciones de los factores liberados por el endotelio vascular (endotelinas).

Durante el ejercicio dinámico la TAS aumenta en una proporción de 7-10mmHg/MET de gasto energético o trabajo realizado. La TAD no se modifica o tan sólo aumenta ligeramente. El resultado es el incremento de la Tam. La TAS y la TAD son más elevadas en ejercicio físico realizado con extremidades superiores que con las inferiores.

Con el trabajo isométrico, en el sistema cardiovascular se producen cambios bruscos que afectan principalmente a la TAS y TAD. (Figs. 8 y 9) A diferencia con lo que ocurre con el trabajo dinámico, la subida de la TA no es lineal y su valoración es difícil de conseguir por métodos no invasivos. En un esfuerzo físico severo que implica grandes grupos musculares, se pueden alcanzar valores de TA de 350/250mmHg. El incremento de TA se produce por la suma de una potente respuesta presora, con presión mecánica de los vasos y maniobra de Valsalva.

Al aumentar la TA y la presión intratorácica con la maniobra de Valsalva se transmite sobre el líquido cefalorraquídeo, que a la vez, incrementa la presión en la misma proporción al tórax y abdomen. El efecto podría disminuir la presión en la circulación cerebral y reducir el riesgo de accidentes vasculares en casos extremos. En comparación al incremento importante de la TA que se produce en este tipo de trabajo, la FC experimenta un aumento más discreto al igual que ocurre con el volumen sistólico en consecuencia, el gasto cardíaco cambia poco. A largo plazo el efecto que se produce sobre la estructura cardíaca son menos acusados que en el trabajo dinámico.

⁴³ Chaney, R. H. Op. Cit. pp.1058-1061

⁴⁴ Cody, J. Robert. et al. "Exercise-induced secretion of atrial natriuretic factor and its relation to hemodynamic and sympathetic stimulation in untreated essential hypertension". Am. J. Cardiol. pp.918-924.

2.4.7. RESPUESTA DE LA TENSIÓN ARTERIAL CON LA EDAD.

A medida que avanza la edad de las personas, aunque el gasto aumenta con el ejercicio aproximadamente en la misma proporción que en los sujetos más jóvenes las resistencias mayores, y por tanto la TAS, ha de aumentar más. Como en los individuos más jóvenes las resistencias disminuyen al aumentar el ejercicio, pero no lo suficiente para disminuir la tensión tanto como en los jóvenes. La TAS máxima normal de los sujetos mayores se eleva cada vez con la edad, siempre que la función cardíaca sea correcta y el gasto cardíaco pueda aumentar.

2.4.8. REACCIONES FISIOLÓGICAS AL EJERCICIO DINÁMICO CRÓNICO

Entre los cambios pronósticos consecutivos al ejercicio dinámico crónico se encuentran los siguientes: Mayor utilización de las grasas como combustibles, aumento de la capacidad oxidativa del músculo esquelético, cambios en el control regional de circulación, disminución de la FC durante el reposo y ejercicios submáximos, hipertrofia del miocárdio, gasto miocárdico máximo aumentado, incremento de consumo máximo de oxígeno (VO_2).

2.5. HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTÉMICA

2.5.1 CONCEPTO.

No hay frontera precisas y definidas entre los que se denominan tensión arterial normal e hipertensión, la línea de demarcación entre la normalidad y anormalidad es siempre arbitraria. La hipertensión debe considerarse como la fase inicial de una Enfermedad hipertensiva, que puede tener un curso muy acelerado o una progresión lenta pero siempre acarrea el riesgo de morbimortalidad mayor, incluso a niveles de tensión no muy elevados. A igual nivel de hipotensión, el riesgo de muerte es tanto mayor cuanto más joven sea el sujeto.

Se acepta como hipertensión arterial la elevación crónica de una o ambas tensiones arteriales, sistólica o diastólica. La OMS adopta la siguiente definición.

"El término enfermedad hipertensiva es sinónimo de hipertensión arterial y deberá restringirse para designar a los trastornos fisiológicos característicos de esta enfermedad, que conduce en última instancia a la elevación de la tensión diastólica y sistólica, a alteraciones anatómicas en el árbol vascular y a una alteración funcional de los tejidos afectados" ⁴⁵

Los límites fijados por la OMS son igual o superior a 140 mm/Hg para la sistólica, o igual o superior a 90 mm/Hg, para la diastólica, basado en los mayores riesgos de enfermos a morir con este nivel de tensión. El Comité Nacional de los Estados Unidos para la Detección, Evaluación y Tratamiento de la Hipertensión presenta en su V informe ⁴⁶ una clasificación

⁴⁵ Kaplan. "Hipertensión Clínica" p. 49

⁴⁶ Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure: "The V report of the National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure."

revisada de las cifras de TA para adultos mayores de 18 años (ver tabla No. 1). Con esta nueva clasificación se pretende destacar el significado de los términos *ligero* y *moderado*, por el riesgo cardiovascular aumentado de aquellos individuos incluidos en estos grupos. Se mantiene además la denominación de normal - alta para advertir al individuo de este grupo sobre la posibilidad aumentada de transformarse en hipertensos, así como sobre la conveniencia de introducir cambios en su *estilo de vida* por su mayor riesgo cardiovascular.

CATEGORIA	TAS	TAD
Normal*	< 130	< 85
Normal - alta**	130-139	85-90
HIPERTENSION***		
Estadio I (ligero)	140-159	90-99
Estadio II (moderado)	160-179	100-109
Estadio III (grave)	180-209	110-119
Estadio IV (muy grave)	> 210	> 120

EDAD	TA normal - alta (percentil 90-94)	Hipertensión significativa (percentil 95-99)	Hipertensión severa (percentil > 99)
3-5	108-115 70-75	116-123 76-83	> 124 TAS > 84 TAD
6-9	114-121 74-77	122-124 78-85	> 130 TAS > 86 TAD
10-12	122-125 78-81	126-133 82-89	> 134 TAS > 90 TAD
13-15	130-135 80-85	136-143 86-91	> 144 TAS > 92 TAD
16-18	136-141 84-91	142-149 92-97	> 150 TAS > 98 TAD

* Sin tomar medicamentos antihipertensivos y sin estar gravemente enfermos. Cuando la TAS y la TAD caen en diferentes categorías, se debe seleccionar la categoría más alta para clasificar la tensión arterial. Por ejemplo, 160/92 mm Hg se debe clasificar como grado II, y 180/120 mm Hg debe clasificarse como grado IV. La hipertensión sistólica aislada (HSA) se define como una TAS ≥ 140 mm Hg y TAD < 90 y debe clasificarse adecuadamente (p.ej. 170/85 mm Hg se define como grado II de HAS)

** La tensión arterial óptima con respecto al riesgo cardiovascular es una TAS < 120 mm Hg y una TAD < 80 mm Hg. Sin embargo se debe valorar el significado clínico de las lecturas demasiado bajas.

*** Basados en el promedio de dos o más lecturas obtenidas en cada una de dos o más visitas después de

un examen inicial.

NOTA: Además de clasificar los grados de hipertensión basándose en el promedio de niveles de tensión arterial, el clínico debe especificar la presencia o ausencia de enfermedad en órganos diana y de factores de riesgo adicionales. Por ej. un paciente con Diabetes y con una tensión de 142/94 mm Hg e Hipertrofia Ventricular Izquierda (HVI) debe clasificarse como "hipertensión grado I con enfermedad en órgano diana (HVI) y con otro factor de riesgo mayor (Diabetes)". Esta especificación es importante para la clasificación de riesgo y el tratamiento

Tablas A y B. Clasificación de las cifras de tensión arterial en reposo

A. Adultos mayores de 18 años B. Población infantil y juvenil.

Más de un 90 % de los casos de HTA quedan encuadrados en lo que se denomina como hipertensión arterial esencial o primaria, y en más del 90 % de éstos, se desconocen los mecanismos responsables. Las causas más frecuentes de HTA secundaria son: renales, feocromocitoma, secreción aumentada de corticoesteroides, e hiperaldosteronismo primario.

Tras numerosos estudios y resultados en general positivos, en 1989 la OMS y la Sociedad Internacional de Hipertensión Arterial consideraron la necesidad de revisar las normas para el tratamiento de la HTA ligera, incluyendo por primera vez la recomendación del ejercicio físico entre las medidas no farmacológicas para disminuir los valores de tensión arterial. En 1992 la OMS y la Liga Internacional de Hipertensión elaboran un método definitivo para la utilización del ejercicio como medida antihipertensiva. Por tanto, parece haber un consenso general sobre la utilidad de éste en el tratamiento y prevención de HTA. Además del ejercicio, una reducción en la ingesta de sal, y un cambio en el estilo de vida, integran el conjunto de recomendaciones previas al tratamiento farmacológico.

2.5.2. ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS Y FACTORES DE RIESGO

Existe una importante asociación entre los padecimientos crónico-degenerativos y algunos estilos de vida que han sido señalados como "*factores de riesgo*" entre éstos están aquellos de *carácter social* entre los que se encuentran hábitos dañinos como el *tabaquismo*, el *alcoholismo* y el *uso de drogas ilegales*; otros se relacionan con los hábitos alimentarios y el *sedentarismo*, estos factores, considerados de *tipo ambiental* se relacionan estrechamente con factores de carácter biológico, como los genéticos y los familiares, en la génesis de estos padecimientos. En suma, en el análisis de los factores de riesgo de la hipertensión se debe evaluar el papel de los componentes genéticos y de los adquiridos; estos últimos pueden dividirse en tres grupos: Los que son difícilmente modificables como la edad, el sexo y otras características personales. Los que requieren ulteriores estudios para aquilatar su papel; y los que están bien definidos y son modificables. Los tres principales factores de riesgo de este último grupo son la ingesta de sal el sobrepeso y el consumo de alcohol. La prevención de la hipertensión y su tratamiento no farmacológico debe incluir necesariamente el control de estos factores.

No obstante que desde la década de los cincuentas se sabía que la hipertensión arterial intervenía en el aumento de la morbilidad cardiovascular en los países desarrollados, fue en la década de los sesenta y los setenta cuando se demuestra la relación entre hipertensión y las complicaciones vasculares en los órganos blanco, como: cerebro, corazón, riñón y vasos sanguíneos.

Dado que la definición de la HTA ha tenido cambios, el Comité de Hipertensión de la OMS⁴⁷ recomendó para efectos de clasificación, considerar como hipertensas a las personas con una o ambas tensiones elevadas. Los límites establecidos fueron: TAS igual o superior a 140 mm/Hg y para la TAD igual o superior a 90 mm/Hg.

En el Registro Nacional de Enfermedades Crónicas, a cargo de la Dirección General de epidemiología (DGE)⁴⁸ se aprecia que la evolución de la HTA es de forma ascendente, pues la tasa de incidencia se incrementa anualmente de 99.2 (1980) a 252.4 (1990) por cada 100,000 hab. (cuadro No.1)

CUADRO 1. Casos nuevos de hipertensión arterial, 1980-1990

AÑO	CASOS	TASA *
1980	-	-
1981	-	-
1982	-	-
1983	71674	99.2
1984	79841	108.0
1985	64872	85.8
1986	118284	153.0
1987	224098	283.8
1988	221491	274.8
1989	205465	250.0
1990	211428	252.4

* Tasa por cada 100,000 hab.

FUENTE: INEGI/DGEIE, *Principales causas de muerte 1980-1990*; DGEIE, *Monografía sobre hipertensión arterial*; DGTE, *Anuario estadístico*.

En 1993 la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónico-Degenerativas⁴⁹ (ENEC) informa de una prevalencia de 23.6% de HTA y señala que la región norte posee la prevalencia más elevada (25.3%); le sigue la zona metropolitana de la Cd. de México, con un 21.9% (Fig. No. 13).

⁴⁷ SS, Cuadernos de salud. Op. Cit. p.37

⁴⁸ Ídem. p.12

⁴⁹ SSA. Encuesta Nacional de Enfermedades Crónico-Degenerativas. México, 1993.

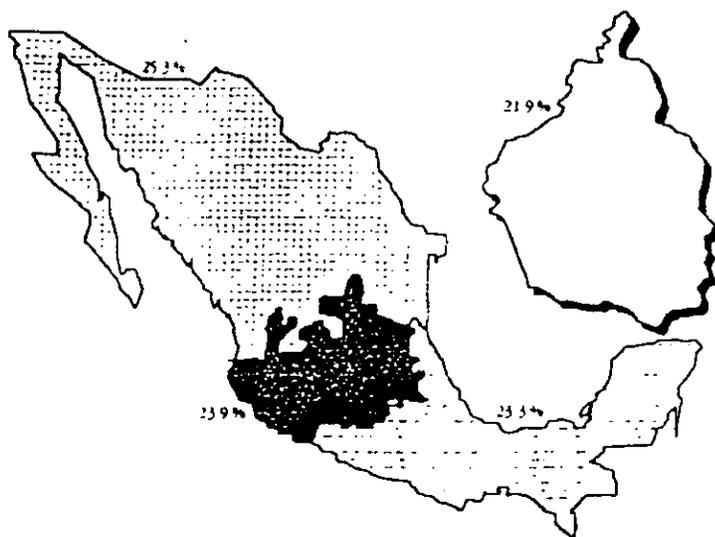


Fig. 13. Prevalencia regional de hipertensión arterial, ENEC.

FUENTE: Dirección General de epidemiología-Instituto Nacional de Nutrición "Salvador Zubirán" ENEC, 1993.

De acuerdo con los resultados nacionales, hacia 1990 la prevalencia tanto de hipertensión arterial como de cardiopatía era prácticamente nula antes de los 15 años y muy baja hasta los 15 años; a partir de esta edad, la frecuencia de aparición es creciente en ambos casos y son mayores las prevalencias para la hipertensión, cuyo valor máximo corresponde a la población mayor de 65 años (10.7%). En el caso de la cardiopatía, este grupo de edad también está afectado por la prevalencia más elevada, la cual es de 2.5%.

En la ENEC se detectó una prevalencia elevada de HTA desde edades muy tempranas; para los grupos más jóvenes se mantuvieron relativamente bajas hasta los 35 años; sin embargo en todos los casos la proporción de hipertensión superó el 10%. A partir del grupo de los 35 a 39 años la prevalencia se incrementó rápidamente. La distribución étnica permitió señalar las diferencias en cuanto al riesgo de padecer hipertensión; así, la prevalencia para el total de la población encuestada fue del 23.6%. Cuando se eliminó el grupo de 20 a 29, la prevalencia aumentó a 38.0% y a 45.3%, cuando se eliminaron los grupos de 30 a 39 y 40 a 49 años. (Fig. 14 y 15). En cuanto al sexo, existe una prevalencia de HTA ligeramente superior en los hombres que en las mujeres (25.2% y 22% respectivamente) con una razón hombre-mujer 1.1:1 (Fig. 16).

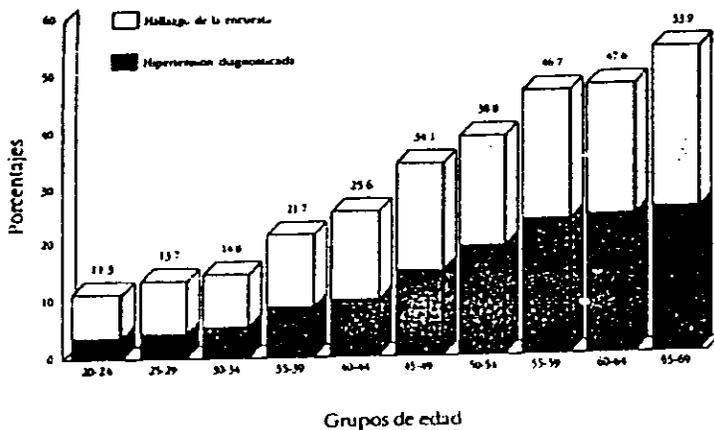


Fig. 14 Distribución de hipertensión arterial según edad, ENEC, 1993

FUENTE: Dirección General de epidemiología-Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", ENEC, 1993.

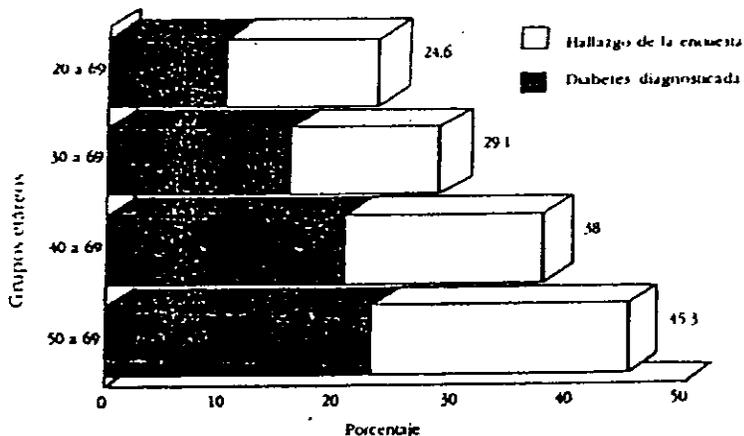


Fig. 15 Distribución del riesgo de presentar hipertensión según grupo de edad, ENEC, 1993

FUENTE: Dirección General de epidemiología-Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", ENEC, 1993

La asociación entre hipertensión y tabaquismo es un importante factor de riesgo cardiovascular. El 22.5% de la población fumadora es hipertensa y, de ésta, sólo una persona de cada cuatro se sabe hipertensa; en los no nunca fumadores la proporción de

hipertensión fue de 23.8% y más de la mitad sabían que eran hipertensos. Además, la enfermedad isquémica es la principal causa de muerte asociada con el consumo de cigarrillos en hombres, seguida por cáncer de tráquea, bronquios o pulmón y por el enfisema, la bronquitis y el asma; el tabaquismo también se ha señalado como causa del desarrollo de HTA maligna entre los hipertensos.^{50 51 52} Este hábito se encuentra ampliamente arraigado en México; la Encuesta Nacional de Adicciones (ENA) reportó para 1988 una prevalencia de fumadores del 26 % de la población urbana entre 12 y 65 años; existe una prevalencia mayor entre los hombres que entre las mujeres (38% y 14% respectivamente).

En cuanto a la mortalidad por HTA, se ha visto que ésta afecta primordialmente a los estratos de población de mayor edad, y que se incrementa conforme avanza la edad, de tal forma que para 1990 en el grupo de los 65 años y más la tasa llegó a ser de 162.0%.

La edad y sexo están relacionadas con la incidencia y la prevalencia de HTA; los procesos de consideración en el envejecimiento son la aterosclerosis y la limitación funcional. Así mismo, se han identificado diversos factores de riesgo para la HTA, todos estrechamente relacionados: Las dislipoproteinemias,⁵³ la hiperinsulinemia,^{54 55} Incluso los niveles elevados de insulina se observan también en personas con inactividad física y tabaquismo.⁵⁶, la hiperfibrinogenemia, la macroalbuminuria e hiperuricemia, que son factores potenciales de riesgo independientes para la enfermedad aterosclerosa generalizada.

La obesidad es un factor para la HTA, pues tiene una relación casi directa con las alteraciones metabólicas citadas. Los riesgos asociados con la obesidad se incrementan con la edad y alcanzan un nivel significativo con un sobrepeso del 20% del peso ideal. Sin embargo, el patrón de obesidad es un factor independiente, con un efecto mucho mayor sobre la presentación de la HTA⁵⁷ DM y enfermedad coronaria, y tiene un efecto independiente de la masa corporal total⁵⁸.

El alcoholismo es un factor de riesgo de enfermedad vascular coronaria y se ha relacionado con el desarrollo de cirrosis hepática y úlcera gástrica y duodenal; estudios han demostrado tendencias que presentan una relación inversa entre el grado de alcoholismo y el riesgo de

⁵⁰ Manfred, S.G. "Blood pressure in smokers and non smokers. Epidemiologic findings" Am. Heart J. pp.932-934

⁵¹ Baer, L. Radichevich. "Cigarette smoking in hypertensive patients. Blood pressure and endocrine response". Am. J. Med. pp.348-353.

⁵² Tapia - Conyer. et al. "Encuesta Nacional de Adicciones en México" Sal. Pub. Mex. pp. 507-522

⁵³ Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología (SMNE). "Diagnóstico y tratamiento de las hiperlipidemias en México" [Recomendaciones de la SMNE]. Rev. Mex. Cardiol. pp.1-9

⁵⁴ Tanji, L. Jeffrey "El ejercicio y el deportista hipertenso" en Clínicas de medicina deportiva. Problemas Médicos p.287

⁵⁵ Chistlieb, R. A. et al. "Is insulin the link between hypertension and obesity?". Hypertension. pp.54-57

⁵⁶ Eggenberger, M. "Hypertension, diabetes mellitus and microangiopathy : risk factors and its association". Schweiz Rundsch Med. Prax. pp.123-128.

⁵⁷ Daly, A.P. "Hypertension in obesity and NIDDM. Role of insulin and sympathetic nervous system". Diabetes Care pp.240-248.

⁵⁸ Spiegelman, Donna, et al. "Absolute fat mass, percent bodyfat, and body-fat distribution: which is the real determinant of blood pressure and serum glucose". Am. J. Clin. Nutr. pp.1033-1044

coronariopatía.⁵⁹ Este hallazgo es relevante, pues en México la ingesta de alcohol es un hábito muy difundido entre la población; según la ENA existe un 27% de personas con alcoholismo. Por otra parte, el alcoholismo moderado o intenso se ha relacionado con la HTA, pero el alcoholismo leve tiene una correlación negativa con las cifras de TA; es decir, la disminuye en comparación con los abstemios.⁶⁰

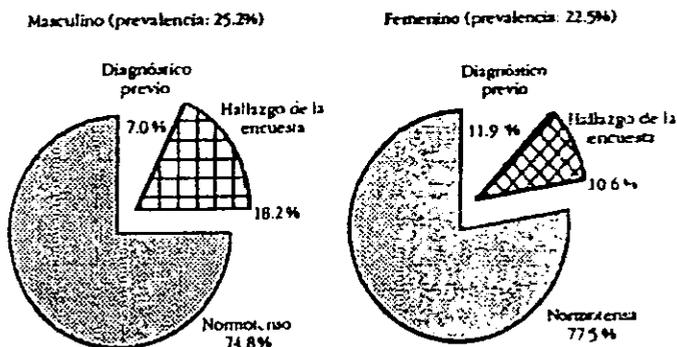


Fig. 16 Prevalencia de hipertensión según sexo.

FUENTE: Dirección General de epidemiología-Instituto Nacional de la nutrición "Salvador Zubirán". ENEC, 1993.

Dentro de estos factores de riesgo también se cuentan los de tipo genético, dado que la HTA suele presentarse con mayor frecuencia entre familiares, y a menudo está asociada con hiperlipidemias y con un factor genético (Sx. de dislipidemia familiar e hipertensión y Sx. de Reaveno, resistencia a la insulina), e incluso se ha señalado que al detectar el tipo de anomalía bioquímica de los lípidos entre dos o más hermanos hipertensos, esto puede ayudar a identificar subtipos de hipertensión^{61 62 63}. Por otra parte, se ha caracterizado cierto tipo de apolipoproteínas (a) como factor de riesgo de aterosclerosis y trombosis; estas apolipoproteínas están relacionadas con un fenotipo denominado apo (a), que se encuentra más frecuentemente en pacientes con niveles elevados de apolipoproteína (a)⁶⁴.

La distribución de grasa corporal es un factor estrechamente asociado con el fenómeno de resistencia a la insulina y con la presencia de HTA,⁶⁵ además que puede utilizarse como un

⁵⁹ Rimm, E.B. et al. "Prospective study of alcohol consumption and risk of coronary disease in men" Lancet. pp.464-468

⁶⁰ Puddey, B.I. et al. "Evidence of direct effect of alcohol consumption of blood pressure in normotensive men. A randomized trial". Hypertension. pp.707-713.

⁶¹ Heller, R.F. et al. "Serum lipoprotein (a) in patients with DM". Diabetes care pp. 818-823.

⁶² Williams, R.R. et al. "Familial dyslipidemic hypertension. Evidence from 58 Utah families for a Syndrome present in approximately 12 % of patients with essential hypertension" JAMA pp. 3579-3585

⁶³ Williams, R.R. et al. "Evidence that men with familial hypercholesterolemia can avoid early coronary death. An analysis of 77 gene in four Utah pedigrees". JAMA pp. 219-224

⁶⁴ Querfeld, U. M. "Lipoprotein (a) serum levels and apolipoprotein (a) phenotypes children with chronic renal disease". Pediatric Res. pp. 772-776

⁶⁵ Spiegelman, Donna. Op. Cit. pp.1033-1044.

elemento pronóstico para la presentación de infarto agudo al miocárdio. La asociación entre estos padecimientos y la distribución abdominal de grasa es mayor que la observada para el índice de masa corporal específico.⁶⁶

El uso universal de la sal, ha contribuido a dificultar la valoración del sodio como factor de riesgo de la hipertensión. El aumento de la tensión en la edad media de la vida no se observa en los pueblos primitivos con una ingesta de sal muy baja. Las relaciones entre cifras de tensión y contenido de sodio en la dieta están bien establecidas para la población que se encuentra en los extremos de la curva de distribución. El papel de la depleción de potasio en el aumento de las cifras de la TA parece ser tan importante como el aumento de sodio; tanto la reducción de la ingesta de sodio como el aumento de la de potasio, calcio y probablemente magnesio, son medidas de prevención primaria a tener en cuenta al recomendar hábitos dietéticos para los hipertensos; se ha demostrado el beneficio de la relación moderada de sal de la alimentación en la hipertensión ligera; la reducción del contenido elevado en sodio en los alimentos preparados para lactantes y niños, e importante en la prevención de la HTA del adulto.

En relación al factor ambiente y las enfermedades crónicas, se dice que es posible que tenga un papel muy importante en la génesis de la HTA y la DM en individuos genéticamente susceptibles, aunque la investigación en este campo se encuentran todavía en etapas tempranas; No obstante existe consenso sobre que la tríada de dieta, obesidad y sedentarismo desempeñan un papel fundamental.^{67 68}

Posiblemente la dieta contribuye a la aparición de la HTA, DM, y algunos tipos de cáncer, por un lado, de manera indirecta al favorecer el desarrollo de obesidad y por otro, a través de la composición de la dieta, que al parecer puede tener un efecto indirecto en el desarrollo de la HTA en personas con algún tipo de predisposición. Se postulan las variables de dieta (consumo de harinas, sal y azúcares refinados) y sedentarismo como posibles factores causales de estos cambios; al desenmascarar algún factor genético, aunque estas hipótesis todavía no han sido probadas en estudios epidemiológicos.

Algunos estímulos psíquicos ocasionan aumentos transitorios de las cifras de TA, sin que se puedan relacionar, del todo, estos estímulos con la aparición de HTA. Sin embargo, se han señalado mayor prevalencia de hipertensión con determinados factores socioeconómicos. Así, se ha observado una mayor prevalencia en algunos grupos profesionales, i.e. controladores de tráfico aéreo, la población urbana respecto de la rural, individuos sometidos a ruidos intensos repetidos, trabajadores de determinadas industrias, etc.

Por otro lado, el sexo masculino se encuentra en mayor riesgo de presentar cardiopatía isquémica, cáncer pulmonar, cirrosis hepática y úlceras, asociadas al estilo de vida y al estrés; esta situación señala la posibilidad de que se presenten incrementos para la mujer a corto plazo, dada su mayor participación en el mercado laboral y en posiciones de dirección.

⁶⁶ Daly, AP Op. Cit. pp240-248

⁶⁷ Pi Sunyer, F.X.. "Health implications of obesity". Am. J. Clin.Nutr.pp.1595-1603

⁶⁸ Harriet, "Obesity and hypertension". Diabetes Care. Pp.488-500

2.5.3. PREVENCIÓN DE LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTÉMICA.

La hipertensión tiene una posición singular entre los factores de riesgo cardiovascular; no sólo es un factor de riesgo para tales enfermedades, y en primer lugar para las complicaciones clínicas de la aterosclerosis, sino que *per se* es una auténtica enfermedad cardiovascular; es la primera causa de hipertrofia ventricular izquierda (HVI) en el adulto, como respuesta al aumento de las resistencias periféricas y como consecuencia de la participación activa del corazón en la fase inicial de la HTA.⁶⁹

El control de la hipertensión evita o retarda la progresión de la enfermedad hipertensiva cardiovascular. La detección y el tratamiento de la hipertensión forman parte de la prevención primaria de la cardiopatía isquémica y de las restantes complicaciones clínicas de la arteriosclerosis. Por su parte, la prevención primaria de la HTA consiste en evitar el aumento de las cifras de TA que aparece en la edad media de la vida, en un porcentaje elevado de la población en la mayoría de los países del mundo.

2.5.4. CONTROL Y DETECCIÓN DE LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTÉMICA

Las frecuencias del hallazgo de cifras de tensión elevadas en el examen de poblaciones naturales o laborales; las evidencias sobre la repercusión de la hipertensión en la mortalidad y morbilidad de la población adulta, y la introducción de fármacos capaces de reducir las cifras de tensión arterial, han convertido la detección y el control de los hipertensos en tema de permanente actualidad.

El problema central en la identificación de los hipertensos es que la TA es una variable de distribución continua, y por tanto, no existen dos poblaciones: una de normotensos y otra de hipertensos.

La cifra de TA no es una constante para cada individuo, lo que dificulta la valoración de las cifras encontradas en un examen aislado y exige tomar determinadas garantías antes de etiquetar a alguien como hipertenso. Los errores potenciales en el diagnóstico de un falso positivo o de un falso negativo, nos puede llevar a tratar a un individuo el resto de su vida por una hipertensión que no padece o a declarar normotenso a un hipertenso. La técnica de determinación de la TA comporta una serie de limitaciones ligadas a las diferencias entre los distintos observadores y de un observador consigo mismo. Así mismo influyen las preferencias de cada observador, por determinados dígitos terminales, el error de contar de 5 en 5 o de 10 en 10 en vez de hacer de 2 en 2 mm/Hg, las deficiencias en los aparatos y la falta de condiciones adecuadas en el lugar donde se determina la TA.

La mejora del control y detección de los hipertensos impone un cambio en la estructura de la medicina asistencial, que incluya la delegación de tareas de control y detección en los profesionales de la Enfermería, así como una evaluación periódica de los resultados.

⁶⁹ Merseli, F.H. "Clinical determinants and manifestations of left ventricular hypertrophy" En: Meserli, F. H., Ed. The heart and hypertension. NY. York Medical Books, pp.219-230

2.5.5. HIPERTENSIÓN ARTERIAL Y EJERCICIO.

A través del tiempo se ha demostrado que existe una relación entre el estilo de vida sedentario, la hipertensión y un riesgo considerable de enfermedad cardiovascular. La información actual indica que puede haber una relación inversa entre el ejercicio y los niveles de tensión arterial. El uso de la actividad física como posible tratamiento cobra importancia a raíz del aumento creciente de casos de hipertensión y de las controversias que rodean su tratamiento. El personal del área de la salud, así como los propios pacientes, recibirían con agrado un tratamiento no farmacológico que fuera eficaz y seguro.

2.5.5.1. MECANISMOS ASOCIADOS CON EL EFECTO ANTIHIPERTENSIVO DEL ENTRENAMIENTO.

De todo el arsenal de fármacos utilizados para reducir la TA en el tratamiento de la HTA, cada uno de los cuales actúa a diferente nivel: los diuréticos, reduciendo el volumen plasmático y el índice cardíaco ((fC), sobre el riñón; los bloqueadores de los receptores α adrenérgicos, produciendo una vasodilatación arterial al inhibir la vasoconstricción adrenérgica; los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (ECA), produciendo también una vasodilatación arterial al inhibir la formación de angiotensina II; y los antagonistas de calcio que reducen las resistencias vasculares periféricas al producir una vasodilatación arterial por acción directa.

La HTA es una enfermedad asociada a diversos mecanismos fisiológicos y patológicos; aunque no hay respuesta clara de dónde y cómo actúa el ejercicio para disminuir la TA, parece que la mayor parte de las opiniones van encaminadas a explicar dicho efecto a través de una teoría multifactorial:

1. "MECANISMO HEMODINÁMICO: Se refiere a la disminución del gasto cardíaco y/o de las resistencias periféricas, encontradas en algunos estudios, como posible causa del efecto hipotensor del ejercicio.
2. SISTEMA NERVIOSO SIMPÁTICO (SNS): La teoría de que el SNS juega un papel primordial en la fisiopatología de la HTA esencial, es ampliamente aceptada en nuestros días, esencialmente por sus efectos inotrópicos y cronotrópicos sobre el corazón (receptores β), y de vasoconstricción periférica (receptores α). El método tradicional para medir el grado de actuación del SNS, ha sido la determinación de las concentraciones plasmáticas de adrenalina y noradrenalina. Parece existir acuerdo casi unánime en que las concentraciones de noradrenalina en reposo, disminuyen por efecto del entrenamiento dinámico (*vid supra*), y por tanto la disminución en los valores de TA estaría, al menos en parte, apoyada por una disminución en las resistencias periféricas secundaria a esa disminución en la concentración de noradrenalina plasmática.
3. INSULINA: Desde principios del siglo, y dentro del tratamiento no farmacológico de la HTA, la pérdida de peso es una de las recomendaciones aceptada en todo el mundo. Existe una teoría metabólica, según la cual la resistencia insulínica desarrollada por sujetos hipertensos obesos, hace que tengan mayores concentraciones plasmáticas de insulina que aumentarán la actividad del sistema nervioso simpático, y la absorción de sodio por los túbulos renales. La TA de reposo aumentará no sólo por el aumento en el

volumen plasmático, sino también por el aumento en la actividad del SNS. A partir de estudios realizados en sujetos normotensos se sabe que el entrenamiento de resistencia disminuye las concentraciones plasmáticas de insulina. A la vez que aumenta la sensibilidad de los receptores tisulares periféricos; esta teoría parece apropiada para recomendar la realización de ejercicio en forma continua, en el manejo de individuos propensos a desarrollar HTA y obesidad.

4. SISTEMA RENINA-ANGIOTENSINA-ALDOSTERONA: Este sistema es también determinante en la regulación del volumen plasmático y de la TA; por la relación fisiológica que guarda con la actividad simpática, cabría esperar que también la actividad de renina plasmática disminuyera con el tratamiento. Aunque esto parece ser cierto en sujetos normotensos, los resultados no son tan claros en sujetos hipertensos, por lo que este mecanismo no puede ser aún confirmado.
5. FACTORES NEURALES Y BARORRECEPTORES: Aunque se sabe que los barorreceptores juegan un papel importante en la regulación de la TA en reposo y en la etiología de la HTA, aún está por demostrarse si el entrenamiento produce algún grado de modificaciones en la sensibilidad de los barorreceptores arteriales en humanos.
6. PROSTAGLANDINAS: Aumentos en las concentraciones plasmáticas de las prostaglandinas y de otras sustancias como la taurina con el ejercicio, pudieran tener un efecto hipotensor al favorecer una vasodilatación periférica, por inhibir de la liberación de noradrenalina de las terminaciones del sistema nervioso simpático.
7. MECANISMOS ESTRUCTURALES: Se ha comprobado que el entrenamiento de resistencia incrementa la luz de las arterias, pero no su pared, lo cual tendría un efecto hipotensor por disminución de las resistencias periféricas⁷⁰.

2.5.5.2. PRUEBAS DE ESFUERZO PARA LA PREDICCIÓN DE LA HIPERTENSIÓN A FUTURO.

Uno de los mayores problemas que plantea la hipertensión es su comienzo insidioso, ya que a menudo no se asocian síntomas es los estadios intermedios o tempranos de la enfermedad. La HTA puede conducir a complicaciones cardiovasculares como el infarto de miocardio y el ictus de forma tardía aunque no se haya detectado hipertensión. Por su naturaleza paucisintomática, muchas personas enfermas no buscan atención médica por lo que al personal de salud le es difícil determinar el comienzo de la hipertensión. Se han establecidos criterios sobre que se deben realizar mediciones en reposo para establecer la presencia de esta enfermedad, pero a menudo no es hasta la tercera o cuarta década de la vida cuando se mide inicialmente unas cifras de TA. No obstante, de su prevalencia no hay forma efectiva de prevenir la hipertensión primaria, ni existe una prueba que determine qué segmento de la población es propenso a padecer hipertensión antes de que se determine la evaluación de la misma en reposo.

⁷⁰ López, Ch.. Op. Cit. pp.152,153

Existen estudios donde manifiestan que una elevación importante de la TA durante las pruebas de esfuerzo, puede ser una prueba diagnóstica útil para predecir la aparición futura de HTA en individuos con una tensión arterial en reposo normal.

Un estudio longitudinal de cohorte de 3,395 varones y 425 mujeres realizado en la Cooper Clinic en Dallas, Texas, se observó que el 12.4% de este grupo de población tenía una TA normal en reposo y una TA elevada durante el ejercicio.⁷¹ Se definió la evaluación de la tensión durante el ejercicio como una TAS máxima superior a 225 mm/Hg y una TAD mayor de 90 mm/Hg. El riesgo relativo de desarrollar HTA en el grupo con TA elevada en el ejercicio, con una media de seguimiento de 32 meses, fue de 2.28 veces mayor que en los que mostraban una TA normal durante el ejercicio.

Otro estudio retrospectivo de cohorte de 4,856 pacientes (72% hombres) demostró que el 1.1% del grupo tenía una TA en reposo normal y una elevación de la misma en respuesta al ejercicio (definida aquí como una TAS mayor o igual a 230 mm/Hg y una TAD mayor o igual a 110 mm/Hg). Del 1.1% del grupo (53 hombres) que mostraron esta alta respuesta de la TA con el ejercicio, 23 volvieron para un seguimiento y 12 (51%) había desarrollado hipertensión.⁷²

Diversos estudios longitudinales de cohortes han confirmado el valor predictivo de una respuesta exagerada de la TA durante el ejercicio para predecir la aparición de futura hipertensión.⁷³ El valor positivo predictivo de las pruebas de esfuerzo tiene un alto rango para realizar una recomendación estricta como despistaje de población. Generalmente, cuando éste es el caso, se necesita determinar criterios de preselección para decidir que individuos tienen posibilidades de HTA antes de la prueba. Este tipo de pruebas son prometedoras y deben seguirse realizando más investigaciones sobre esta área.

2.5.5.3. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE EJERCICIO.

Antes de comentar las recomendaciones específicas para el individuo hipertenso, se hace necesario el mencionar primero las hechas para los normotensos en cuanto a frecuencia, duración e intensidad del ejercicio según el American College of Sports (ACSM) y el Center for Disease Control (CDC)⁷⁴

MODALIDAD DEL EJERCICIO:	Ejercicio aeróbico
FRECUENCIA:	3-4 veces por semana
DURACIÓN:	20-60 min.
INTENSIDAD:	60-80 % de la FC máxima

⁷¹ Wilson, N.V., Meyer B.M.: "Early prediction of hypertension using exercise blood pressure". Prev. Med. Pp.61-68

⁷² Jackson, Op. Cit. pp.263-268

⁷³ Dlin, Op. Cit. pp.316-320

⁷⁴ American College of Sports Medicine: Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription.

El centro de control de enfermedades ha publicado recomendaciones similares :

MODALIDAD DEL EJERCICIO:	Ejercicio aeróbico
FRECUENCIA:	3-4 veces por semana
DURACIÓN:	20-30 min.

Antes estas recomendaciones se hace obligada la pregunta ¿Éstas son adecuadas para el paciente hipertenso?.

La intensidad de ejercicio es abordada por la ASCM pero no por las recomendaciones del CDC. El disminuir el ejercicio aeróbico ha sido el principal cambio de la ASCM (60-85% de la FC máx.). Esta disminución del nivel de intensidad del ejercicio es de una importancia particular en el hipertenso; un concepto mayor importancia en el desarrollo de una guía para el ejercicio en el hipertenso has sido que una intensidad moderada (55 a /0 % de la FC máx) y no alta 70 a 90 % de la FC máx) puede ser óptima para el control de la TA. Los estudios en animales en ratas con HTA genética realizada por Tipton han probado que un entrenamiento mediante ejercicio de moderada intensidad disminuía la TA en reposo, mientras que el entrenamiento con ejercicio de gran intensidad aumentaba esta tensiones en reposo. Kinoyaga y cols.⁷⁵ Han publicado una serie de artículos en Japón, han demostrado que un programa entrenamiento con cicloergómetro de moderada intensidad (60 - 79 % de la FC max.) daba lugar a una disminución de la TA en reposo en hombres hipertensos. De las observaciones de estos y otros estudios que muestran cambios en la respuesta de la tensión arterial al entrenamiento⁷⁶, Tipton⁷⁷, ha apreciado que las intensidades en estos ejercicios podían ser demasiado altas para los hipertensos.

Como resultado de estos estudios referentes a la intensidad del ejercicio, se debe recomendar éste al paciente hipertenso según las directrices de la ACSM, y el CDC, con la especificación adicional de que el ejercicio de moderada intensidad, y no el de alta intensidad, puede ser el óptimo para el control de la Tensión Arterial elevada.

El entrenamiento de resistencia no está contraindicado en los hipertensos, siempre que se sigan ESTAS DIRECTRICES ESPECÍFICAS, el entrenamiento en un circuito que favorezca repeticiones con cargas bajas (40 a 50%de la capacidad máxima de repetición) parece una vía aceptable.

⁷⁵ Kinoyaga, et al. "Blood pressure and hormonal response to aerobic exercise" Hypertension.125-131

⁷⁶ Gilders, R. M, et all. "Endurance training and blood pressure in normotensive and hypertensive adults" Med. Sci. Sports. Exerc. pp 629 - 636

⁷⁷ Tipton, C. M, "Exercise, training and Hypertension: An update" Med. Sci. Sports. Exerc. pp 447 - 505

III. DISEÑO METODOLÓGICO.

3.1. DEFINICIÓN DE VARIABLES.

3.1.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADOR	ÍNDICE
Edad	años	14 - 24
		25 - 34
		35 - 44
		45 - 55
Excedente de grasa	%	5 - 20
Entrenados	Volumen de entrenamiento	Hrs/sem.
	Tipo de deporte	Resistencia
		Potencia
	Antigüedad deportiva	1 Año
No entrenados	Sin actividad físico - deportiva	
3.1.2. VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR	ÍNDICE
	TAS reposo	110 - 140 mm/Hg
	TAD reposo	70 - 90 mm/Hg
	TRANS ESFUERZO	
RESPUESTA PRESORA	TAS máxima	aumento 10 mm/Hg/MET.
	TAD máxima	Aumento 5 mm/Hg/MET.

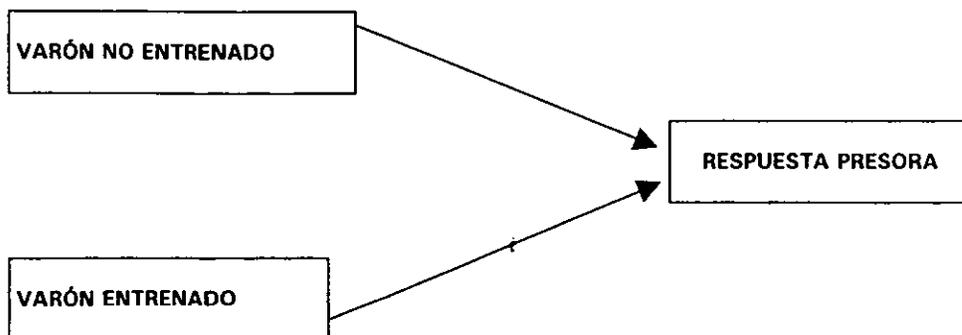
3.2.HIPÓTESIS.

3.2.1.General:

La prevalencia de respuesta presora hipertensiva es mayor en los no entrenados que en los entrenados.

La respuesta presora considerada "plana" es característica de los entrenados.

3.3 .MODELO DE RELACIÓN CAUSAL



3.4. TIPO DE ESTUDIO.

El presente tesis se trata de una investigación descriptiva, comparativa y transversal. Es descriptiva puesto que se identifican las características del fenómeno en estudio y se describe el comportamiento de las variables, en este caso la respuesta presora en varones Entrenados y No Entrenados. Es comparativo porque se contrastan los resultados de uno y otro grupo; es transversal porque se realizó sólo una medición de las variables

Límites temporales: Período comprendido de mayo a octubre de 1997.

Límites espaciales: Laboratorio de Ergometría de la subdirección de Investigación y Medicina del Deporte de la DGAD y R de la UNAM CU. Coyoacán, México, D.F.

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

Se trata de un estudio pre experimental o cuasi experimental, dado que el investigador interviene manipulando las variables pues se somete a los sujetos no entrenados a una prueba de esfuerzo, donde se realizan las mediciones correspondientes.

3.6. UNIVERSO Y MUESTRA.

Se consideró como universo o población de estudio a los sujetos varones sometidos a la *evaluación morfofuncional* en la SIMD de la UNAM durante los meses de junio a agosto de 1997.

Por muestreo convencional se eligió a todos los varones de 14 a 55 años de edad que cumplieron con los requisitos de inclusión para efectos del estudio.

3.7. CRITERIOS DE INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN Y ELIMINACIÓN.

3.7.1. INCLUSIÓN SUJETOS ENTRENADOS.

- ◊ Varones entrenados de 14 - 55 años de edad.
- ◊ Actividad mínima de entrenamiento en forma organizada de 1 año
- ◊ Normotensos en reposo.
- ◊ ECG normal para deportista
- ◊ Sin ingesta de tabaco, cafeína, alcohol, 24 hrs. Previas al estudio.
- ◊ Con diagnóstico de clínicamente sano del Laboratorio de Historia Clínica.
- ◊ Ingesta ligera de alimentos 2-3 hrs previas al estudio.

3.7.2. INCLUSIÓN SUJETOS NO ENTRENADOS.

- ◊ Varones no entrenados de 14 - 55 años de edad.
- ◊ Normotensos en reposo.
- ◊ ECG normal.
- ◊ Sin ingesta de tabaco, cafeína, alcohol, 24 hrs. previas al estudio.
- ◊ Con diagnóstico de clínicamente sano del Laboratorio de Historia Clínica.
- ◊ Ingesta ligera de alimentos 2-3 hrs previas al estudio.

3.7.3. EXCLUSIÓN PARA TODA LA MUESTRA.

- ◊ Varones menores de 14 años ó mayores de 55 años.
- ◊ Personas con hipertensión diagnosticada previamente.
- ◊ Persona con infecciones en fase aguda.
- ◊ Con un excedente de masa grasa por arriba del 20%.
- ◊ Quienes hayan ingerido medicamentos tales como: β bloqueadores, antagonistas del

calcio, inhibidores de la ECA, estimulantes del sistema nervioso central u otro de tipo cardiotónico.

- ◊ Varones con IAM menos de 10 días de instalado.
- ◊ Varones con ángor inestable y/o prolongada, clase III y IV.
- ◊ Varones con taquiarritmia supraventriculares no controladas.
- ◊ Con bloqueo AV completo o de segundo grado (Mobitz II), para sedentarios.
- ◊ Varones que presenten taquicardia ventricular pre - esfuerzo.

3.7.4. ELIMINACIÓN PARA TODA LA MUESTRA.

Evaluados que por cualquier motivo no realicen una prueba de esfuerzo maximal

3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

3.8.1. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Instrumento de investigación: para la captura de los resultados de la prueba de esfuerzo se utilizó el formato propio del laboratorio (formato número 1), así mismo se elaboró una cédula de captura (formato número 2), con opciones cerradas a fin de obtener los factores de riesgo de enfermedad hipertensiva, historia médico deportiva, actividad laboral, datos de laboratorio, datos de antropometría, electrocardiograma en reposo, tipo de prueba real, TAS de reposo y máxima, TAD de reposo y máxima, respuesta presora, respuesta cronotrópica, consumo de oxígeno MÊts de trabajo realizado, motivo de suspensión de la prueba.(ver anexo 1).

3.8.2. PROCEDIMIENTO PARA RECOLECTAR LA INFORMACIÓN

Con técnica de entrevista se realizó interrogatorio directo para obtener los datos necesarios para llenar el formato de captura número 2; de igual manera se interrogaron los antecedentes personales patológicos para descartar a los sujetos con alguna contraindicación para la realización de la prueba.

Observación directa: A través de la realización de la prueba de esfuerzo, de los registros de la frecuencia cardíaca y auscultación de la TA en el pre, trans y post esfuerzo, de la interpretación de la prueba de esfuerzo calculando la respuesta presora, respuesta cronotrópica, Mets, valoración de la TAS y TAD. Los datos se concentraron en una base de datos para su posterior procesamiento.

3.8.3. RECURSOS.

3.8.3.1. RECURSOS HUMANOS:

Investigador (pasante de servicio social)
Médico de la Actividad física y deportiva
Dos Licenciadas en enfermería y Obstetricia
Licenciado en psicología para asesoramiento estadístico en informática

3.8.3.2. RECURSOS MATERIALES:

Laboratorio de Ergometría.
Dos bandas sin fin Q 5000
4 Transmisores de telemetría.
3 Esfigmomanómetros
Cédulas de captura de los laboratorios de Antropometría, Pruebas bioquímicas e Historia clínica.
ECG de reposo y valores de espirometría de reposo.

3.9. TABULACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.

Los datos obtenidos fueron concentrados en cédulas para realizar una base de datos en sistema computarizado, utilizando el programa de estadística Excell 7.0 y el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (*The Statistical Package for the Social Sciences* "SPSS"), para procesarlos tomando en cuenta las variables e indicadores así como los subgrupos de la muestra.

Las pruebas estadísticas utilizadas para someter a comprobación la hipótesis fueron el coeficiente de Correlación Simple de Pearson, (modelo rectilíneo. Dado que el valor de este coeficiente se compara con los valores críticos de r en función de la probabilidad, tomando en cuenta los grados de libertad, se calcularon estos grados utilizando la siguiente fórmula $gl = N - 1$ para cada grupo; así se aprecia que con 19 grados de libertad existen las cifras de $r = 0.43$ y $r = 0.53$ para los niveles de significancia $p=0.05$ y $p=0.01$ respectivamente, que fueron utilizados en esta investigación. Estas correlaciones se hicieron cruzando cada uno de los indicadores de las variables independientes con cada uno de la variable dependiente, por tener unidades de medición propias. A sí mismo se calculó r^2 que nos indica el grado de asociación entre las variables (regresión lineal) y se multiplicó por 100 para obtener el porcentaje de los cambios de la variables dependiente debidos a la variable independiente. Los resultados obtenidos se muestran en tablas y gráficas (anexo 2 y 3).

IV. RESULTADOS.

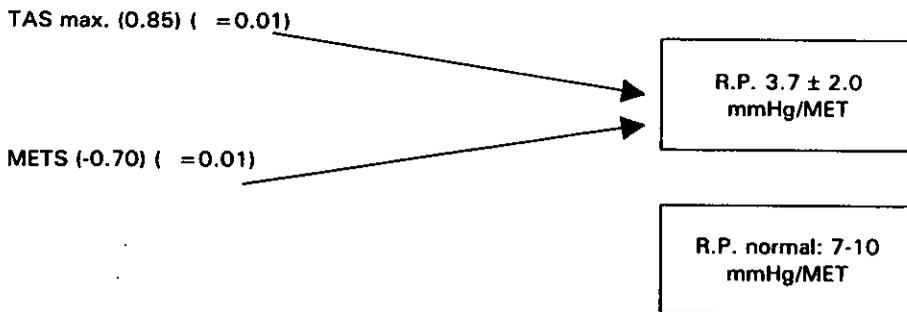
4.1. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.

Para comprobación de hipótesis se utilizaron las pruebas de Coeficiente de Correlación de Pearson y de regresión lineal (r^2).^{78 79}

HIPÓTESIS DE TRABAJO: *"La prevalencia de respuesta presora hipertensiva es mayor en los no entrenados que en los entrenados y la respuesta presora plana es característica de estos últimos"*

H1 *"La prevalencia de respuesta presora hipertensiva es mayor en los no entrenados que en los entrenados"*; se disprobó porque para el grupo de no entrenados la R.P. fue plana y no hipertensiva como se esperaba.

Aunque es motivo de otra investigación el indagar la razón por la cuál este grupo presentó una R.P. plana, probablemente este comportamiento se haya visto influenciado por situaciones tales como: a) una adaptación cardiovascular previa, b) la R.P. plana no sea exclusiva de los sujetos entrenados y se pueda decir, entonces, que es un atributo de la población mexicana, ello porque este grupo tuvo un desempeño en la banda muy bueno, lo cual habla de una buena capacidad física, c) Factores no controlados como la temperatura, el ruido, la humedad, etc. tengan un participación importante en este tipo de respuesta.



Para este grupo la correlación positiva entre TAS max y R.P. nos revela que a medida que aumenta la TA sistólica al esfuerzo, se incrementa la respuesta presora.

Los METs se correlacionan en forma negativa, lo que significa que a medida que aumenta la carga de trabajo la R.P es menor.

⁷⁸ Castilla Serna, Luis "Estadística simplificada" pp.312-321.

⁷⁹ Daniel. "Bioestadística: bases para el análisis de las ciencias de la salud" pp.491-507

H2 "La respuesta presora plana es característica de los sujetos entrenados"; se comprobó porque en este grupo la R.P. fue plana, tal como se esperaba.

TAS max. (0.85) ($r = 0.01$)



R.P. 3.0 ± 1.2
mmHg/MET

R.P. normal 7- 10
mmHg/MET

De los indicadores de la R.P. sólo fue significativo la TAS max. la correlación fue positiva lo que significa que a mayor Tensión arterial máxima en esfuerzo, mayor más plana será la R.P.; esto se debe a un mayor flujo sistólico, producto de una adaptación cardiovascular

Con el objeto de hacer un análisis deductivo del fenómeno en estudio, se realizó la siguiente hipótesis descriptiva:

H1 "La respuesta presora en los sujetos no entrenados está influenciada por la edad, la capacidad funcional (VO_2), la carga de trabajo (METs), los niveles de colesterol, triglicéridos y excedente de masa grasa, en kilogramos y porcentaje".

EDAD ($r = 0.68$) ($r^2 = 0.46$)



TG ($r = 0.52$) ($r^2 = 0.27$)



VO_2 ($r = -0.69$) ($r^2 = 0.47$)



R.P. 3.7 ± 2.0
mmHg/MET

Esta hipótesis se comprobó porque la R.P. se correlacionó con la edad, los triglicéridos, y el consumo de oxígeno, no así con el colesterol, glucosa y excedente de grasa.

H2 "La respuesta presora en sujetos entrenados de resistencia aeróbica, fútbol asociación (FBS) y fútbol americano (FBA) está influenciada por el VO_2 , los METs, el tiempo de práctica deportiva (Ant. Dep.), las horas de entrenamiento a la semana (EHS)".

Para resistencia:

R.P. 3.0 ± 1.0
mmHg/MET

Para FBS:

EHS ($r = 0.53$) ($r^2 = 0.28$)

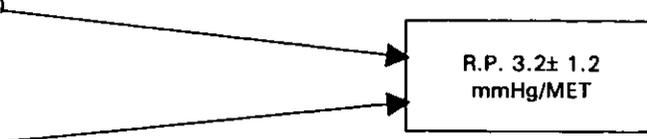


R.P. 2.6 ± 1.2
mmHg/MET

Para FBA:

Ant. Dep. ($r=0.56$) ($r^2 = 0.32$)

EHS. ($r=0.49$) ($r^2 = 0.24$)



R.P. 3.2 ± 1.2
mmHg/MET

Esta hipótesis se comprobó porque la R.P. se correlacionó para FBS con el EHS, para FBA con el tiempo de práctica deportiva y con las horas de entrenamiento; para resistencia no hubo correlación.

4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La primera fase en el análisis de los datos fue el obtener las medidas de tendencia central como lo es el promedio y la media, con el objeto de resumir en sí todas las mediciones. Además se trabajaron medidas de dispersión como varianza y desviación estándar para conocer las características de distribución de cada una de las variables.

La muestra estudiada fue de 80 varones, divididos en 4 grupos de 20 sujetos cada uno en las siguientes categorías: No entrenados, Entrenados en Resistencia, Entrenados en Fútbol Asociación -equipo profesional de primera división (Cruz Azul) - y Entrenados en Fútbol Americano -equipos representativos de la UNAM.

Con base en esa clasificación se describen los resultados como siguen:

El comportamiento de la muestra fue el siguiente; para el grupo de No entrenados el promedio de edad fue de 30.4 años; 71.7 Kg peso; estatura 1.70 mts.; 44.9 ml/Kg/min de consumo de oxígeno; 12.7 METs; 3.7 mmHg/MET (R.P.); 9.7 lat/MET (R.C.); 121.7 mmHg de TAS reposo; 167.5 mmHg de TAS max.; 84.5 mmHg de TAD reposo; 80.0mmHg de TAD max.; 191.7 mg/dL colesterol; 217.7mg/dL triglicéridos; 84.4mg/dL glucosa; 3.4 % de excedente de masa grasa; 2.5 Kg de excedente de masa grasa.

Para el grupo de entrenados de Resistencia el promedio de edad fue de 32.8 años; 68.0 Kg peso; estatura 1.70 mts; 53.6 ml/Kg/min de consumo de oxígeno; 15.3METs; 3.0 mmHg/MET (R.P.); 8.4 lat/MET (R.C.); 121.2 mmHg de TAS reposo; 169.5 mmHg de TAS max.; 80.0 mmHg de TAD reposo; 69.0 mmHg de TAD max.; 199.5 mg/dL colesterol; 171.8mg/dL triglicéridos; 88.1mg/dL glucosa; 1.9% de excedente de masa grasa; 1.4 Kg de excedente de masa grasa; 5.1 años de práctica deportiva y 9.4 horas de entrenamiento por semana.

Para el grupo de entrenados de Fútbol Asociación el promedio de edad fue de 24.9 años; 69.1 Kg peso; estatura 1.73 mts; 56.8 ml/Kg/min de consumo de oxígeno; 16.0 METs; 2.6 mmHg/MET (R.P); 7.3 lat/MET (R.C.); 122.5mmHg de TAS reposo; 163.5mmHg de TAS max.; 76.6 mmHg de TAD reposo; 69.0 mmHg de TAD max.; 164.0 mg/dL colesterol; 120.5 mg/dL triglicéridos; 78.6 mg/dL glucosa; 4.1 % de excedente de masa grasa; 2.4 Kg de excedente de masa grasa; 9.9 años de práctica deportiva y 11.7 horas de entrenamiento por semana.

Para el grupo de entrenados de Fútbol Asociación el promedio de edad fue de 22.2 años; 79.3Kg peso; estatura 1.73 mts; 48.6 ml/Kg/min de consumo de oxígeno; 13.8 METs; 3.2 mmHg/MET (R.P); 8.6 lat/MET (R.C.); 117.2 mmHg de TAS reposo; 160.0 mmHg de TAS max.; 74.5 mmHg de TAD reposo; 66.3 mmHg de TAD max.; 159.1 mg/dL colesterol; 95.8 mg/dL triglicéridos; 81.8 mg/dL glucosa; 4.7 % de excedente de masa grasa; 3.3 Kg de excedente de masa grasa; 10.3 años de práctica deportiva y 17.1 horas de entrenamiento por semana.

Respecto al análisis correlacional se obtuvo lo siguiente:

En el grupo de los No entrenados el aumento de la respuesta presora se vió asociado a la edad (fig. 10), a la tensión arterial sistólica máxima en esfuerzo (fig. 12), a la tensión arterial diastólica máxima en esfuerzo (fig. 13) en un 27% y a los niveles de triglicéridos (fig. 11) en un 28%. No obstante que estas variables influyen en el incremento de la respuesta presora, el comportamiento observado en este grupo fue, también, del tipo plana. Los factores asociados a este comportamiento fueron: la carga de trabajo medida en METs (fig. 15) y el consumo de oxígeno (VO_2) (fig. 14); es decir, la capacidad funcional de los sujetos, que en este caso fue buena para ser sedentarios. Tanto el VO_2 como los METs se correlacionaron en forma negativa con la respuesta presora; ello indica que a mayor carga de trabajo y, por consiguiente, mayor consumo de oxígeno, menor será el incremento de la respuesta presora; es decir, será más plana (tabla núm 1 y 2).

Dado que en el grupo de los entrenados no se correlacionó el aumento de la respuesta presora con la TAD max refleja la buena adaptación cardiovascular ante el esfuerzo físico de estos sujetos; es decir, la tensión arterial diastólica en esfuerzo tendió a disminuir no a incrementarse; lo mismo acontece con la edad, no importa para los entrenados esta variable en el incremento o decremento de la respuesta presora, mas bien depende de la adaptación que se tiene ante el estrés físico.

En el grupo de entrenados de Resistencia no se observó correlación entre alguna de las variables o indicadores independientes (VO_2 , R.C., METs, Ant. Dep., Entrenamiento etc.) con la respuesta presora; se desconoce la causa de este fenómeno aunque creo que pudiera ser el deporte como tal, debido a que su ejecución y entrenamiento es predominantemente aeróbico; por ende, los cambios y adaptaciones cardiovasculares influyen directamente en la disminución de la respuesta presora. Llama la atención en este grupo, al igual que en el de los no entrenados, que el VO_2 disminuya al aumentar la edad de los sujetos (tabla núm. 7).

Para los grupos de entrenados en Fútbol Asociación y Fútbol Americano la respuesta presora se vio asociada, para que fuera plana, en el primer caso, únicamente por el entrenamiento en horas a la semana (fig. 18) más que por el tiempo en años de práctica deportiva; lo contrario pasa con los de Americano, donde se necesita más tiempo de práctica en años (figs. 20 y 21) para que se de una respuesta presora plana; la fuerza de asociación fue de un 32% para la Ant. Dep. y de un 25% para las horas de entrenamiento por semana (tablas 11 y 17). Esto se explica porque en Fútbol Americano el entrenamiento y la ejecución del deporte es más de potencia anaeróbica que de resistencia aeróbica, por ello es necesario más tiempo de práctica para obtener una respuesta presora plana; para Fútbol Asociación es más importante las horas de entrenamiento a la semana. En ambos grupos el incremento en la respuesta presora plana obedece a un aumento en la TAS max. (figs. 19 y 22); éste, a su vez, es producto de un mayor volumen sistólico y de un aumento en el grosor del miocardio.

Para los grupos de No entrenados, Entrenados en Resistencia y Entrenados en Fútbol Asociación (tablas num. 2,7 y 18) existe una correlación muy significativa ($r=0.99$; $p=0.01$) entre el consumo de oxígeno y los METs con una asociación del 100% para Resistencia y Fútbol Americano y del 99% para los No Entrenados, lo que refleja la óptima capacidad física de estos individuos. Esta correlación (VO_2 -METs) no se presentó en Fútbol Asociación pero se observó la asociación entre la tensión sistólica máxima en esfuerzo con las horas de entrenamiento a la semana ($r=0.52$; $p=0.05$) (tabla núm. 13) ello indica que no importa la carga de trabajo que se realice para obtener un incremento en el VO_2 y , por tanto, una buena condición física, más bien depende de las horas que se entrene y de la adaptación vascular a nivel periférico ante es estrés físico (TAS max). Un dato importante es que el consumo de oxígeno de los entrenados en Fútbol Asociación fue mayor en comparación al resto de la población estudiada; la respuesta presora también fue menor.

Por otra parte, la Tensión sistólica máxima se incrementa en los no entrenados debido a un aumento en los niveles de glucosa en sangre (tabla núm 3); para los sujetos entrenados no existe esta correlación, no obstante que los niveles de este carbohidrato fueran mayores, es el caso de el grupo de Fútbol Asociación. Esto se explica porque la TAS en esfuerzo al ser controlada por el sistema nervioso autónomo y siendo la adrenalina un elemento importante en este proceso; esto trae como consecuencia que dicha hormona actúe en el catabolismo del glucógeno, provocando un incremento en los niveles séricos de glucosa.

Tanto en los jugadores de Fútbol Asociación como en los No Entrenados el excedente de masa grasa, en porcentaje o en kilogramos, se correlacionó con el aumento en la TAS max (tablas núm. 3 y 14) a pesar de que es mayor el promedio de excedente en porcentaje en el grupo de No Entrenados, en comparación con el grupo de Fútbol Asociación, el valor r fue mayor en estos últimos ($r=0.46$) lo cual traduce que los jugadores de Fútbol Asociación no se pueden permitir un aumento mayor al promedio observado dado que están sometidos a un estrés físico constante, en comparación al grupo de No Entrenados. En otras palabras, el grupo de No Entrenados necesita solamente un exceso en la masa grasa en un porcentaje mayor para que se de un aumento en la TAS max , mientras que en el grupo de entrenados de Fútbol Asociación también se necesita un incremento en kilogramos. Para el grupo de entrenados de Resistencia la correlación observada entre la tensión sistólica máxima en esfuerzo y el excedente de masa grasa (% y Kg) fue negativa (tabla núm. 8) y aunque parezca carente de sentido es importante señalar más que excedente en este grupo se observó un déficit, de igual manera hubo quienes tuvieron una composición ideal para esta

actividad; por tanto, esta correlación se interpretó de la siguiente manera: entre más equilibrio haya en la composición corporal, la TAS max no se incrementará demasiado. Es decir, si en estos sujetos se presentara un excedente de masa grasa, más que un valor ideal o déficit, la tensión sistólica en esfuerzo sí se incrementaría como en el caso de los otros grupos. Para el grupo de Fútbol Americano no se dio asociación alguna con el aumento o disminución en la TAS max.

La Tensión Sistólica de reposo (TAS rep), en el grupo de No Entrenados, se correlacionó de manera positiva con la glucosa; si la glicemia aumenta la TAS de reposo también lo hace, lo contrario sucede con el grupo de Resistencia (tablas 4 y 9) -al aumentar los niveles de glucosa disminuye la tensión sistólica de reposo- esto es explicado porque después de un entrenamiento de larga duración la glicemia tiende a ser mayor, esto como parte de un mecanismo compensatorio a fin de evitar una hipoglicemia post-esfuerzo. Por otro lado, la asociación positiva del colesterol y triglicéridos, en el caso de los grupos de Resistencia y Fútbol Asociación, se explica porque el tipo de entrenamiento de estos grupos el sustrato energético de mayor demanda son los ácidos grasos libres; esto conlleva a un aumento en los TG y Col. por mecanismos bioquímicos normales para los sujetos no entrenados.

El excedente de masa grasa en kilogramos se asoció con el aumento de la TAS de reposo en los grupos de Fútbol Americano y Fútbol Asociación (tablas 14 y 21); en el primer caso el grado de asociación es mayor, (39% y 21% respectivamente) este fenómeno se comprende porque en Fútbol Americano los jugadores deben de tener un peso determinado, muchas de las veces éste es a expensas de la masa grasa y no de la masa muscular.

En los entrenados de Fútbol Asociación la correlación positiva entre el excedente de masa grasa en porcentaje y kilogramos con la tensión arterial diastólica de reposo indica que ésta se incrementa conforme aumenta dicho excedente. Esta relación no se presentó en el grupo de No Entrenados, no obstante que el promedio en esta variable fue mayor. Por otra parte, la correlación negativa observada en el grupo de Resistencia nos revela que entre más se este en una composición corporal adecuada, el incremento en la TAD de reposo será menor; no se observó correlación entre la TAD de reposo y el excedente de masa grasa para el grupo de Fútbol Americano, a pesar que su promedio es mayor al resto de la población de entrenados.

Finalmente en Fútbol Americano la tensión arterial diastólica máxima en esfuerzo se vio incrementada por el aumento en los niveles de TG; esto se debe, probablemente, al tipo de alimentación de estos jugadores.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En este apartado primeramente se hará mención a las conclusiones referentes a los resultados de la investigación, posteriormente en relación al papel del Licenciado en Enfermería y Obstetricia en el área deportiva.

Con base al análisis realizado se concluye lo siguiente:

La respuesta presora en el grupo de No Entrenados se comportó semejante a la del grupo de Entrenados; es decir, presentaron una respuesta de tipo plana a pesar de que hay variables asociadas al incremento, en milímetros de mercurio por MET., de la Tensión Arterial.

Para los sujetos Entrenados esta respuesta presora plana es sinónimo de una buena adaptación cardiovascular y no necesariamente de una patología como por ejemplo insuficiencia ventricular. Las horas de entrenamiento, los años de práctica deportiva, el consumo de oxígeno y los METs de trabajo son factores importantes para que se de una respuesta presora plana.

Para los sujetos No Entrenados la respuesta presora plana tampoco es indicativo de enfermedad cardiovascular, dado que la prueba de esfuerzo resultó negativa para la detección de enfermedad coronaria o hipertensiva. Por otro lado el rendimiento físico de este grupo fue muy bueno, incluso su consumo de oxígeno estuvo en el promedio ideal, ello nos habla de su buena capacidad funcional y de su buen estado de salud.

La valoración de una respuesta cardiovascular hipertensiva, tanto en sujetos No Entrenados como en los Entrenados, debe estar condicionada por la interpretación y análisis individual de la TA sistólica y diastólica de reposo y esfuerzo, más que por el cálculo de la respuesta presora como tal.

Para los jugadores de Fútbol Asociación un aumento en el excedente de masa grasa en porcentaje y kilogramos es un elemento clave en el incremento de la TA sistólica máxima en esfuerzo; para los No Entrenados solamente se necesita un excedente en porcentaje.

La composición corporal, de acuerdo a la actividad física realizada, es importante en el aumento de la TAD, entre menor sea el equilibrio entre los componentes del somatotipo, principalmente el de la masa grasa, la TAD de reposo tenderá a incrementarse.

Es necesario el crear parámetros específicos para la valoración de la respuesta presora, tanto para los Entrenados como para los No Entrenados, si es que se desea valorar el comportamiento cardiovascular, por medio de este parámetro, dado que ninguno de los sujetos estudiados alcanzaron las cifras de 7 -10 mmHg/MET. Se cuestionan estos valores, a pesar que constantemente se refieren en la literatura como los "normales".

En suma, la investigación alcanzó y rebasó los objetivos planteados al inicio dado que no sólo se identificó el tipo de respuesta presora y su relación con los METs, los probables factores que intervienen en ello, si no que se descubrió que el comportamiento de la respuesta presora en los No entrenados es similar al de los sujetos Entrenados, y no hipertensiva como se esperaba o "normal" como se refiere en la literatura; esta situación da pauta para nuevas investigaciones, es Enfermería quien hace este hallazgo y propuesta.

Al realizar esta investigación se pudo constatar la necesidad de un trabajo multidisciplinario en favor de la salud del individuo enfocado, principalmente, en un primer nivel de atención. Sin embargo son pocas las experiencias en el ámbito de enfermería que responden a esta necesidad, ello porque en su origen a la Enfermería se le enseñó de acuerdo a las necesidades del médico, aprendió a obedecer, a no actuar sin consultar, a ser dependientes; pero para dejar esa dependencia y no ser enfermeros de médicos sino profesionales con autonomía y libre albedrío, se hace cada día más impostergable que la Enfermería asuma a la investigación, dentro de sus competencias profesionales que van más allá de un ámbito hospitalario, como el camino idóneo para su desarrollo profesional. Dado que la Enfermería es, relativamente, recién nacida es esta área del quehacer profesional, es evidente que para generar el conocimiento propio es importante y necesario el apoyarse en otras profesiones v. gr. Nutrición, Medicina, Sociología, Economía y de diferentes disciplinas como lo son la informática, la física, la química, la estadística, la epidemiología, entre otras. En este sentido esta investigación se vincula con el quehacer de la Enfermería en un campo nuevo y poco explorado, donde se pueden desarrollar las capacidades del profesional de Enfermería.

Durante mi formación profesional mucho escuché sobre la atención primaria a la salud, y lo que ello conlleva: la prevención y el diagnóstico oportuno, aprendí la necesidad e importancia de incidir en situaciones potencialmente y previsibles, tal es el caso de las enfermedades crónico-degenerativas, esto con el propósito de coadyuvar a una mejor calidad de vida en el individuo.

La importancia de enfermería en esta investigación estriba precisamente en la prevención y el diagnóstico oportuno de una enfermedad crónico degenerativa en la que cada día son más los afectados: *la hipertensión arterial sistémica*. Es indiscutible la importancia de la presencia del licenciado en Enfermería en la realización de una evaluación morfofuncional, no sólo por su participación técnico-asistencial, sino porque se tiene la capacidad de decidir y discutir con el médico y los otros miembros del equipo de salud sobre el estado de salud de la persona evaluada; así como las acciones a implementar de acuerdo a los resultados que en sí nos de dicha evaluación; dentro de este examen funcional la valoración de la capacidad cardiovascular a través de una prueba de esfuerzo es fundamental. Con base en los conocimientos y habilidades adquiridas en la formación de pregrado y los proporcionados por esta rama de la medicina, se tiene la facultad no sólo de captar a los sujetos afectados por la hipertensión arterial sino también a los considerados sanos, pero que pueden convertirse en candidatos a ser hipertensos, dado el tipo de resultado que tuvieron en su test funcional, y a partir de ello crear programas específicos de promoción de la salud. Por otra parte es importante el poder y saber actuar ante grupos que se podrían considerar exentos de riesgos dado su estilo de vida, es el caso de los sujetos que practican un deporte pues no por el hecho de realizar una actividad física se esta exento de padecer una enfermedad crónica, además la actividad física también conlleva riesgos que deben ser prevenidos.

Gracias a la difusión de la actividad física como una vía aceptable, prácticamente al alcance de todos, para la prevención de enfermedades crónico-degenerativas, es importante que se eduque y oriente a la población en la forma de cómo se debe de iniciar en la práctica de una actividad física, cuáles son los beneficios y riesgos que ello implica y el cómo evitar y/o minimizar estos últimos, por tal razón es necesario: 1) involucrar al personal de Enfermería en esta área, dado que existe un vasto campo de acción poco explorado y 2) comprometerse

realmente, de manera activa, en el fomento a la salud, especialmente en la promoción de la actividad física, para ello debemos empezar por cambiar nosotros, empezar por nosotros mismos.

RECOMENDACIONES:

A La Subdirección De Investigación y Medicina Del Deporte:

Dar más apoyo a los pasantes de la Licenciatura en Enfermería para el buen devenir de las investigaciones que se plantean por parte de los pasantes, esto porque se tuvieron muchas limitaciones por parte del Departamento de Informática de dicha institución, así como de los recursos para el procesamiento estadístico.

Crear una área específica para el asesoramiento estadístico de las investigaciones, que se efectúen en el futuro, a cargo de personal especializado v. gr. Estadistas, Actuarios, etc.

En la medida de lo posible adecuar el laboratorio de ergometría para tener un control sobre factores como la humedad, temperatura, ruido, etc. a fin de evitar estímulos que interfieran en el desarrollo de la prueba de esfuerzo y consecuentemente en los resultados.

Realizar la continuación de esta investigación con un grupo control y con sujetos con factores de riesgo de enfermedad hipertensiva en individuos Entrenados y No Entrenados.

Realizar un estudio comparativo de la respuesta presora con prueba de esfuerzo en cinta ergométrica y cicloergómetro con el propósito de analizar si el comportamiento de esta respuesta es el mismo o en el cicloergómetro fuera "normal."

A La Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia:

Dado que el perfil del egresado contempla el manejo, en el primer nivel de atención, de la población deportista, es necesario el proporcionar el conocimiento básico sobre la fisiología del ejercicio, así como las características de la actividad física a los estudiantes de pregrado, para que puedan desenvolverse en esta área y la calidad de atención sea la adecuada.

Dar mayor difusión al ámbito deportivo, como una opción de desarrollo profesional, en el libre ejercicio de la profesión en un área no hospitalaria.

Apoyar a los proyectos de Investigación que se gesten en este ámbito, a fin de que el conocimiento de enfermería sea vasto y sobre todo porque se tiene la facilidad de desempeñarse en un marco realmente multidisciplinario donde el pasante de esta Licenciatura es importante.

A Los Entrenados y No Entrenados:

Vigilar el estado de entrenamiento, en el primer caso, a través de una valoración periódica de su capacidad funcional; no obstante la actividad física confiere beneficios a mediano y largo plazo, ello no quiere decir que jamás se puede ser candidato a hipertensiva, por tanto el seguimiento de los sujetos entrenados con una elevación de la TAS o TAD en esfuerzo es necesaria. En el caso de los no entrenados el realizar una valoración morfofuncional previa al

inicio de una actividad física es básico, de igual manera, esta actividad deberá estar estructurada metodológicamente y tener un seguimiento por parte del personal apropiado: médicos del deporte, entrenadores y licenciados en enfermería con la experiencia y el entrenamiento adecuado.

A los pasantes en Servicio Social:

Difundir el ámbito de la actividad física y el deporte como una opción diferente para el ejercicio independiente de la profesión.

Proponer investigaciones encaminadas a generar y acrecentar el acervo de conocimientos de la naciente *Ciencia de Enfermería*, en una relación multidisciplinaria, con miras en la prevención y detección oportuna de riesgos a fin de contribuir en la mejora de la calidad de vida del individuo.

No desistir en los intentos por demostrar la importancia de enfermería en el área de la actividad físico-deportiva, por más adversidades que se presenten, recuerden que un cambio no se genera de un día a otro.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anthony, Julie. Aspectos psicológicos del ejercicio en Clínicas de Medicina Deportiva . La prescripción del ejercicio. Vol 3 Año 1991. Ed. Interamericana.
2. American College of Sports Medicine Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription. Philadelphia, Lea & Febiger. USA 1990.
3. Astrand. Fisiología del ejercicio Ed. Interamericana. México, 1986
4. Baer, L., y Radichevich. " Cigarette smoking in hypertensive patients. Blood pressure and endocrine responses" *Am. J. Med.* (73), 1982; 348-353.
5. Castilla, Serna, Luis; Cravioto, Joaquín. Estadística simplificada para la investigación en ciencias de la salud. Ed. Trillas, México, 1981.
6. Cody J. Robert, et. al. "Exercise-induced secretion of atrial natriuretic factor and its relation to hemodynamic and sympathetic stimulation in untreated essential hypertension". *Am. J. Cardiol.* 1991; 68: 918-924.
7. Chaney, R. H. ;Eyman R. K: "Blood pressure at rest and during maximal dynamic and isometric exercise as predictors of systemic hypertension" *Am. J. Cardiol.* 1988;62: 1058-1061.
8. Chistlieb, R.A.; S.A. Krolewsky, H.J; Warram et al. "Is insulin the link between hypertension and obesity?" *Hypertension*, (supl. II) 1985; 54-57.
9. Dlin, R. A. et al " Follow-up of normotensive men with exaggerated blood pressure response to exercise". *Am. Heart J.* 1983; 106: 316-320.
10. Daly, A.P. "Hypertension in obesity and NIDDM. Role of insulin and sympathetic nervous system". *Diabetes care* pp.240-248
11. Duncan J. J. ; Farr, J. E.; Upton, J; Oglesby, M. E. ; Blair, S. N.; "The effects of aerobic exercise on plasma catecholamines and blood pressure in patients with mild essential hypertension. *JAMA.* 1985;254:2609-2613.
12. Ellestand, H. Myrvin. Pruebas de esfuerzo. Bases y aplicación clínica Ed. Consulta. España. 1987
13. Eggenberger, M., "Hypertension, diabetes mellitus and microangiopathy risk factors and its association" *Schweiz Rundsch Med. Prax.* 85 (5), 1994; 123-128.
14. Fagard, Robert, Janstaesen. "Relation of cardiac output at rest and during exercise to age in essential hypertension" *Am. J. Cardiol.* 1991;67: 585-589.

15. F rez, S. Sergio; Shapiro, R. Mario. Adaptaci3n cardiovascular a la prueba de esfuerzo. Ed. Salvat México, 1981.
16. Folkins CH, Sime WE. "Physical fitness training and mental health" *Psychol.* 1981;36: 373-389.
17. Frenk, J.J. L. Bobadilla, J. Sepúlveda. et al. "Health transition in middle income countries: new challenges for health care" *Health Policy and Planning* 4 (1), 1989; 29-39.
18. Frenk, Julio. Hacia un México saludable en *Nexos*. 1994
19. Gilders R.M. , Voner C, dudley G.A. "Endurance training and blood pressure in normotensive and hypertensive adults". *Med Sci Sports Exerc.* 21, 1989;629-636.
20. Goldberg, L. Elliot, D.L. "Fisiología y fisiopatología en el ejercicio físico" De. Interamericana-Mc Graw-Hill , México, 1985.
21. Gordon, N. F.; Scott, C. B.; Wilkinson, W. J.; Duncan, J. J. ; Blair, S. N. "Exercise and mild essential hypertension. Recommendations for adults". *Sports.Med.* 1990; (016):390-404.
22. Hanson, P; Nagle, F. "Isometric exercise, cardiovascular response in normal and cardiac populations". *Cardiol. Clin.* 1987; 5:157-170.
23. Harriet. P.,M., M. D. Duston "Obesity and hypertension". *Diabetes Care.* 14,1991; 488-500.
24. Heller. R.F., J. Jamart, P. Honore et al. "Serum lipoprotein (a) in patients with diabetes mellitus" *Diabetes Care*, 16 (5), 1993.819-823.
25. Jackson, A. S., et al. "Prediction of future resting hypertension from exercise blood pressure" *J. Cardiac Rehab.* 1983; 3: 263-26
26. Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure "The V report of the National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure" *Arch. Inter. Med.* pp. 1023-1038.
27. Kaplan "Hipertensi3n Clínica"s/f
28. Kiyonaga, A. Arakawa, K; Tanaka, H; Shido, M. "Blood pressure and hormonal responses to aerobic exercise". *Hypertension* .1985; 7: 125.131.
29. L3pez Chicharro , J. Fisiología del ejercicio. Ed. Panamericana, España, 1985.
30. Mackay, J. Heart and Minds en *Sim3n y Shuster*, comps. *The State of Health*, Atlas. Hong Kong.

31. Manfred, S. G., B.A.E. Jucha, "Blood pressure in smokers and non smokers. Epidemiologic findings" *Am. Heart. J.* 111,1982;932-934.
32. Martín, J. E.; Dubbert, P.M.; Cushman, W. C. "Controlled trial of aerobic exercise in hypertension" *Circulation.* 1990; 81: 1560-1567.
33. Merseli, F.H.; Clinical determinants and manifestatos of left ventricular hypertrophy. en Merseli; F.H., Ed. *The heart and hypertension*, NY. York Medical Books, pp.219-230
34. Moser, Marvin. Manual de hipertensión arterial. enfoque práctico. Ed. Pediátrica. Barcelona, 1977.
35. Naschtz, E. Jochanan, M.D.; Fred, Feber, M.D.; et al. "Comparision of the 10-minute supine-30-minute, tilt test with 24 hour ambulatory blood pressure for diagnosis of dystolic systemic hypertension" *Am. J. Cardiol.* 76; 1995:366-369
36. Nelson, L; Estler, Jennings; G. L. Korner, P. I. "Effect of changing levels of physical activity on blood pressure and haemodynamic in essential hypertension". *Lancet* 1986; 2: 473-476.
37. Pardaens, Korel; Tony Reybrouck, Lutgardthijs and Robert Fagard. "Prognostic significance of peak oxygen uptake in hypertension". *Med. Sci. Sports. Exerc.* 1996; 28 (7): 794-800
38. Pescatello, L. S.; Fargo, A. E.; Leach, C. N. Scherzen, H. H. "Short-term effect of dynamic exercise on arterial blood pressure" *Circulation* .19991; 83: 1557-1561.
39. Pi Sunyer, F.X, "Health implications of obesity". *Am.J. Clin. Nutr.* ,53 (supl.6),1991; s1595-s1603.
40. Pickening, T. G.; Harshfield, G. A.; Keinert, A. D.; Blank, S; Larash, J. H. "Blood pressure during normal daily activities, sleep and exercise: Comparison of values in normal and hypertensive subjects" *JAMA.* 1982; 247: 992-996.
41. Puddey, B. y., J. L. Beilin, R. Vancongen et al. "Evidence of direct efect of alcohol consumption on blood pressure in normotensive men. A randomized trial". *Hypertension* 7 (5),1985;707-713
42. Pollock, Michael; Schmidt, Donald. Heart disease and rehabilitation. Ed. Human Kinetics. U.S.A.,1995.
43. Querfeld, U., M. Lang, J.B. Friederich, "Lipoprotein (a) serum levels and apolipoprotein (a) phenotypes in children with chronic renal disease" *Pedistric Res.* 34 (6),1993;772-776.
44. Rimm, E. B. , E.L. Giovanucci. W.C. Willet et al. "Prospective study of alcohol consumption and risk of coronary disease in men". *Lancet*,338 (8756),1991;464-468.
45. Schager, B. R. and Ellestand, M. H. "The importance of blood pressure measurement

- during exercise testing" *Cardiovasc. Rev & Rpt.* 1983; 4 (3):381-394.
46. Serra, Grima J. Prescripción de ejercicio físico para la salud. Ed. Paidotribo. España. 1996.
47. Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología (SMNE). "Diagnóstico y tratamiento de las hiperlipidemias en México" (Recomendaciones de la SMNE). *Rev. Mex. Cardiol.* 2 (3),1991;1-9
48. Spiegelman, et al "Absolute fat mass, percent body fat, and body-fat distribution: which is the real determinant of blood pressure and serum glucose". *Am. J. Clin. Nutr.* 1992;55:1033-1044.
49. SS. Cuadernos de salud. Los retos de la transición: Hipertensión, Diabetes y enfermedades cardiovasculares: De sal, de dulce y de manteca. México, 1994.
50. SSA, Compensio histórico. Estadísticas vitales 1893-1993, SSA, México, 1993
51. SSA, Encuesta Nacional de Adicciones. Resultados Nacionales Dirección General de Epidemiología, Secretaría de Salud. México, 1988
52. SSA, Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas, SSA, México, 1993
53. SSA, Perfiles estadísticos, No.3 Enfermedades del corazón. (series monográficas), SSA, México. 1992
54. Tanji, L. Jeffrey. El ejercicio y el deportista hipertenso, en *Clinicas de Medicina Deportiva. Problemas médicos*. P.87, Vol.2 Año 1991. Ed Interamericana.
55. Tapia-Conyer, R. M. M. Medina, J. Sepúlveda et al. "Encuesta Nacional de Adicciones en México", *Sal. Pub. Méx.* 32 (5) ,1990; 507-522
56. Tripton, C. M. "Exercise. training and hypertension: An update." *Exerc. Sports. Sci. Rev.* 1991; 19: 447-505.
57. UNAM, ENEO. "Plan de estudios de la licenciatura en enfermería y obstetricia". Dpto. de multigrafía de la ENEO , México, 1992.
58. Van Hoof, Roger; Peter Hespel, Dsc, Robert Fagard, et al "Effect of endurance training on blood pressure at rest, during exercise and during 24 hours in sedentary men": *Am. J. Cardiol.* 1989;63:945-948.
59. Williams, R.R., C.S. Hunt, N.P. Hopkins et al. "Familial dyslipidemic hypertension. Evidence from 58 Utah families for a syndrome present in approximately 12 % of patients with essential hypertension" *JAMA*, 259(24),1988;3579-3585.

60. Williams, R. R. J.S. Hasstedt, E.D. Wilson et al, "Evidence that men with familial hypercholesterolemia can avoid early coronary death. An analysis of 77 gene in four Utah pedigrees" JAMA, 225 (2), 1986; 219-224

61. Wilson, N.V. and Meyer. "Early prediction of hypertension using exercise blood pressure". *Prev. Med.* 1981; 10:62-68

A N E X O

1

Formato No. 1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
SUBDIRECCION DE INVESTIGACION Y MEDICINA DEL DEPORTE
LABORATORIO DE ERGOMETRIA PROTOCOLO BRUCE



NOMBRE _____ EDAD _____
FECHA _____ SEXO _____
DEPORTE _____
FECHA DE NACIMIENTO _____ PESO _____ TALLA _____
POSICION _____
CATEGORIA _____
ANTIGÜEDAD _____
HORAS A LA SEMANA _____

ETAPA	VELOCIDAD	INC%	TIEMPO	MONITOR FC	T/A mmHg
Reposo	0	0	0		/
I	1.7 (2.7)	10	3		/
II	2.4 (3.9)	12	3		/
III	3.4 (5.5)	14	3		/
IV	4.2 (5.8)	16	3		/
V	5.0 (8.0)	18	3		/
VI	5.5 (8.8)	20	3		/
VII	6.0 (9.7)	22	3		/

RECUPERACION		
TIEMPO	F.C.	T/A mmHg
1		/
3		/
5		/
10		/

GRUPO	FCMT
V02/Kg Requerido	FCMR
	%FCM

Tiempo total en banda	Respuesta presora mmHg/min	V02/Kg/min	mets
Doble producto	Respuesta cronotrópica Lat/min	RFA	%

MOTIVO DE LA SUSPENSIÓN DE LA PRUEBA	DISNEA
FATIGA <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALTERACIONES EN LA T.A. <input type="checkbox"/>	DOLOR PRECORDIAL <input type="checkbox"/>
ANOMALIAS EN EL E.C.G. <input type="checkbox"/>	MAREOS <input type="checkbox"/>
	SOBREPASAR FCMT <input type="checkbox"/>

ELECTROCARDIOGRAMA	
NEGATIVO	<input type="checkbox"/>
POSITIVO	<input type="checkbox"/>
DUDOSO	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS _____

**PROCOLO DE INVESTIGACION
RESPUESTA PRESORA
FORMATO DE CAPTURA
SUBDIRECCION DE INVESTIGACION DE MEDICINA DEL DEPORTE
LABORATORIO DE ERGOMETRIA
PROCOLO DE BRUCE**

NOMBRE _____ EDAD _____ PESO _____ F. DE NACIMIENTO _____
FECHA _____ SEXO _____ TALLA _____ FOLIO No _____

ACTIVIDAD FISICA	Deporte _____	ANTECEDENTES FAMILIARES	ACTIVIDAD LABORAL
Sedentario <input type="checkbox"/>	Posición _____	Hipertensión <input type="checkbox"/>	Estudiantes <input type="checkbox"/>
Recreativo <input type="checkbox"/>	Categoría _____	Diabetes <input type="checkbox"/>	Trabajador <input type="checkbox"/>
Entrenado <input type="checkbox"/>	Antigüedad _____	Cardiopatía <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
Aeróbico <input type="checkbox"/>	Hrs/semana _____		_____
Anaeróbico <input type="checkbox"/>			_____
Mixto <input type="checkbox"/>			_____

DAIOS DEL LABORATORIO	HABITOS	HABITOS
Coolesterol _____ mg/dl	Tabaquismo si no _____	Alcoholismo si no _____
Triglicéridos _____ mg/dl	Años _____	Años _____
Glucosa _____ mg/dl	Frecuencia _____	Frecuencia _____
Excedente _____ %	No cigarrillos _____	Cantidad _____
de grasa _____ kg		

PRUEBA ERGOMETRICA

ELECTROCARDIOGRAMA PRE-ESFUERZO	INDICACION PARA EFECTUAR LA PRUEBA
Normal <input type="checkbox"/>	Valoración capacidad funcional <input type="checkbox"/>
Isquemia <input type="checkbox"/>	Valoración respuesta presora <input type="checkbox"/>
Infarto antiguo <input type="checkbox"/>	Detección de enfermedad isquémica <input type="checkbox"/>
Bloq. Ram. det. <input type="checkbox"/>	Miocardíaca <input type="checkbox"/>
Otro _____	Otro _____

MOTIVO DE SUSPENSION DE LA PRUEBA	TIPO DE PRUEBA REAL
FC. esperada <input type="checkbox"/>	Maximal <input type="checkbox"/> FCA/FCE _____ %
Dolor precordial <input type="checkbox"/>	Submaximal <input type="checkbox"/> RP _____ mmHg/met
Disnea <input type="checkbox"/>	Supramaximal <input type="checkbox"/> Plana <input type="checkbox"/>
Fatiga muscular <input type="checkbox"/>	Inadecuada <input type="checkbox"/> Hipertensiva <input type="checkbox"/>
Debilidad Gen. <input type="checkbox"/>	FC esperada _____ Res. Cronotrópica _____
Voluntario <input type="checkbox"/>	FC alcanzada _____ Lat/met

Métodos.

1. PREPARACIÓN DEL PACIENTE PARA LA PRUEBA DE ESFUERZO.

Los sujetos se presentaron en las siguientes condiciones:

Con historia clínica sin contraindicaciones para realizar la prueba de esfuerzo, con toma de muestras sanguíneas para las pruebas bioquímicas, con su perfil antropométrico; ECG en reposo, normal para ambos (entrenados y no entrenados). La ingesta de alimentos fue espaciada de 2 a 3 hrs. antes de la prueba, para evitar el efecto de redistribución de flujo sanguíneo; se les pidió se presentaran con ropa deportiva adecuada.

A cada evaluado se le explicó las características de la prueba y el objetivo de la misma; importante para obtener el consentimiento verbal y reducir el estrés que ésta pudiera generar antes de realizarla. Se realizó una cuidadosa preparación de la piel; en el sitio de colocación de los electrodos para que se adherieran con firmeza y se conectaron al transmisor para obtener trazos ECG útiles y ausentes de artificios.

Se le explicó a los evaluados como debían caminar sobre la banda para evitar en lo posible descargar el peso del cuerpo sobre la barra de sostén, para que no empuñaran la barra a fin de evitar ejercicio isométrico y sobre todo para que no perdieran el equilibrio y cayeran.

Se advirtió que mencionaran de inmediato, si percibían cualquier sensación anómala: mareos, dolor torácico, disnea, náusea, sensación de vómito, de igual manera cuando percibieran el momento de su máximo esfuerzo.

2. ELECCIÓN DEL ESQUEMA DE APLICACIÓN DE CARGAS.

Se seleccionó el protocolo de Bruce; el cual está diseñado para etapas de 3 min. iniciándose a 1.7.mph al 10 % de inclinación, continuándose con incrementos del 2 % de pendiente y 0.8 mph por cada etapa.

Este protocolo está universalmente aceptado, validado y considerado como el más adecuado para la evaluación cardiológica de la población entrenada y no entrenada.

3. DERIVACIONES ELECTROCARDIOGRÁFICAS.

Se valorará el trazo electrocardiográfico al momento de realizar la prueba de esfuerzo utilizando la derivación CM5, donde el electrodo positivo, LA, se coloca del cuarto a sexto espacio intercostal izquierdo al nivel de la línea axilar anterior; el electrodo negativo, RA, en el primero o segundo espacio intercostal derecho sobre la línea paraesternal; el electrodo indiferente, RL, puede colocarse en el hemitórax derecho, en el sexto espacio intercostal

derecho. Esta derivación es favorecida por muchos investigadores por su alto índice de sensibilidad para detectar los cambios en la dirección del segmento ST.

4. CONTROLES HEMODINÁMICOS NO INVASIVOS.

Al mismo tiempo que se haga la observación electrocardiográfica, en el monitor, se auscultó la tensión arterial y registró la frecuencia cardíaca.

4.1. REGISTRO DE LA TENSIÓN ARTERIAL.

PRE-ESFUERZO: Se utilizó la técnica de la OMS (posición decúbito dorsal) modificada por el propósito del estudio (posición orto): Con el sujeto de pie y el brazo izquierdo en posición anatómica, sin contracción muscular, se coloca el brazalete cuidando que el borde inferior de la bolsa de goma quedara 2 cm. por arriba del pliegue de flexión del codo, identificando el pulso braquial (PB) se insufló llevando la columna hasta 20 mm/Hg arriba de donde desapareció éste. La campana del estetoscopio se colocó donde se localizó el PB y lentamente se desinsufló la bolsa de goma del brazalete a razón de 2 mm/Hg/seg. El primer ruido que se escuchó indicó la TAS y la *desaparición* del mismo (fase V de Korotkoff) la TAD.

TRANS - ESFUERZO.

Treinta segundos antes de finalizar cada etapa (3 min) del protocolo de Bruce se inició la auscultación de la TA hasta llegar al momento del máximo esfuerzo. Para asegurar que los datos de la TA sean fidedignos el registro se hará por tres testigos: el investigador, el médico responsable del laboratorio y la enfermera del mismo.

POST - ESFUERZO.

Una vez terminado el ejercicio en la banda se auscultó la TA a los minutos 1, 3, 5 y 10 de la recuperación; incluso hasta el minuto 15 cuidando de la técnica ya citada.

NOTA: En etapas avanzadas de la prueba de esfuerzo se tuvo especial cuidado e importancia en la auscultación de los ruidos para no confundirlos con los roces de la campana del estetoscopio con la piel, con el movimiento de los tubos del manguito; valorando erróneamente la TAS. Para evitarlo se tomó en cuenta que, salvo en personas con arritmias, la TAS es aquella en la que se ausculta el primero de una serie de ruidos rítmicos. a demás que una irregular desinsuflación del manguito puede provocar bruscas caídas de la columna de mercurio y muchas posibilidades de registrar, como mínimo, una tensión sistólica errónea.

5. CRITERIOS DE INTERRUPCIÓN DE LA PRUEBA DE ESFUERZO.

1. Cuando se alcance la frecuencia cardíaca máxima teórica. (Esta se calcula al restar a la constante 220 la edad en años.)
2. Por voluntad del evaluado, cualquiera que sea el motivo
3. Con la aparición de algunos de los siguientes elementos clínicos o electrocardiográficos:

A) Clínicos.

Síntomas:

- ◊ Angina de pecho
- ◊ Mareos
- ◊ Disnea intensa
- ◊ Claudicación de miembros inferiores
- ◊ Fatiga extrema

Signos:

- ◊ Marcha atáxica
- ◊ Palidez marcada
- ◊ Disminución de la TA
- ◊ Sobre pasar la FCMT
- ◊ TAS mayor de 230mmHg
- ◊ TAD mayor o igual a 130

B) Electrocardiográficos:

- ◊ Arritmias paroxísticas
- ◊ Extrasístoles multifocales
- ◊ Extrasístoles bigeminadas
- ◊ Extrasístoles ventriculares más de 10 por minuto
- ◊ Supradesnivel del ST mayor a 1mm.
- ◊ Bloqueo AV de 2° ó 3° grado
- ◊ Aparición de bloqueo bi o trifascicular.

A N E X O

2

Resultados.

TABLA No. 1

CORRELACIÓN DE LA RESPUESTA PRESORA Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE LOS NO ENTRENADOS.

Y	X	r	$\rho >$	r^2	%
R.P.	EDAD	0.68	0.01	0.469	47
Y	X	r	$\rho >$	r^2	%
R.P.	VO ₂	-0.69	0.01	0.475	48
Y	X	r	$\rho >$	r^2	%
R.P.	METS	-0.79	0.01	0.502	50
Y	X	r	$\rho >$	r^2	%
R.P.	TASmx.	0.85	0.01	0.735	74
Y	X	r	$\rho >$	r^2	%
R.P.	T.G.	0.52	0.05	0.279	28
Y	X	r	$\rho >$	r^2	%
R.P.	TAD mx.	0.51	0.05	0.267	27

N= 20

Interpretación:

La respuesta presora (R.P.) se incrementa conforme aumenta la edad de los sujetos; la fuerza de asociación es de un 47%.

La R.P. se incrementa conforme aumenta la concentración de triglicéridos (TG); el 28% de los cambios en la R.P. depende de los niveles de TG.

La R.P. se incrementa conforme lo hace la Tensión Arterial Sistólica y Diastólica máximas (TASmx y TADmx).

La relación inversa entre R.P. y VO₂ indica que la R.P. disminuye a medida que aumenta el consumo de oxígeno (VO₂).

La R.P. disminuye al aumentar la carga de trabajo (METs); los cambios en la variable dependiente respecto de la independiente son del 50%.

TABLA No. 2

CORRELACIÓN DEL CONSUMO DE OXÍGENO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE LOS NO ENTRENADOS

Y	X	r	p>	r ²	%
VO ₂	EDAD	-0.71	0.01	0.498	50

Y	X	r	p>	r ²	%
VO ₂	METS	0.99	0.01	0.993	99

N = 20

Interpretación:

La correlación negativa indica que el VO₂ disminuye a medida que aumenta la edad de los sujetos.

La correlación positiva señala que el VO₂ se incrementa conforme aumenta la carga de trabajo (METS).

TABLA No. 3

CORRELACIÓN DE LA TENSIÓN ARTERIAL SISTÓLICA MÁXIMA EN ESFUERZO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE LOS NO ENTRENADOS

Y	X	r	p>	r ²	%
TASmx.	GLUCOSA	0.50	0.05	0.251	25

Y	X	r	p>	r ²	%
TASmx.	E.G. %	0.44	0.05	0.195	20

Y	X	r	p>	r ²	%
TASmx.	EDAD	0.52	0.05	0.277	28

Y	X	r	p>	r ²	%
TASmx.	VO ₂	-0.47	0.05	0.225	23

Y	X	r	p>	r ²	%
TASmx.	METS	-0.47	0.05	0.229	23

N = 20

Interpretación:

La tensión arterial máxima en esfuerzo se incrementa conforme lo hace el nivel de glucosa en sangre.

La relación positiva indica que la TASmx. Se incrementa conforme aumenta el porcentaje de excedente de masa grasa.

La relación positiva indica que la TASmx. Se incrementa conforme aumenta la edad.

La TASmx. Decece conforme aumenta el consumo de oxígeno.

La relación inversa indica que la TASmx. Disminuye al incrementarse los METS.

TABLA No. 4

CORRELACIÓN DE LA TENSIÓN ARTERIAL SISTÓLICA DE REPOSO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE LOS NO ENTRENADOS.

Y	X	r	$\rho >$	r^2	%
TASreposo.	GLUCOSA	0.55	0.01	0.305	31

N = 20

Interpretación:

La tensión arterial sistólica de reposo se incrementa conforme aumentan los niveles de glucosa en sangre.

TABLA No. 5

CORRELACIÓN DE LA RESPUESTA CRONOTRÓPICA Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE LOS NO ENTRENADOS.

Y	X	r	$\rho =$	r^2	%
R.C.	VO_2	-0.43	0.05	0.189	19

Y	X	r	$\rho =$	r^2	%
R.C.	METs	-0.43	0.05	0.192	19

N = 20

Interpretación:

La relación inversa indica que la respuesta cronotrópica disminuye al aumentar el consumo de oxígeno y los mets de trabajo.

TABLA No. 6

CORRELACIÓN DE LA RESPUESTA PRESORA Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN RESISTENCIA.

Y	X	r	$\rho >$	r^2	%
R.P.	TASmx.	0.67	0.01	0.454	45

N = 20

Interpretación:

La respuesta presora se incrementa conforme aumenta la TASmáxima en esfuerzo.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

TABLA No. 7

CORRELACIÓN DEL CONSUMO DE OXÍGENO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN RESISTENCIA.

Y	X	r	p>	r ²	%
VO ₂	EDAD	-0.61	0.01	0.371	37

Y	X	r	p>	r ²	%
VO ₂	METs	0.99	0.01	0.999	100

N= 20

Interpretación:

La correlación negativa indica que el consumo de oxígeno disminuye conforme aumenta la edad de los sujetos.

La relación positiva indica que el VO₂ se incrementa conforme aumentan los METs de trabajo.

TABLA No.8

CORRELACIÓN DE LA TENSIÓN ARTERIAL SISTÓLICA MÁXIMA EN ESFUERZO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN RESISTENCIA.

Y	X	r	p>	r ²	%
TASmx.	E.G. %	-0.45	0.05	0.204	20

Y	X	r	p>	r ²	%
TASmx.	E.G. Kg.	-0.45	0.05	0.202	20

N= 20

Interpretación:

La relación indica que a menos excedente de masa grasa, sea en porcentaje o en kilogramos, menor aumenta la tensión arterial máxima en esfuerzo.

TABLA No. 9

CORRELACIÓN DE LA TENSIÓN ARTERIAL SISTÓLICA DE REPOSO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN RESISTENCIA

Y	X	r	p>	r ²	%
TAS reposo	Colesterol	0.52	0.05	0.279	28

Y	X	r	p>	r ²	%
TAS reposo	T.G.	0.52	0.05	0.273	27

Y	X	r	p>	r ²	%
TAS reposo	GLUCOSA	-0.49	0.05	0.240	24

N = 20

Interpretación:

La tensión arterial sistólica de reposo se incrementa conforme aumentan los niveles de colesterol y triglicéridos (TG).

La TAS reposo disminuye conforme aumentan los niveles de glucosa.

TABLA No. 10

CORRELACIÓN DE LA TENSIÓN ARTERIAL DIASTÓLICA DE REPOSO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN RESISTENCIA.

Y	X	r	p>	r ²	%
TAD reposo	E.G. %	-0.63	0.01	0.401	40

Y	X	r	p>	r ²	%
TAD reposo	E.G. Kg.	-0.61	0.01	0.377	38

N = 20

Interpretación:

La relación indica que a menor excedente de masa grasa, sea en porcentaje o en kilogramos, menor aumenta la tensión arterial diastólica de reposo.

TABLA No.11

CORRELACIÓN DE LA RESPUESTA PRESORA Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN FUTBOL ASOCIACIÓN.

Y	X	r	$\rho >$	r^2	%
R.P.	TASmx.	0.64	0.01	0.411	41

Y	X	r	$\rho =$	r^2	%
R.P.	EHS	0.53	0.01	0.282	28

N = 20

Interpretación:

La respuesta presora se incrementa conforme aumenta la TAS máxima en esfuerzo.

La correlación positiva indica que la probabilidad de una R.P. plana se incrementa conforme aumentan las horas de entrenamiento a la semana (EHS).

TABLA No. 12

CORRELACIÓN DEL CONSUMO DE OXÍGENO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN FUTBOL ASOCIACIÓN.

Y	X	r	$\rho =$	r^2	%
VO ₂	TASmx.	0.43	0.05	0.193	19

Y	X	r	$\rho >$	r^2	%
VO ₂	EHS	0.60	0.01	0.360	36

N = 20

Interpretación:

El consumo de oxígeno se incrementa conforme aumenta la TAS máxima en esfuerzo y las horas de entrenamiento a la semana.

TABLA No. 13

CORRELACIÓN DE LA TENSIÓN ARTERIAL SISTÓLICA MÁXIMA EN ESFUERZO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN FUTBOL ASOCIACIÓN.

Y	X	r	p>	r ²	%
TASmx.	EHS	0.52	0.05	0.272	27

Y	X	r	p=	r ²	%
TASmx.	VO ₂	0.43	0.05	0.193	19

Y	X	r	p>	r ²	%
TASmx.	E.G. %	0.45	0.05	0.206	21

Y	X	r	p>	r ²	%
TASmx.	E.G. Kg.	0.52	0.05	0.276	28

N = 20

Interpretación:

La tensión arterial sistólica máxima en esfuerzo se incrementa conforme aumentan las horas de entrenamiento a la semana, el VO₂, pero también lo hace a medida que el excedente de masa grasa aumenta, sea en porcentaje o en kilogramos.

TABLA No. 14

CORRELACIÓN DE LA TENSIÓN ARTERIAL SISTÓLICA DE REPOSO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN FUTBOL ASOCIACIÓN.

Y	X	r	p>	r ²	%
TAS reposo	E.G. Kg	0.46	0.05	0.213	21

Y	X	r	p>	r ²	%
TAS reposo	T.G.	0.49	0.05	0.249	25

N = 20

Interpretación:

La tensión sistólica de reposo se incrementa conforme aumentan el excedente de masa grasa en kilogramos y los niveles de triglicéridos.

TABLA No. 15

CORRELACIÓN DE LA TENSIÓN ARTERIAL DIASTÓLICA DE REPOSO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN FUTBOL ASOCIACIÓN.

Y	X	r	$p >$	r^2	%
TADreposo	E.G. %	0.44	0.05	0.198	20

Y	X	r	$p >$	r^2	%
TAD reposo	E.G. Kg.	0.45	0.05	0.206	21

N = 20

Interpretación:

La tensión arterial diastólica de reposo se incrementa conforme aumenta el excedente de masa grasa tanto en porcentaje como en kilogramos.

TABLA No. 16

CORRELACIÓN DE LA RESPUESTA CRONOTRÓPICA Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN FUTBOL ASOCIACIÓN.

y	X	r	$p >$	r^2	%
R.C.	Ant. Dep.	-0.49	0.05	0.241	24

Y	X	r	$p >$	r^2	%
R.C.	EHS	-0.56	0.01	0.321	32

Y	X	r	$p >$	r^2	%
R.C.	VO ₂	-0.78	0.01	0.621	62

N = 20

Interpretación:

La relación inversa indica que la respuesta cronotrópica disminuye conforme aumentan los años de práctica deportiva (Ant. Dep.), las horas de entrenamiento a la semana y a medida que se incrementa el consumo de oxígeno.

TABLA No.17

CORRELACIÓN DE LA RESPUESTA PRESORA Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN FUTBOL AMERICANO.

Y	X	r	$\rho >$	r^2	%
R.P.	TASmx.	0.63	0.01	0.398	40

Y	X	r	$\rho =$	r^2	%
R.P.	Ant. Dep.	0.53	0.01	0.320	32

Y	X	r	$\rho >$	r^2	%
R.P.	EHS	0.49	0.05	0.249	25

N = 20

Interpretación:

La respuesta presora se incrementa conforme aumenta la TASmáxima en esfuerzo.

La probabilidad de una R.P. plana se incrementa al aumentar los años de la práctica deportiva.

La R.P. disminuye conforme aumenta las horas de entrenamiento a la semana.

TABLA No. 18

CORRELACIÓN DEL CONSUMO DE OXÍGENO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN FUTBOL AMERICANO.

Y	X	r	$\rho >$	r^2	%
VO ₂	METs	0.99	0.01	0.995	100

N = 20

Interpretación:

La relación positiva indica que el consumo de oxígeno se incrementa conforme aumentan los METs de trabajo.

TABLA No.19

CORRELACIÓN DE LA TENSIÓN ARTERIAL DIASTÓLICA MÁXIMA EN ESFUERZO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN FUTBOL AMERICANO.

Y	X	r	p>	r ²	%
TADmx.	T.G.	0.57	0.01	0.335	34

N = 20

Interpretación:

La TAD máxima en esfuerzo se incrementa conforme aumentan los niveles de triglicéridos.

TABLA No.20

CORRELACIÓN DE LA TENSIÓN ARTERIAL DIFERENCIAL Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN FUTBOL AMERICANO.

Y	X	r	p>	r ²	%
TAdiferencial	Colesterol	-0.45	0.05	0.203	20

N = 20

Interpretación:

La tensión arterial diferencial se reduce conforme aumentan los niveles de colesterol.

TABLA No. 21

CORRELACIÓN DE LA TENSIÓN ARTERIAL SISTÓLICA DE REPOSO Y VARIABLES QUE LA INFLUYEN EN EL GRUPO DE ENTRENADOS EN FUTBOL AMERICANO.

Y	X	r	p>	r ²	%
TASreposito	E.G. Kg.	0.62	0.01	0.393	39

N = 20

Interpretación:

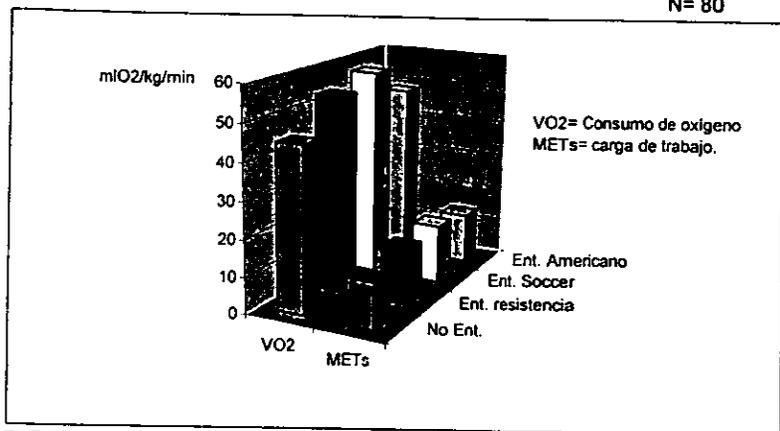
La tensión arterial sistólica de reposo se incrementa a medida que aumenta el excedente de masa grasa en kilogramos.

A N E X O

3

GRÁFICA 1
 RESULTADOS DE PRUEBA DE ESFUERZO
 POBLACIÓN GENERAL

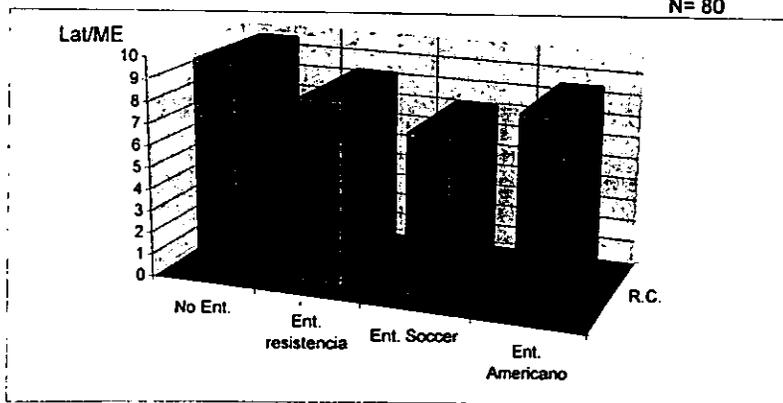
N= 80



FUENTE: Formato Número 2.

GRÁFICA No.2
 RESPUESTA CRONOTROPICA
 POBLACIÓN GENERAL

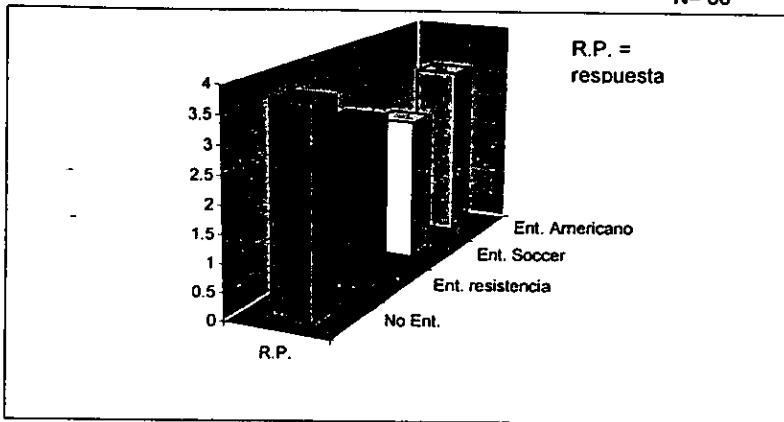
N= 80



FUENTE: Formato Número 2.

GRÁFICA No. 3
 RESPUESTA PRESORA
 POBLACIÓN GENERAL

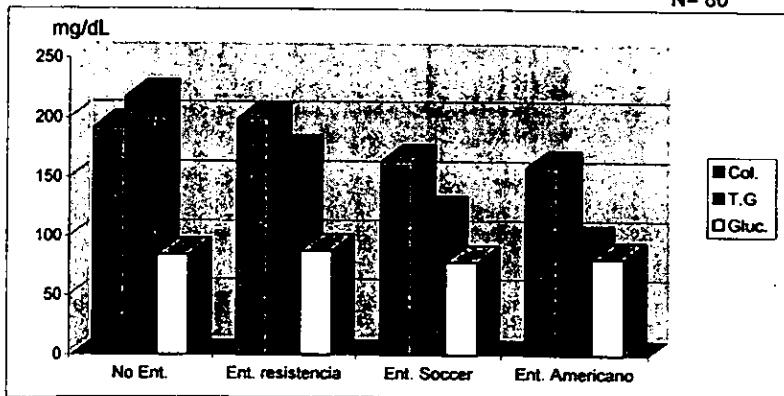
N= 80



FUENTE: Formato Número 2.

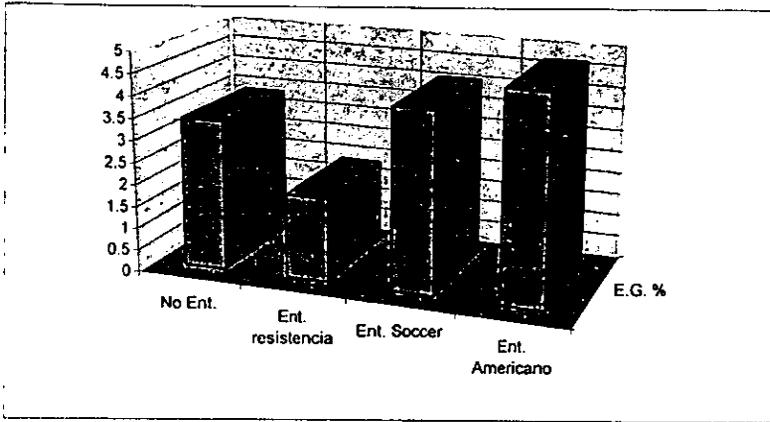
GRÁFICA No.4
 DATOS DE LABORATORIO
 POBLACIÓN GENERAL

N= 80



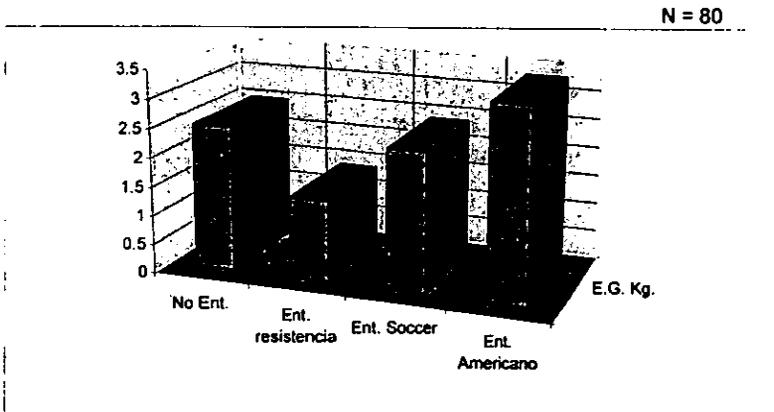
FUENTE: Formato Número 2.

GRÁFICA No.5
 EXCEDENTE DE MASA GRASA EN PORCENTAJE
 POBLACIÓN GENERAL



FUENTE: Formato número 2

GRÁFICA No.6
 EXCEDENTE DE MASA GRASA EN KILOGRAMOS
 POBLACIÓN GENERAL



FUENTE: Formato Número 2.

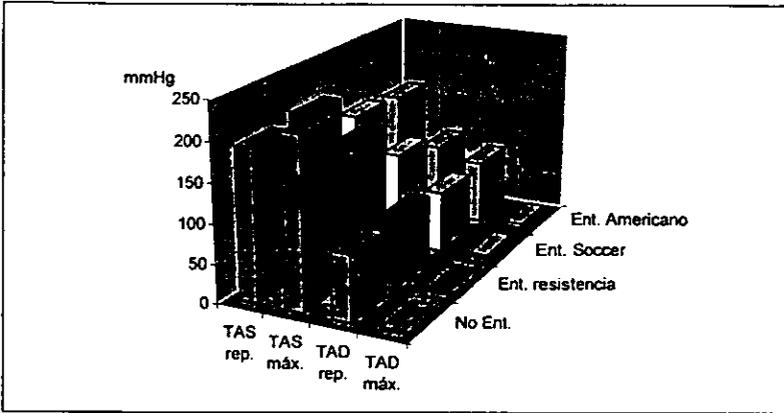
GRÁFICA No.7

COMPORTAMIENTO DE LA TAS Y TAD; REPOSO Y ESFUERZO

POBLACIÓN GENERAL

N= 80

N= 80



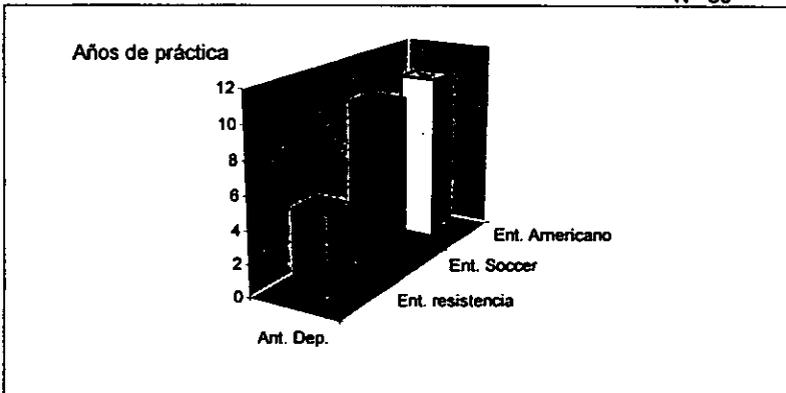
FUENTE: Formato número 1

GRÁFICA No.8

AÑOS DE PRÁCTICA DEPORTIVA

POBLACIÓN DE ENTRENADOS

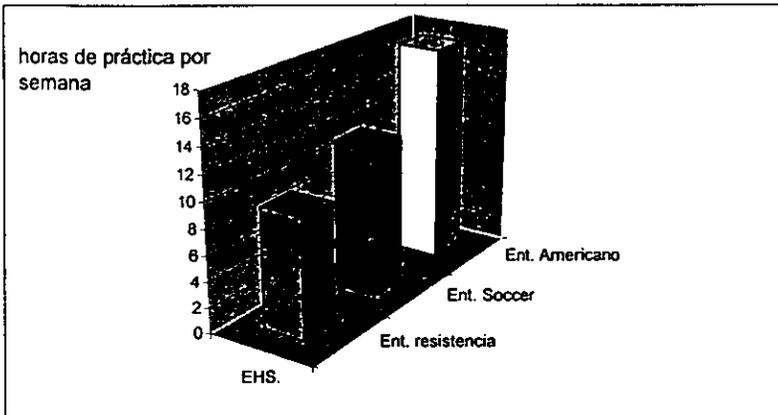
N= 60



FUENTE: Formato Número 2.

GRÁFICA No.9
ENTRENAMIENTO EN HORAS/SEMANA
POBLACIÓN DE ENTRENADOS

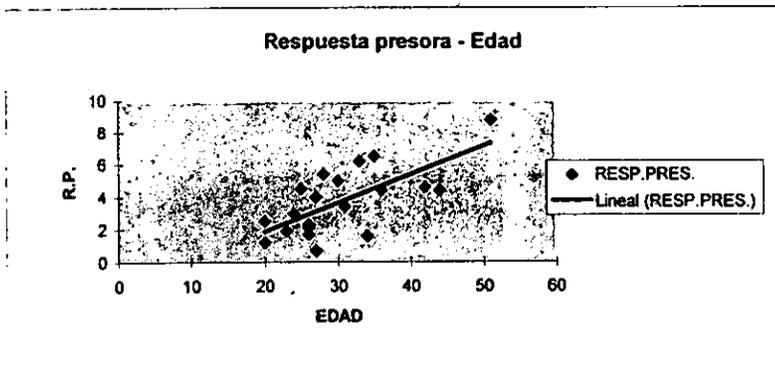
N= 60



FUENTE: Formato Número 2.

GRÁFICA No.10
CORRELACIÓN DE PEARSON
NO ENTRENADOS ENTRENADOS

N=20



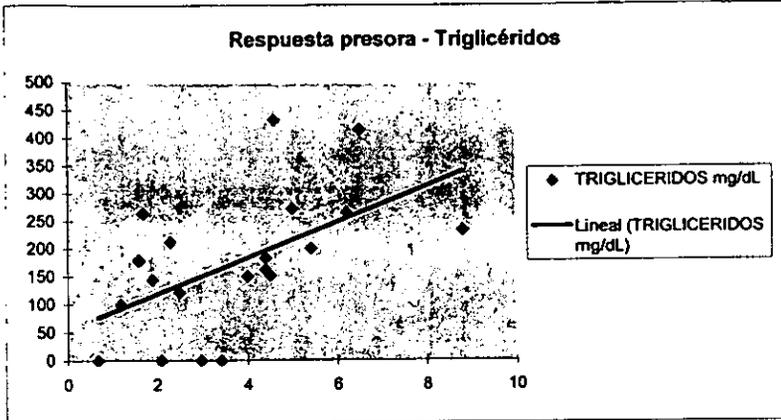
FUENTE: Tabla No.1

GRÁFICA No.11

CORRELACIÓN DE PEARSON

NO ENTRENADOS ENTRENADOS

N=20



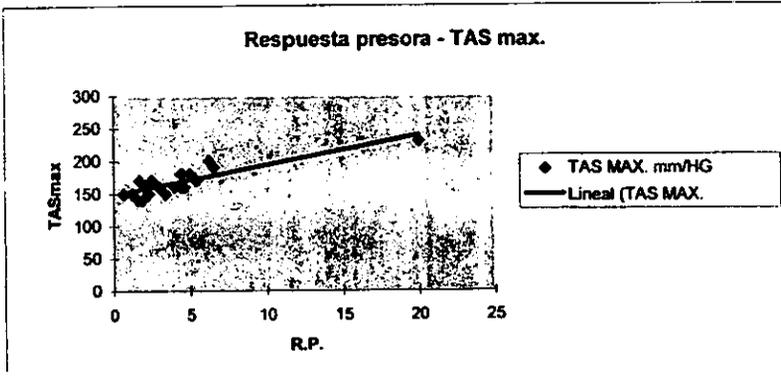
FUENTE: Tabla No.1

GRÁFICA No.12

CORRELACIÓN DE PEARSON

NO ENTRENADOS ENTRENADOS

N=20



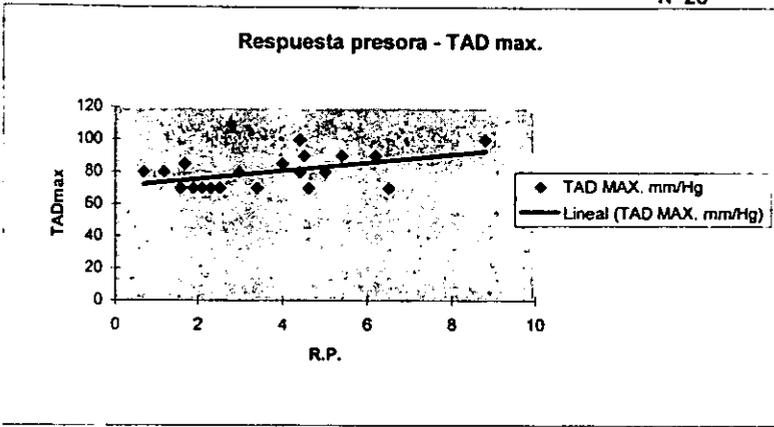
FUENTE: Tabla No.1

GRÁFICA No.13

CORRELACIÓN DE PEARSON

NO ENTRENADOS ENTRENADOS

N=20



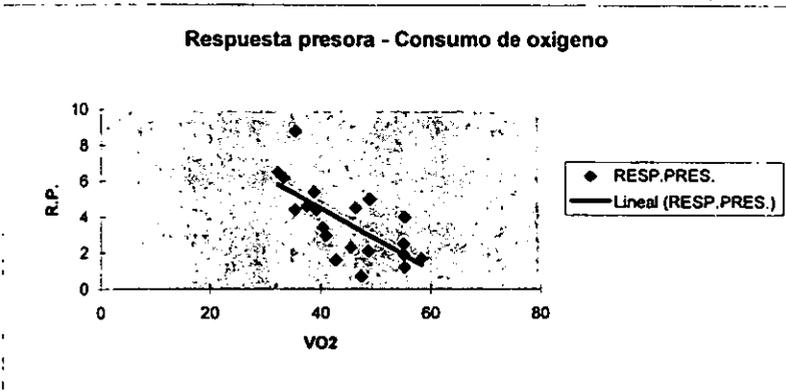
FUENTE: Tabla No.1

GRÁFICA No.14

CORRELACIÓN DE PEARSON

NO ENTRENADOS ENTRENADOS

N=20



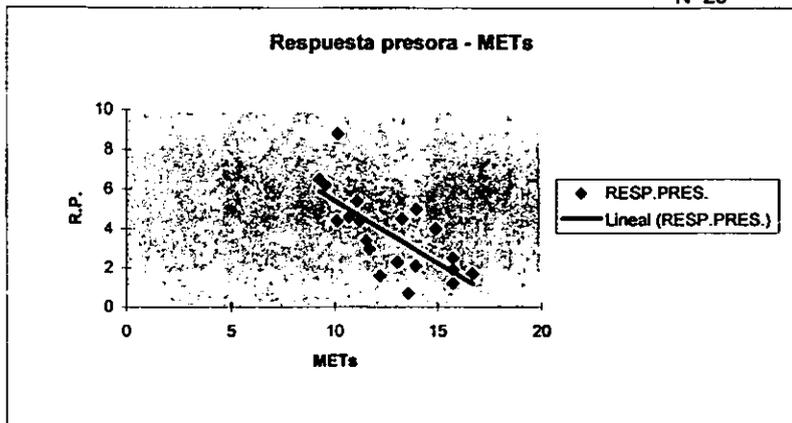
FUENTE: Tabla No.1

GRÁFICA No.15

CORRELACIÓN DE PEARSON

NO ENTRENADOS ENTRENADOS

N=20



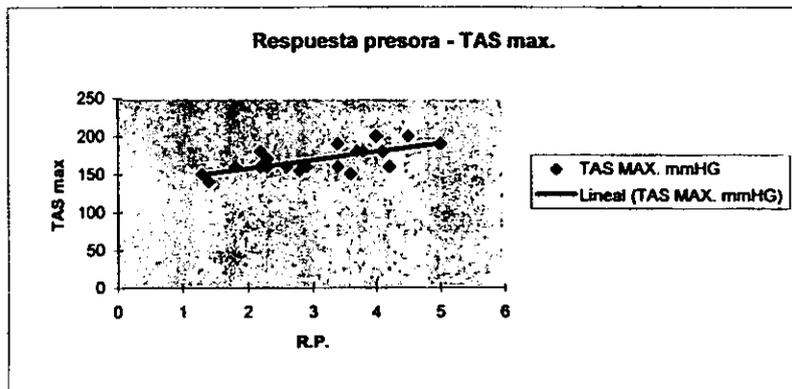
FUENTE: Tabla No.1

GRÁFICA No.16

CORRELACIÓN DE PEARSON

ENTRENADOS EN RESISTENCIA

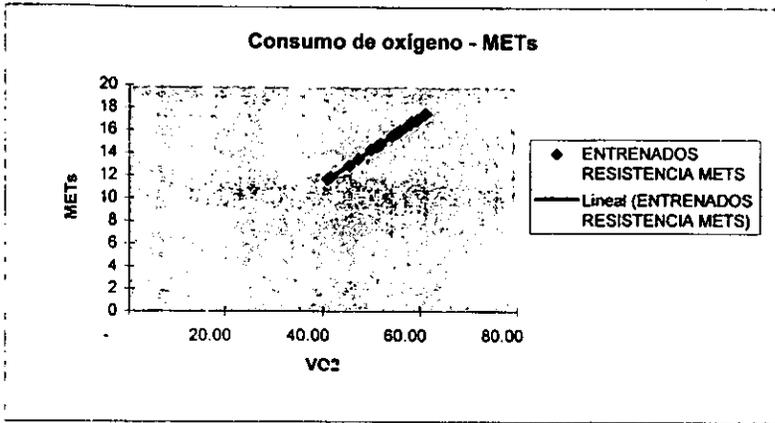
N=20



FUENTE: Tabla No.6

GRÁFICA No.17
CORRELACIÓN DE PEARSON
ENTRENADOS EN RESISTENCIA

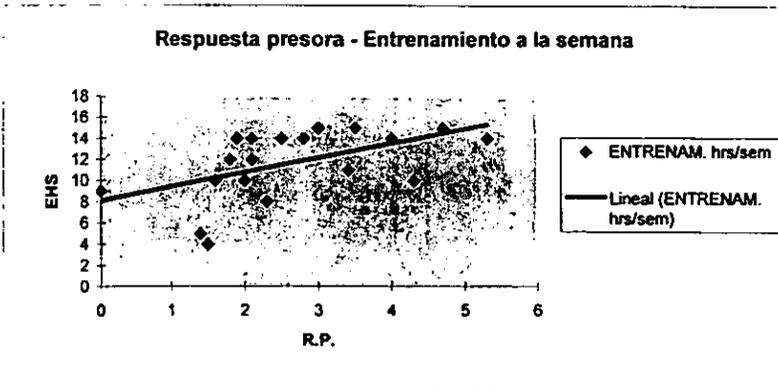
N=20



FUENTE: Tabla No.7

GRÁFICA No.18
CORRELACIÓN DE PEARSON
ENTRENADOS EN FUTBOL ASOCIACIÓN

N=20



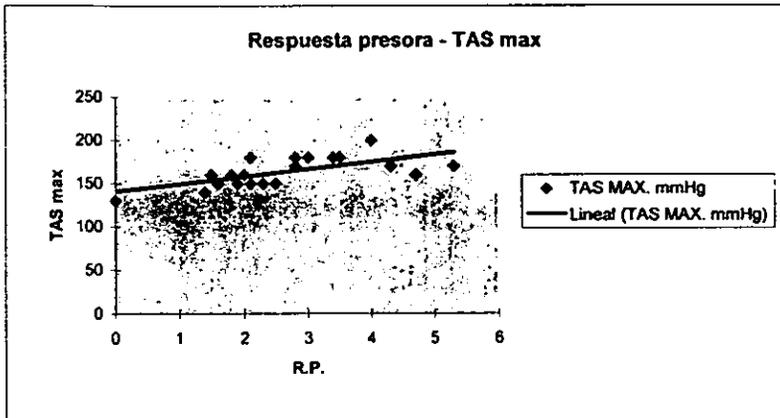
FUENTE: Tabla No.11

GRÁFICA No.19

CORRELACIÓN DE PEARSON

ENTRENADOS EN FUTBOL ASOCIACIÓN

N=20



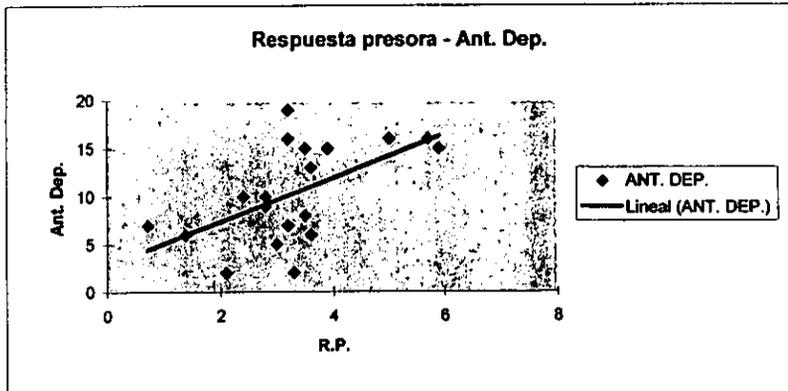
FUENTE: Tabla No.11

GRÁFICA No.20

CORRELACIÓN DE PEARSON

ENTRENADOS EN FUTBOL AMERICANO

N=20



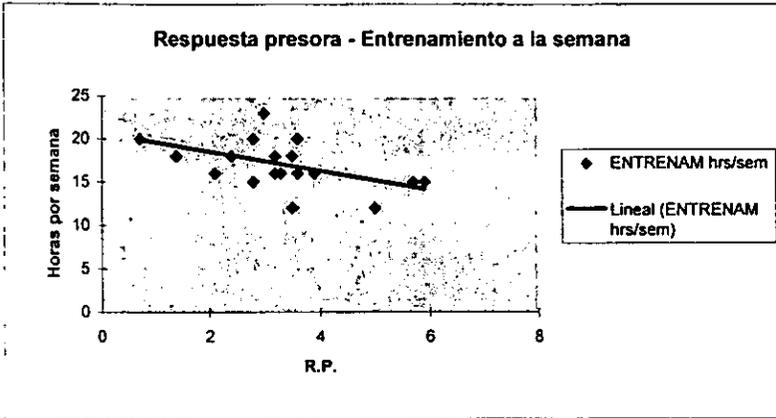
FUENTE: Tabla No. 17

GRÁFICA No.21

CORRELACIÓN DE PEARSON

ENTRENADOS EN FUTBOL AMERICANO

N=20



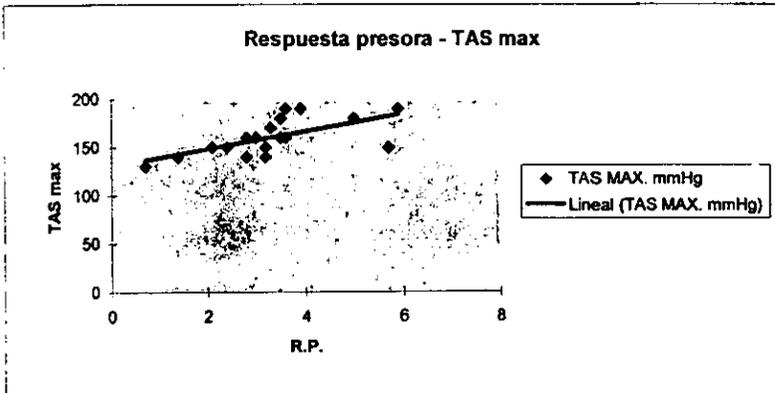
FUENTE: Tabla No. 17

GRÁFICA No.22

CORRELACIÓN DE PEARSON

ENTRENADOS EN FUTBOL AMERICANO

N= 20



FUENTE: Tabla No. 17

A N E X O

4

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SALUD EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN PARA LA SALUD.

TITULO SEGUNDO.

De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos.

CAPITULO I.

Disposiciones Comunes.

ARTÍCULO 13.- En toda investigación en la que el Ser Humano sea sujeto de estudio, deberán prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar.

ARTÍCULO 14.- La investigación que se realice en Seres Humanos deberá desarrollarse conforme a las siguientes bases:

Y.- Se ajustará a los principios científicos y éticos que la justifiquen;

II.- Se fundamentará en la experimentación previa realizada en animales, en laboratorios o en otros hechos científicos;

III.- Se deberá realizar sólo cuando el conocimiento que se pretenda producir no pueda obtenerse por otro medio idóneo;

IV.- Deberán prevalecer siempre las probabilidades de los beneficios esperados sobre los riesgos predecibles;

V.- Contará con el consentimiento informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal, con las excepciones que este Reglamento señala;

VI.- Deberá ser realizada por profesionales de la salud a que se refiere el artículo 114 de este Reglamento, con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad del Ser Humano bajo la responsabilidad de una institución de atención a la salud que actúe bajo la

supervisión de las autoridades sanitarias competentes y que cuente con los recursos humanos y materiales necesarios que garanticen el bienestar del sujeto de investigación;

VII.- Contará con el dictamen favorable de las Comisiones de Investigación, Ética y de la Bioseguridad, en su caso, y

VIII.- Se llevará a cabo cuando se tenga la autorización del titular de la institución a la salud y, en su caso, de la Secretaría, de conformidad con los artículos 31, 62, 69, 71, 73 y 88 de este Reglamento.

ARTÍCULO 15.- Cuando el diseño experimental de una investigación que se realice en Seres Humanos incluya varios grupos, se usarán métodos aleatorios de selección para obtener una asignación imparcial de los participantes en cada grupo y deberán tomarse las medidas pertinentes para evitar cualquier riesgo o daño a los sujetos de investigación.

ARTÍCULO 16.- En las investigaciones en Seres Humanos se protegerá la privacidad del sujeto de investigación, identificándolo sólo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice.

ARTÍCULO 17.- Se considera como riesgo de la investigación a la probabilidad de que el sujetos de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio. Para efectos de este reglamento, las investigaciones se clasifican en las siguientes categorías:

I.- Investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquéllos en los que no se realiza

ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros; en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta;

II.- Investigación con riesgo mínimo: Estudios prospectivos que emplean el registro de datos a través de procedimientos combinados en exámenes físicos o psicológicos de diagnóstico o tratamiento rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, pruebas de agudeza auditiva, electrocardiograma, termografía, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, colección del líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimientos profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml. en dos meses, excepto durante el embarazo; ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a individuos o grupos en los que no se manipulará la conducta del sujeto; investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico, autorizados para su venta, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos de investigación que se definen en el artículo 65 de este Reglamento, entre otros, y

III.- Investigación con riesgo mayor que el mínimo: Son aquellas en que las probabilidades de afectar al sujeto son significativas, entre las que se consideran: estudios radiológicos y con microondas, ensayos con los

medicamentos y modalidades que se definen en el artículo 65 de este Reglamento, ensayos con nuevos dispositivos, estudios que incluyen procedimientos quirúrgicos, extracción de sangre mayor al 2% del volumen circulante en neonatos, amniocentesis y otras técnicas invasoras o procedimientos mayores, los que empleen métodos aleatorios de asignación a esquemas terapéuticos y los que tengan control con placebos, entre otros.

ARTÍCULO 18.- El investigador principal suspenderá la investigación de inmediato al advertir algún riesgo o daño a la salud del sujeto en quien se realice la investigación. Asimismo, será suspendida de inmediato cuando el sujeto de investigación así lo manifieste.

ARTÍCULO 19.- Es responsabilidad de la institución de atención a la salud proporcionar atención médica al sujeto que sufra algún daño si estuviere relacionado directamente con la investigación, sin perjuicio de la indemnización que legalmente corresponda.

ARTÍCULO 20.- Se entiende por consentimiento informado el acuerdo por escrito mediante el cual el sujeto de investigación o, en su caso, su representante legal autoriza su participación en la investigación con pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos y riesgos a los que se someterá con la capacidad de libre elección y sin coacción alguna.

ARTÍCULO 21.- Para que el consentimiento informado se considere existente, el sujeto de investigación o, en su caso, su representante legal deberá recibir una explicación clara y completa, de tal forma que pueda comprenderla, por lo menos, sobre los siguientes aspectos:

I.- La justificación y los objetivos de la investigación;

II.- Los procedimientos que vayan a usarse y su propósito, incluyendo la identificación de los procedimientos que son experimentales;

III.- Las molestias o los riesgos esperados;

IV.- Los beneficios que puedan obtenerse;

V.- Los procedimientos alternativos que pudieran ser ventajosos para el sujeto;

VI.- La garantía de recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración a cualquier duda a cerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento del sujeto;

VII.- La libertad de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio, sin que por ello se creen prejuicios para continuar su cuidad y tratamiento;

VIII.- La seguridad de que no se identificará al sujeto y que mantendrá la confidencialidad de la información relacionada con su privacidad;

IX.- El compromiso de proporcionarle información actualizada obtenida durante el estudio, aunque ésta pudiera afectar la voluntad del sujeto para continuar participando;

X.- La disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendrfa derecho, por parte de la institución de atención a la salud, en el caso de daños que la ameriten, directamente causados por la investigación, y

XI.- Que si existen gastos adicionales, éstos serán absorbidos por el presupuesto de la investigación.

ARTÍCULO 22.- El consentimiento informado deberá formularse por escrito y deberá reunir los siguientes requisitos:

I.- Será elaborado por el investigador principal, indicando la información señalada en el artículo

anterior y de acuerdo a la norma técnica que emita la Secretaria;

II.- Será revisado y, en su caso, aprobado por la Comisión de Ética de la institución de atención a la salud;

III.- Inicialá los nombre y direcciones de dos testigos y la relación que éstos tengan con el sujeto de investigación;

IV.-Deberá ser firmando por dos testigos y por el sujeto de investigación o su representante legal, en su caso. Si el sujeto de investigación no supiere firmar, imprimirá su huella digital y a su nombre firmará otra persona que él designe, y

V.- Se extenderá por duplicado, quedando un ejemplar en poder del sujeto de investigación o su representante legal.

ARTÍCULO 23.- En el caso de investigaciones con riesgo mínimo, la Comisión de Ética por razones justificadas, podrá autorizar que el consentimiento informado se obtenga sin formularse por escrito y, tratándose de investigaciones sin riesgo podrá dispensar al investigador la obtención del consentimiento informado.

ARTÍCULO 24.- Si existiera algún tipo de dependencia, ascendencia o subordinación del sujeto de investigación hacia el investigador que le impida otorgar libremente su consentimiento, éste debe ser obtenido por otro miembro del equipo de investigación completamente independiente de la relación investigador-sujeto.

ARTÍCULO 25.- Cuando sea necesario determinar la capacidad mental de un individuo para otorgar su consentimiento, el investigador principal deberá evaluar su capacidad de entendimiento y lógica de acuerdo a los parámetros aprobados por la Comisión de Ética.

ARTÍCULO 26.- Cuando se presuma que la capacidad mental de un sujeto hubiere variado en el tiempo, el consentimiento informado de este o , en su caso, de su

representante legal, deberá ser avalado por un grupo de profesionales de reconocida capacidad científica y moral en los campos específicos de la investigación, así como de un observador que no tenga relación con la investigación para asegurar la idoneidad del mecanismo de obtención del consentimiento, así como de su validez durante el curso de la investigación.

ARTÍCULO 27.- Cuando un enfermo psiquiátrico esté internado en una institución por ser sujeto de un juicio de interdicción, además de cumplir con lo señalado en los artículos anteriores será necesario obtener la aprobación previa de la autoridad que conozca el caso.