

11262 10
39



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**EFFECTOS FISIOLÓGICOS Y EN CALIDAD
DE VIDA DEL ENTRENAMIENTO FÍSICO
DOSIFICADO Y SUPERVISADO EN
PACIENTES CON INSUFICIENCIA
RESPIRATORIA CRÓNICA.**

TRABAJO DE INVESTIGACION CLINICA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE :
MAESTRO EN CIENCIAS
M E D I C A S
P R E S E N T A :
ROBERTO A. MEJIA ALFARO

INER

TUTOR: DR. RAUL H. SANORES MARTINEZ

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

RECONOCIMIENTOS

al INER,

al Dr. Jaime Villalba C.,

a la Dra. Rocío Chapela M.,

al Dr. Rogelio Pérez-Padilla.,

a la Dra. Alejandra Ramírez V.,

al Pabellón 1,

al Pabellón 5,

y

al Dr. Sergio Ponce de León.

a los enfermos que participaron en este estudio

...un Reconocimiento muy particular,

al Dr. Raúl H. Sansores,

por su amistad, confianza, enseñanzas y guía...,

y por el constante estímulo.

INDICE

	Página
I. RESUMEN	2
II. INTRODUCCION	4
III. ANTECEDENTES	7
III.1 JUSTIFICACION	14
IV. OBJETIVOS	16
V. HIPOTESIS	17
VI. METODOS	
VI.1 DISEÑO DEL ESTUDIO	18
VI.2 PACIENTES Y METODOS	19
VI.2 EJECUCION DEL ESTUDIO	22
VII. ANALISIS ESTADISTICO	26
VIII. RESULTADOS	27
IX. DISCUSION	42
X. CONCLUSIONES	55
XI. REFERENCIAS	56
XII. APENDICE	63

**Efectos Fisiológicos y en Calidad de Vida del
Entrenamiento Físico Dosificado y
Supervisado en
Pacientes con Insuficiencia Respiratoria
Crónica.**

Trabajo de Investigación Clínica que para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Médicas
presenta

Roberto A. Mejía Alfaro.

Programa de Maestrías y Doctorados en Ciencias Médicas,
Sede Sur, Universidad Nacional Autónoma de México.

Tutor: Dr. Raúl H. Sansores Martínez
Investigador Titular "B"

Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias
Clínica para el Estudio de las Enfermedades Pulmonares Obstructivas
Crónicas (EPOC), Pabellón 5.
Ciudad de México, 1996.

Efectos Fisiológicos y en Calidad de Vida del Entrenamiento Físico Dosificado y Supervisado en Pacientes con Insuficiencia Respiratoria Crónica.

Se han estudiado los efectos del ejercicio supervisado en pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), pero no en pacientes con Fibrosis Pulmonar (FP). El objetivo del presente trabajo fue investigar si los pacientes con FP y EPOC se benefician de un programa de ejercicio supervisado tanto en términos de su capacidad de realizar ejercicio como en su "calidad de vida". Nuestra hipótesis de trabajo fue que los pacientes con FP y EPOC mostrarían mejoría en estas variables, después del tratamiento.

Se diseñó un ensayo clínico controlado y doble-ciego, en el que se incluyeron a 20 pacientes estables con EPOC y 22 con FP, sin otras enfermedades crónicas concomitantes, o condiciones que los incapacitaban para la realización del ejercicio. Los pacientes de cada diagnóstico fueron asignados al azar a dos grupos de tratamiento, un grupo experimental con ejercicio progresivo, y un grupo control con una maniobra simulada (sham) de ejercicio. Todos los pacientes fueron evaluados antes y después de ingresar al programa de ejercicio, con espirometría, gasometría arterial en reposo, prueba de caminata de 12 minutos, monitorizada con oxímetro de pulso y escala de Borg, mediciones de disnea con una escala análoga visual (EAV) y la escala de Borg, el Cuestionario para Enfermos Respiratorios Crónicos, para medir "calidad de vida", y pruebas neuropsicológicas para medir habilidades cognitivas y estado de ansiedad y/o depresión. Los evaluadores estuvieron cegados al tratamiento, y los pacientes ignoraban el tratamiento asignado. En el grupo experimental los pacientes acudieron a realizar ejercicio en una bicicleta ergométrica, tres veces por semana durante doce semanas, con incrementos en la carga de trabajo a tolerancia del paciente. Los pacientes del grupo control, también acudieron a realizar ejercicio en los mismos aparatos, con la misma frecuencia y duración, pero sin cargas de trabajo progresivas.

Los resultados se expresan como promedios \pm desviación estándar. El análisis estadístico se hizo utilizando la *t* de student para comparar el estado basal entre los grupos, la prueba de *t* para muestras pareadas, para comparar el cambio entre antes y después del tratamiento, se determinó el nivel de significancia con una $p < 0.05$, para una cola.

Los pacientes con EPOC tuvieron en promedio un FEV_1 de $46.5 \pm 21\%$ y una relación FEV_1/FVC de $51.5 \pm 18.2\%$. Los pacientes con FP, tuvieron en promedio una FVC de $61.1 \pm 19.2\%$ y una relación FEV_1/FVC de $86 \pm 6.7\%$. La PaO_2 fue de 52 ± 5.6 y 58 ± 11 , en EPOC y FP respectivamente. El estado basal entre los grupos experimental y placebo en cuanto pruebas de función pulmonar, distancia recorrida en la prueba de 12 min, y calificación en el cuestionario de calidad de vida, no mostró diferencias estadísticamente significativas. Después del tratamiento, como se esperaba, las pruebas funcionales respiratorias no mostraron cambios estadísticamente significativos con respecto al estado basal, en ninguno de los grupos. Después del periodo de ejercicio, los pacientes del grupo experimental de EPOC incrementaron la distancia recorrida en la prueba de caminata de 12 min en 110 metros ($p < 0.002$), con un incremento concomitante en la velocidad desarrollada en la prueba de 9.2 m/min ($p < 0.002$). Los pacientes con FP del grupo experimental consiguieron un incremento de 134 metros ($p < 0.005$), en la distancia caminada en la prueba, la velocidad aumentó 11.1 m/min ($p < 0.005$). En contraste, los pacientes de los del grupo placebo de EPOC disminuyeron la distancia recorrida en la prueba en 96 metros. Los pacientes del grupo placebo de FP

también disminuyeron la distancia caminada en 70 metros. Estos cambios no fueron estadísticamente significativos ($p > 0.28$ y 0.46 respectivamente).

El instrumento utilizado para medir calidad de vida mostró mejoría en los pacientes de los grupos experimentales, tanto de EPOC como de FP. Los pacientes con EPOC mejoraron en la categoría de Disnea ($\Delta 4.3$, $p < 0.005$) y en la calificación total del cuestionario ($\Delta 10.2$, $p < 0.005$). La categoría de Función emocional mostró un cambio de 4.0, con una $p > 0.07$. Los pacientes con FP mejoraron en las categorías de Fatiga ($\Delta 4.1$, $p < 0.007$), Función emocional ($\Delta 9.8$, $p < 0.007$), Control sobre la enfermedad ($\Delta 4.0$, $p < 0.04$) y en la calificación total ($\Delta 17.3$, $p < 0.009$). Los pacientes de los grupos control de EPOC y FP no mostraron cambios en ninguna de las categorías del cuestionario.

No encontramos cambios estadísticamente significativos en las mediciones de disnea con la EAV ni con la escala de Borg, en ninguno de los grupos.

Se observó una disminución en las escalas de depresión de Beck y HAD en los pacientes del grupo experimental, considerando a los pacientes de EPOC y FP juntos. Las habilidades cognitivas de los pacientes no mostraron ningún cambio.

Los resultados de este trabajo muestran que un programa de ejercicio vigoroso y supervisado mejora la capacidad de ejercicio y la "calidad de vida" de los pacientes con EPOC y FP. Si estos cambios tienen algún impacto sobre algunos aspectos psico-neurológicos del paciente con insuficiencia respiratoria crónica, es una área que requiere mayor investigación.

INTRODUCCION

Las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC) y la fibrosis pulmonar (FP) son las causas más comunes de incapacidad física en los pacientes con enfermedades respiratorias en nuestro Instituto (1). El tratamiento que en la actualidad existe para ambos padecimientos es muy limitado y en general no aumentan su esperanza de vida. En el caso de los pacientes con EPOC asociado al hábito tabáquico, se sabe que una vez que el proceso obstructivo se ha instalado, hay una disminución progresiva del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁) que a largo plazo condiciona incapacidad física y muerte (2). Se ha estimado que el tiempo promedio de vida de los pacientes con EPOC, desde que buscan ayuda médica es de 5 a 10 años (2). Durante este tiempo, solamente un arsenal limitado de posibilidades terapéuticas se les puede ofrecer, tales como el uso de broncodilatadores, antibióticos oportunos, oxígeno suplementario en su domicilio, etc. Un panorama similar es observado en los pacientes con fibrosis pulmonar. Se ha estimado que aproximadamente el 50% de los pacientes con fibrosis pulmonar morirá 5 años después de que se hizo el diagnóstico (3). En estos pacientes es muy común el uso de corticosteroides como parte primordial de su tratamiento. Pero al igual que los pacientes con EPOC son muy limitadas las posibilidades terapéuticas y ninguna parece incidir sobre la esperanza de vida de los pacientes con estas enfermedades. Uno de los problemas a los que se enfrentan los pacientes con enfermedades que condicionan insuficiencia respiratoria crónica, es la incapacidad física y la invalidez (4). Debido a la hipoxemia sostenida, los pacientes realizan sus actividades cotidianas con dificultad y/o torpeza, o simplemente no las pueden realizar y

tienen que depender de los familiares o personas más cercanas. Esto crea un situación particularmente difícil para estos pacientes, pues al ver disminuidas sus capacidades, su autoestima también disminuye (5). Si alguna de las maniobras médicas tuviera repercusión en estas condiciones, es decir que mejorara la "calidad de vida" de los enfermos aunque no mejorara su esperanza de vida, sería de extraordinaria ayuda para la integración de los pacientes a su nuevo estilo de vida.

En los programas de rehabilitación pulmonar, especialmente aquellos enfocados al tratamiento de sujetos con EPOC, se incluye la utilización del ejercicio físico como un medio para conseguir que los pacientes mejoren su tolerancia a la actividad y de modificar su percepción de falta de aire o disnea (6-10).

El ejercicio físico, de tipo aeróbico, ha mostrado, en población sana provocar efectos benéficos de acondicionamiento a nivel cardiovascular, muscular, respiratorio, endócrino, autonómico, inclusive psicológico. Asimismo, se ha descrito la utilización de programas de ejercicio para una variedad de padecimientos tales como: diabetes mellitus, enfermedad coronaria, hipertensión arterial sistémica, otras cardiopatías, obesidad, y otras patologías (11).

Entre las enfermedades respiratorias, la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica ha sido la condición en la que más se ha estudiado el impacto que el ejercicio físico puede tener como un medio para aumentar la capacidad funcional de un enfermo. También se ha utilizado al ejercicio en el tratamiento de sujetos con asma bronquial y fibrosis quística, principalmente en niños, así como en quienes han sido sometidos a trasplante pulmonar (12-16).

Durante algún tiempo, hasta hace aproximadamente cinco años, se consideró que los pacientes con EPOC no eran capaces de generar

adaptaciones fisiológicas al ejercicio, similares a las que consiguen otros tipos de pacientes, por ejemplo los cardiopatas, en vista de que su limitación ventilatoria no les permitiría alcanzar niveles de ejercicio suficientes para obtener esas adaptaciones. Sin embargo, más recientemente se ha descrito la utilidad del ejercicio en pacientes con EPOC a intensidades que rebasan el umbral anaeróbico. Esto indica que la limitación respiratoria de estos pacientes, no supone necesariamente un impedimento para que obtengan beneficios demostrables de un programa de ejercicio, especialmente cuando éste es dosificado en forma individualizada.

Por otra parte, en nuestro Instituto, los pacientes con Fibrosis Intersticial Pulmonar, reciben también tratamiento de rehabilitación que incluye actividad física leve, como son caminar o pedalear en cicloergómetro a tolerancia del paciente, y con esto hemos observado mejoría en su bienestar general. A la fecha de la elaboración de este documento no tenemos conocimiento de informes que estudien la respuesta de los sujetos con Fibrosis Intersticial Pulmonar, a un programa de ejercicio supervisado, dosificado con base en su capacidad individual, ni tampoco acerca de la respuesta que pudiera existir en su "calidad de vida".

ANTECEDENTES.

Los efectos a corto y largo plazo del ejercicio sistemático como método de acondicionamiento físico, han sido objeto de numerosas investigaciones. Se sabe, que en sujetos normales, la participación en un programa de entrenamiento bien diseñado, trae como resultado varios cambios fisiológicos objetivos tales como (11,17):

- 1) Aumento del consumo máximo de oxígeno, que es debido en forma primaria a aumentos en el volumen sanguíneo, hemoglobina, y volumen-latido del corazón. Algunos autores mencionan también cambios en la utilización periférica de oxígeno (18,19).
- 2) Con el entrenamiento específico hay un aumento en la fuerza y resistencia musculares, que resulta de la hipertrofia de las fibras musculares y de un aumento en el aporte sanguíneo y energético.
- 3) Hay una mejor coordinación muscular, y mayor eficiencia mecánica en el movimiento.
- 4) Hay cambios en la composición corporal, por un aumento de la masa muscular y disminución del tejido adiposo.
- 5) Existe también una mayor sensación de bienestar general.

Se sabe también, que en pacientes con EPOC, la participación en un programa de ejercicio, produce resultados que dependen de la severidad de la enfermedad. Los pacientes con afección leve o moderada podrán esperar resultados similares a los observados en sanos, mientras que, aquellos con formas severas obtendrán mejoría en su tolerancia al ejercicio y en su sensación de bienestar, con poco o ningún aumento en su consumo máximo de oxígeno (6,7,8,10).

Adaptaciones fisiológicas al entrenamiento.

El ejercicio debe reunir tres características que son conocidas como "principios", aplicables al entrenamiento físico, y que se deben conocer en el contexto de la prescripción del ejercicio a pacientes, en nuestro caso con problemas pulmonares crónicos (10,11). Estos principios son:

1. Especificidad del entrenamiento
2. Intensidad y duración del trabajo físico
3. Efecto de desentrenamiento

Especificidad del Entrenamiento. Este principio se basa en las observaciones de que los programas de ejercicio se pueden diseñar para conseguir objetivos específicos, y de que el entrenamiento de músculos o grupos musculares es benéfico sólo para el músculo o los músculos entrenados. La utilización de estímulos de alta resistencia y baja repetición, aumenta la fuerza muscular (como en el levantamiento de pesas), mientras que el ejercicio de baja resistencia y alta repetición, aumenta la resistencia muscular. El entrenamiento es específico para el músculo entrenado. Clausen y cols.(17) entrenaron sujetos sanos con ejercicio para brazos en un grupo, y ejercicio para piernas en otro, y encontraron que la disminución en la frecuencia cardíaca observada con el ejercicio para brazos, no se podía transferir al grupo de ejercicio para piernas, y viceversa. Davies y Sargeant (20) observaron que si se entrenaba una sola pierna, el efecto benéfico no era observable en la pierna no entrenada. Más recientemente, Belman y Kendregan (21) confirmaron éstos hallazgos en pacientes con EPOC. Examinaron el efecto de un programa de entrenamiento de seis

semanas en 8 pacientes que sólo entrenaron los brazos, y siete pacientes que sólo ejercitaron las piernas. Únicamente observaron mejoría cuando los pacientes realizaron pruebas según el ejercicio para el cual habían entrenado.

Intensidad y Duración del Ejercicio. Tanto la intensidad como la duración del ejercicio afectan importantemente el grado de efecto de entrenamiento que se pueda conseguir. Los atletas generalmente entrenan a niveles máximos o cercanos a los máximos para obtener rápidamente los efectos deseados. Los sujetos que no son atletas, pueden requerir ejercicio de menor intensidad, para conseguir efectos proporcionalmente similares. Se ha demostrado que las sesiones de entrenamiento de treinta minutos de duración, tres veces a la semana, por quince semanas, aumentan significativamente el consumo de oxígeno, siempre y cuando la frecuencia cardíaca se eleve aproximadamente al 80% de la frecuencia cardíaca máxima predicha para la edad del sujeto (22).

En pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, el nivel de intensidad y tiempo de duración del ejercicio ha sido estudiado por diferentes autores. Aparentemente, mientras mayor sea el número de sesiones y mayor la intensidad, mejores son los resultados. Belman y Kendregan (21), sometieron a ejercicio a sus pacientes al 30% de su máximo, y después de seis semanas de entrenamiento, cuatro veces por semana, con incrementos de la carga a tolerancia, observaron mejoría significativa en el tiempo de resistencia al ejercicio en nueve de quince pacientes.

Niedermaier y cols. (23) iniciaron el ejercicio al 50% del máximo, y aumentaron la intensidad semanalmente, y observaron mejoría en la tolerancia al ejercicio en la mayoría de los pacientes. Molisenifar (24)

y ZuWallack (25) han utilizado intensidades mayores y han conseguido una mejor respuesta en la tolerancia al ejercicio. Casaburi y cols. (26) estudiaron a 19 pacientes con EPOC, -quienes lograron alcanzar su umbral anaerobio- antes y después de ser asignados aleatoriamente a ejercicio de baja intensidad, al 50% del máximo o de alta intensidad, al 80% del máximo. Los autores demostraron que el programa de entrenamiento de alta intensidad fue más efectivo que el de baja intensidad. Observaron una disminución del requerimiento ventilatorio para un nivel similar de ejercicio, después del entrenamiento, que era proporcional a la disminución en el lactato, para un mismo nivel de trabajo. Por lo tanto, se ha sugerido que para conseguir el efecto de entrenamiento la intensidad del ejercicio debe ser por lo menos del 50% del máximo, y que puede ser incrementado a tolerancia del paciente.

Efecto de Desentrenamiento. Este principio se basa en las observaciones de que el efecto obtenido por entrenamiento se pierde después de que el ejercicio se suspende. Sattin y cols. (27) mostraron que el reposo en cama en sujetos normales, resultó en una disminución significativa del consumo máximo de oxígeno, en un período de 21 días de reposo. Y tomó entre diez y cincuenta días, que los valores regresaran a los medidos antes del reposo. Keens y cols. (28) encontraron que en un período de un mes, un grupo de sujetos normales que había recibido entrenamiento de músculos respiratorios, habían perdido el efecto de entrenamiento conseguido. También se ha informado que aquellos pacientes que son incluidos en programas de rehabilitación y que reciben ejercicio físico de entrenamiento, que no son capaces de modificar su estilo de vida, incorporando el ejercicio a

sus actividades cotidianas, perderán en un período de tiempo variable los efectos del entrenamiento que hayan conseguido.

Efectos del ejercicio en pacientes con enfermedades pulmonares.

Varios estudios han demostrado que la inclusión de ejercicio físico en el tratamiento de pacientes con enfermedad pulmonar es benéfico. Cockcroft y cols.(29) estudiaron a 39 pacientes menores de 70 años, con disnea de esfuerzo, que no requerían de oxígeno suplementario para sus actividades cotidianas, y los asignaron al azar a dos grupos; un grupo de tratamiento que pasó seis semanas en un centro de rehabilitación, donde recibieron ejercicio dosificado, y un grupo control que sólo recibió tratamiento médico. Después de cuatro meses, el grupo control fue también admitido en el centro de rehabilitación por seis semanas, para realizar ejercicio. Las condiciones basales de los dos grupos fueron similares. Después del tiempo de rehabilitación, sólo 2 de 16 pacientes del grupo control mostraron mejoría en la disnea y tos, mientras que 16 de 18 pacientes incluidos en el grupo de tratamiento, manifestaron mejoría en los mismos síntomas. Los pacientes que fueron tratados con ejercicio mostraron también mejoría significativa en la prueba de caminata de 12 minutos, y en el consumo de oxígeno pico conseguido en la prueba, comparado con los sujetos del grupo control.

Sinclair e Ingram (30) estudiaron a 33 pacientes con Bronquitis Crónica, divididos también en dos grupos. Incluyeron a 17 pacientes en el grupo de tratamiento, quienes realizaron ejercicio subiendo y bajando una escalerilla. El tiempo de duración del ejercicio se incrementó a tolerancia. A los pacientes se les indicó trabajar en su casa, y fueron evaluados semanalmente. Los pacientes del grupo

control no realizaron ejercicio y fueron evaluados a los seis meses. No encontraron cambios en el grado de obstrucción en ningún grupo. Tampoco hubo mejoría en la fuerza del cuádriceps, en la ventilación minuto, ni en la frecuencia cardíaca. Sin embargo, la distancia caminada en 12 minutos aumentó significativamente en el grupo de pacientes con entrenamiento.

Los estudios de Paez y cols. (31) y Mohsenifar y cols. (24) han demostrado que existe una disminución en la frecuencia cardíaca para niveles de ejercicio submáximo, lo que se considera una característica del efecto de entrenamiento para un ejercicio específico. Al respecto se ha sugerido que ésta disminución de la frecuencia cardíaca esté tal vez relacionada, o se presente como respuesta a una disminución en los niveles de lactato para el mismo nivel de trabajo (submáximo).

Más recientemente, el estudio de Casaburi y cols. (26) apoya también el efecto de entrenamiento. En su grupo de pacientes con EPOC que fueron sometidos a ejercicio, mostraron una reducción en la acidosis láctica provocada por el ejercicio, así como en la ventilación minuto, después del entrenamiento. Mas aún, la reducción fue proporcional a la intensidad del entrenamiento. Hubo una reducción del 12% en los pacientes entrenados con cargas bajas (50% del máximo), y 32% de disminución en los pacientes que entrenaron con cargas altas (80% del máximo). En ambos grupos hubo una disminución significativa de la frecuencia cardíaca después del entrenamiento.

Sin embargo, también existen informes en los que no se han logrado documentar incrementos en el consumo máximo de oxígeno (V_{O_2} máx), o disminución en la frecuencia cardíaca o en los niveles de lactato como respuestas de entrenamiento para niveles submáximos de ejercicio. Belman y Kendregan (21) al analizar el contenido enzimático en biopsias musculares tomadas antes y después del

entrenamiento, no encontraron cambios. Tampoco observaron disminución de la frecuencia cardíaca para el mismo nivel de trabajo. Sin embargo, nueve de los pacientes tratados mejoraron su tolerancia al ejercicio. Cabe mencionar que en éste estudio se utilizó un esfuerzo de entrenamiento muy bajo, iniciado al 30% del máximo logrado en la prueba.

Con respecto a la relación de la severidad de la obstrucción y la capacidad de conseguir efecto de entrenamiento, estudios recientes analizaron si los pacientes con EPOC severo (FEV_1 menor del 50% del predicho) pueden someterse a entrenamiento con ejercicio, pues se cree que estos pacientes no logran ejercitarse a la intensidad requerida para alcanzar el umbral anaerobio, o bien para entrenar el sistema cardiovascular. En el estudio de Niederman y cols. (23) trataron con ejercicio a 33 pacientes con diferentes grados de EPOC (rango del FEV_1 de 0.33 a 3.82 L). Cuando evaluaron la respuesta al entrenamiento, no hubo correlación entre el grado de obstrucción y la mejoría observada. Es decir, los pacientes con FEV_1 muy bajo eran tan susceptibles de mejorar como los pacientes con un FEV_1 más alto. En igual forma, ZuWallack y cols. (25) al estudiar a 50 pacientes con EPOC (FEV_1 de 0.38 a 3.24 L) antes y después del entrenamiento, observaron una relación inversa entre la distancia recorrida en la caminata de 12 minutos inicial y el consumo de oxígeno, con la mejoría observada. Los autores concluyeron que los pacientes con un pobre desempeño en la caminata de 12 minutos o la prueba de esfuerzo máximo, no son necesariamente malos candidatos para un programa de rehabilitación pulmonar.

Funciones cognoscitivas en pacientes con EPOC.

Por otra parte, se ha descrito que un gran número de pacientes con EPOC presentan alteraciones de sus funciones cognoscitivas, esto ha sido evidenciado por los estudios de los efectos del uso de oxígeno suplementario a largo plazo en pacientes con hipoxemia secundaria a EPOC en los que evaluaron las funciones cognoscitivas de los pacientes tratados (32). Recientemente el estudio de Incalzi y cols. (33) ha informado que la mayoría de sus pacientes mostraron deterioro mental a pesar de recibir oxígeno suplementario en su domicilio, y este deterioro estuvo relacionado con la edad y la duración de la insuficiencia respiratoria crónica. Los autores encontraron en 48% de los pacientes un patrón de deterioro caracterizado por alteración importante en las pruebas de habilidad y memoria verbales.

La literatura al respecto es escasa, no se tienen informes de estudios descriptivos o controlados que pudieran sustentar firmemente el conocimiento en esta área, de aquí la necesidad de iniciar estos estudios.

Justificación

Es a partir de estos datos que actualmente se recomienda que cualquier paciente capaz de realizar ejercicio físico, sea incluido en programas de entrenamiento. Sin embargo, no encontramos en lo publicado en los últimos 5 años (Medline) ningún trabajo en el que se haya expuesto a un grupo de pacientes con fibrosis pulmonar a un programa de entrenamiento similar a como ha sido informado en pacientes con EPOC. Las razones de esto podrían residir en que los

pacientes con fibrosis pulmonar experimentan importante desaturación de oxígeno con el ejercicio y esto podría limitar cualquier programa. Además, a diferencia de los pacientes con EPOC, la principal limitante no es su capacidad ventilatoria, sino los defectos de ventilación/perfusión y particularmente los de difusión, y esto podría ser una razón adicional. Sin embargo, es importante señalar que un grupo de pacientes con EPOC se desaturan con el ejercicio y no obstante, existen informes en los que los programas de entrenamiento físico han funcionado. Además, aunque está ya establecido que los programas de entrenamiento tienen claros efectos sobre algunos aspectos funcionales y metabólicos en los pacientes con EPOC, no hay información acerca de los efectos de estos programas sobre las habilidades físicas y cognitivas de los pacientes. Y la información existente sobre el impacto de estos programas en la calidad de vida de los enfermos es escasa y con limitaciones metodológicas. En base a los antecedentes ya descritos, este trabajo se diseñó para saber si un programa de entrenamiento físico tiene en los pacientes con fibrosis pulmonar, los efectos encontrados en los pacientes con EPOC. Además, es la intención de este trabajo saber si los programas de entrenamiento físico tienen algún efecto sobre la calidad de vida y las habilidades cognitivas tanto de los pacientes con fibrosis pulmonar como en los pacientes con EPOC.

OBJETIVOS.

Objetivos principales

1. Investigar si un programa de ejercicio físico dosificado individualmente y supervisado, provoca un aumento de la tolerancia al ejercicio, definida como un aumento en la distancia recorrida en la prueba de caminata de 12 minutos, en sujetos con fibrosis pulmonar o con EPOC.
2. Conocer y cuantificar la respuesta en "Calidad de Vida" definida por las diferencias en las calificaciones obtenidas en el "Cuestionario para enfermos respiratorios crónicos"

Objetivos secundarios

1. Conocer y cuantificar la respuesta o modificación en la percepción de disnea medida por la escala análoga visual y el componente de disnea del "Cuestionario para enfermos respiratorios crónicos" en los dos grupos de pacientes sometidos a ejercicio.
2. Conocer en qué medida influye un programa de éste tipo en las habilidades mentales y cognoscitivas de estos dos grupos de enfermos, mediante la escala de inteligencia de WAIS

HIPOTESIS

Los pacientes con Fibrosis Pulmonar o EPOC incluidos en el programa de entrenamiento físico progresivo conseguirán:

1. Incrementar la distancia caminada en doce minutos.
2. Mejoría en la "Calidad de vida", medida con el "Cuestionario para enfermos respiratorios crónicos",
3. Mejoría en la percepción de disnea, los pacientes referirán percibir menos falta de aire, medida por la escala análoga visual y la escala de Borg.
4. Mejoría en las habilidades cognoscitivas de los pacientes medidas por las pruebas neuropsicológicas.

Estos cambios serán mayores en comparación con los de los pacientes del grupo placebo.

DISEÑO DEL ESTUDIO

Se trata de un ensayo clínico controlado con placebo en el que se proporcionó en forma aleatoria un programa de entrenamiento físico, o una maniobra simulada de entrenamiento a los pacientes con diagnóstico de EPOC o fibrosis pulmonar (FP). A los pacientes de ambos grupos se les realizó una prueba de caminata de 12 minutos basal, monitorizada con oxímetro de pulso, seguida de sesiones de ejercicio dosificado de acuerdo a su tolerancia, durante 12 semanas. Se aplicaron también cuestionarios antes del programa de ejercicio, a través de los cuales se evaluó la calidad de vida, capacidad cognoscitiva, memoria, habilidades manuales, disnea y sensación de bienestar general. Después de un período de 12 semanas de entrenamiento físico, se sometió a los dos grupos de pacientes a otra prueba de caminata y a la aplicación de los mismos cuestionarios.

Los evaluadores estuvieron cegados al tipo de maniobra recibida por los pacientes; los pacientes estaban informados de las características del estudio y sabían que podían estar en el programa de ejercicio intenso (maniobra experimental) o en el de ejercicio leve (maniobra placebo). En este sentido, también estaban cegados.

PACIENTES Y METODOS

Pacientes

Se incluyeron 20 pacientes con diagnóstico de Fibrosis Pulmonar y 20 con diagnóstico de EPOC en base al tamaño de muestra calculado para una diferencia en la capacidad de ejercicio (ver anexo). El diagnóstico de fibrosis pulmonar se estableció en base a los criterios internacionalmente aceptados (3), a saber: disnea de reposo o con los esfuerzos, antecedentes exposicionales a sustancias o antígenos conocidos de producir fibrosis pulmonar, pruebas funcionales respiratorias con patrón restrictivo o predominantemente restrictivo, radiografía de tórax con patrón intersticial de tipo nodular o reticulo-nodular, citologías de expectoración negativas para cáncer y cuando fuera necesario biopsia pulmonar.

El diagnóstico de EPOC se estableció de acuerdo a los lineamientos recomendados por la Sociedad Americana de Tórax (ATS) (34,35), es decir pacientes con diagnóstico de bronquitis crónica o enfisema pulmonar. Se consideró con bronquitis crónica a todo paciente con antecedentes de ser fumador, o haber estado expuesto al humo de leña o carbón, que tuviera tos con expectoración durante la mayor parte del año durante dos años consecutivos y en quienes razonablemente se hubieran descartado otras causas probables de tos como asma, tuberculosis, etc. El diagnóstico de enfisema, aunque es histológico, se consideró como evidencia indirecta de enfisema el antecedente de ser fumador o haber estado expuesto al humo de leña, tener una radiografía compatible con hiperinflación, pruebas de función pulmonar con una disminución del FEV₁ o de la difusión para el

monóxido de carbono (DLco), concomitantemente a un aumento notable del volumen residual y la capacidad pulmonar total.

Criterios de inclusión

- Diagnóstico establecido de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica o Fibrosis Pulmonar
- Sexo masculino o femenino
- Edad de 20 a 70 años
- Evolución estable en los últimos dos meses. Sin cambios en las pruebas de función respiratoria.
- Que radiquen en el D.F.
- Que no tengan anemia.
- Que no reciban esteroides sistémicos, o que reciban dosis mínimas de mantenimiento (0.25 mg/Kg/día).
- Sin enfermedad coronaria agregada.

Criterios de exclusión

- Insuficiencia respiratoria crónica agudizada.
- Insuficiencia cardíaca
- Presencia de patología osteomuscular que impida realizar ejercicio
- Presencia de enfermedad demencial
- Presencia de enfermedad tiroidea
- Que requieran esteroides a dosis altas (1mg/Kg/día)
- Que curse con otras enfermedades concomitantes agudas.

Criterios de eliminación.

- Inasistencia a seis sesiones consecutivas de entrenamiento.
- Falta de cooperación durante el entrenamiento
- Descompensación aguda de su enfermedad de base

METODOS

EJECUCION DEL ESTUDIO

Evaluación inicial.

A todos los sujetos incluidos en el estudio se les midió el peso y la talla corporal.

Pruebas de función pulmonar. A todos los pacientes se les realizó espirometría y gasometría arterial en reposo. La espirometría se realizó con un espirómetro digital marca Pony, pidiendo al paciente que realizara tres maniobras espiratorias (según recomendaciones de la ATS), se seleccionaron los valores del mejor esfuerzo.

Caminata de 12 minutos. Se realizó a todos los pacientes una prueba de caminata de doce minutos que ha mostrado ser un instrumento adecuado para estimar la capacidad de ejercicio de los pacientes con enfermedades respiratorias (36). Esta prueba se realizó en uno de los corredores del propio Instituto de 30 m de longitud. Al paciente se le estimuló a realizar su máximo esfuerzo en cada ocasión. Se le informó que podía caminar a la velocidad que deseara y que incluso podía detenerse a descansar si lo necesitaba. La forma de evaluación de esta prueba consiste en cuantificar la distancia máxima que los pacientes pueden recorrer en el tiempo de prueba, adicionalmente calculamos la velocidad que desarrollaron al caminar. Con el objeto de conocer y registrar la saturación de oxígeno durante esta prueba, se monitorizó a los pacientes con un oxímetro de pulso, que nos proporcionó además la frecuencia cardíaca en forma continua. Se registró también durante la prueba, la percepción del esfuerzo mediante la escala de Borg. Estas

pruebas se realizaron por duplicado para eliminar errores secundarios a aprendizaje de la misma, y se tomaron los valores mas altos.

Evaluación de la disnea. La disnea percibida por el paciente fue evaluada de tres formas. La primera, dinámica, se registró durante la prueba de caminata a través de la escala de Borg (12). La segunda, estática, se aplicó al paciente una escala análoga visual con dos descripciones escritas, una al pie de la escala que dice "nada de falta de aire" y otra en el otro extremo de la línea que dice "máxima falta de aire" (12). Utilizamos también el componente de disnea del "Cuestionario para enfermos respiratorios crónicos" para documentar el cambio observado en la percepción de este síntoma, durante las actividades del paciente.

Evaluación de la calidad de vida. Para la evaluación del impacto que un programa de ejercicio como el propuesto pueda tener en la calidad de vida de los sujetos estudiados se utilizó la versión en español del Chronic Respiratory Index Questionnaire (Cuestionario para enfermos respiratorios crónicos), que ha mostrado ser un instrumento valido en términos de su reproducibilidad en nuestro Instituto. Este cuestionario evalúa cuatro categorías, a saber: Disnea, Fatiga, Función emocional y Control sobre la enfermedad, se obtiene una calificación en cada categoría y una total. Cabe mencionar que la forma de calificación de este cuestionario es mediante una escala de tipo Likert. Para cada pregunta el paciente tiene siete opciones de respuesta (1 a 7), de forma tal que a mayor puntaje, indica mejor estado.

Evaluación de habilidades cognoscitivas.

Se aplicaron a los pacientes una batería de pruebas psicológicas que incluyeron pruebas de evaluación neuropsicológica (WAIS, Bender, Benton, MMPI) y pruebas llamadas proyectivas (IDARE, HAD, Beck) para evaluar grado de ansiedad y depresión, y dos pruebas para la evaluación de la personalidad de los pacientes. Estas pruebas también se aplicaron antes y después del programa de entrenamiento o de la maniobra simulada.

Programa de entrenamiento.

Estrategias para asegurar el proceso de entrenamiento y garantizar la seguridad del paciente. Los pacientes asignados al grupo experimental iniciaron su entrenamiento con cargas de trabajo de acuerdo con su tolerancia individual. Se determinó el nivel de trabajo tolerado de acuerdo con tres parámetros: 1) el grado de desaturación al realizar el ejercicio, permitiendo una SaO₂ mínima de 87%; 2) el grado de disnea que el paciente debía percibir durante el ejercicio utilizando la escala de Borg, debía ser *Moderado a Fuerte*; y 3) la frecuencia cardíaca alcanzada durante el ejercicio, debía mantenerse entre el 70 a 80% de la FCmax predicha para su edad. Las cargas de trabajo se incrementaron semanalmente, también de acuerdo con la tolerancia de cada paciente y utilizando los mismos criterios arriba descritos. El tiempo de entrenamiento fue de 12 semanas para todos los pacientes con EPOC y FP.

Las sesiones del entrenamiento se realizaron dentro de las instalaciones del Instituto, se utilizaron dos cicloergómetros de frenado mecánico marca Monark, con cargas de trabajo graduadas en kilopondímetros. La velocidad de pedaleo se mantuvo entre 50 y 80

revoluciones por minuto (rpm). Cada paciente recibió un horario para acudir a realizar su entrenamiento tres veces por semana, con una duración de 35 a 40 minutos cada sesión según la tolerancia individual. Aquellos pacientes en quienes se determinó previamente la necesidad de utilizar oxígeno suplementario, por medio de oximetría de pulso en ejercicio, recibieron oxígeno a la dosis requerida (L/min) para mantener una saturación de oxígeno (SaO_2) igual o mayor al 87%. En cada sesión los pacientes fueron monitorizados mediante oxímetro de pulso, escala de disnea, tensión arterial, y percepción del esfuerzo, con registro de éstos parámetros cada cinco minutos en una hoja específica.

Se hizo énfasis a los pacientes en la necesidad de ser constantes en su asistencia al entrenamiento, y para esto sólo se les permitieron tres faltas no consecutivas.

Programa de entrenamiento simulado.

Los pacientes que fueron asignados a este grupo, también realizaron ejercicio en los mismos cicloergómetros, pero sin cargas de trabajo; es decir sin resistencia al pedaleo, ni progresión en el tiempo de ejercicio, únicamente debieron completar las 12 semanas del entrenamiento. Al igual que a los pacientes del grupo experimental, a este grupo también se les monitorizó con oxímetro de pulso, escala de disnea, tensión arterial, y percepción del esfuerzo.

Análisis Estadístico.

Para el análisis estadístico se consideraron todos los pacientes que ingresaron al estudio (*intention to treat*). Los resultados se expresan como promedios \pm desviación estándar. Los resultados obtenidos con la escala de Borg y las escalas de ansiedad y depresión se expresan como medianas. Las variables que mostraron una distribución normal, se analizaron mediante prueba de t para muestras pareadas. En otro caso se utilizó la prueba de Wilcoxon. Para comparar el estado basal entre los grupos de tratamiento se utilizó la prueba de t para muestras independientes. El análisis se realizó utilizando un paquete estadístico (Systat). Se consideró significativa una $p < 0.05$

RESULTADOS.

Se incluyeron en total 50 pacientes, 25 pacientes con EPOC y 25 pacientes con FP. Cinco pacientes con EPOC y tres con FP no concluyeron las doce semanas del estudio. Las causas más comunes fueron dificultades para asistir a las sesiones de ejercicio ya fuera por tiempo y/o problemas de transporte y económicos. La mayoría de ellos han sido localizados y evaluados nuevamente. Estos pacientes no mostraron características funcionales diferentes de los pacientes que si completaron el estudio. En el análisis se incluyeron todos los pacientes (intention to treat).

20 pacientes con EPOC y 22 con FP terminaron el estudio. De los pacientes con EPOC, se asignaron once pacientes al grupo experimental y nueve al grupo placebo (maniobra simulada de ejercicio). La distribución de los pacientes con FP fue de once pacientes en cada grupo.

Las características basales de todos los pacientes, por diagnóstico, se muestran en la Tabla 1, en el grupo de EPOC 7 de 20 pacientes fueron mujeres, mientras que en el grupo de FP 14 de 22 pacientes fueron mujeres. El grupo de FP tuvo una edad promedio menor al grupo de EPOC 52 ± 14 Vs 64 ± 10 años. Los resultados de las espirometrías muestran datos de obstrucción de la vía aérea en el caso de los EPOC, con un FEV_1 de $46.5 \pm 21.6\%$ y una relación FEV_1/FVC de $51.5 \pm 18.2\%$; y de restricción en el caso de los pacientes con FP con una FVC de 61.1 ± 19.2 y una relación FEV_1/FVC de $86 \pm 6.7\%$. Los pacientes de los dos grupos mostraron algún grado de hipoxemia en la gasometría arterial en reposo. Las comparaciones de estos patrones de las pruebas funcionales respiratorias entre los pacientes de EPOC y FP son significativamente diferentes.

Pruebas funcionales respiratorias.

La Tabla 2 muestra las características basales de los pacientes por grupo de tratamiento asignado (experimental o placebo) y la estadística de prueba entre los grupos (t de student). No se encontraron diferencias significativas en las pruebas funcionales, ni en las distancias que recorrieron los pacientes entre los grupos experimental Vs placebo. Cuando se compararon los grupos experimental y placebo de EPOC, las distancias fueron 741 ± 190 y 762 ± 215 respectivamente con una $p=0.81$, en el caso de los pacientes con FP las distancias fueron 715 ± 233 para el grupo experimental, y 737 ± 166 para el grupo placebo, con una $p=0.80$. La percepción máxima de disnea por escala de Borg durante la caminata fue de 3.5 ± 1.7 en el grupo experimental y de 3.9 ± 1.8 , en el grupo placebo de los pacientes con EPOC, $p=0.58$. En el grupo experimental de FP fue de 3.4 ± 2.1 , mientras que en el grupo placebo fue de 4.1 ± 2.6 , con una $p=0.52$; la saturación de oxígeno en reposo por oximetría de pulso en los grupos de EPOC fue de $87.8 \pm 4.4\%$ en el experimental y $91 \pm 4.6\%$ en el placebo ($p=0.15$), en los grupos de FP fue de $90 \pm 5\%$ y $89 \pm 4.5\%$, experimental y placebo respectivamente ($p=0.57$). La saturación mínima durante la prueba de caminata tampoco mostró diferencias estadísticamente significativas. En los grupos de EPOC fue de $80.2 \pm 7.5\%$ y $83.4 \pm 8.1\%$ para el grupo experimental y placebo ($p=0.35$), mientras que en los grupos de FP fue de $79.9 \pm 7.8\%$ en el experimental y de $75.5 \pm 12\%$ en el placebo, ($p=0.35$)

Las pruebas funcionales respiratorias entre los grupos de EPOC y FP así como el grado de desaturación al final de la prueba de caminata, son significativamente diferentes (ver Tabla 1). Sin embargo, no encontramos diferencias significativas al comparar las distancias

recorridas en las pruebas de caminata entre los enfermos con EPOC y los de FP.

Cuestionario de "Calidad de Vida".

En la Tabla 3, se resumen los promedios de las calificaciones en cada una de las categorías y del puntaje total del cuestionario que se utilizó para medir calidad de vida, se muestran por grupo de tratamiento asignado y el resultado de la comparación entre los grupos. La categoría de Disnea mostró un promedio de 19.2 ± 5.2 y 19.7 ± 5.2 para el grupo experimental y placebo respectivamente de los pacientes con EPOC. En los grupos de FP la calificación fue de 22.4 ± 3.4 en el experimental y 20.7 ± 4.8 en el control. En la categoría de Fatiga las calificaciones fueron 18.6 ± 2.9 y 17.6 ± 5.8 , experimental y placebo de EPOC; y 18 ± 4.9 y 18.4 ± 4.4 , experimental y placebo de FP respectivamente. En la categoría de Función Emocional los grupos de EPOC tuvieron 34.9 ± 7.6 en el experimental y 33.7 ± 11.4 en el placebo. Mientras que en el grupo de FP fue de 31.9 ± 10.3 y 31.6 ± 8.9 respectivamente. La calificación en la categoría de Control sobre la Enfermedad fue como sigue: 21.2 ± 5 experimental, y 20.8 ± 6.3 placebo de EPOC; 20.5 ± 5.5 experimental y 19.4 ± 5.3 placebo, de FP. Los promedios de los puntajes totales de los cuestionarios fueron 93.9 ± 18.1 y 91.7 ± 25.1 para los grupos de EPOC, y 92.8 ± 19.1 y 90.2 ± 18.1 para los grupos experimental y placebo de FP respectivamente. Al hacer las comparaciones entre los grupos experimental y placebo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los grupos de EPOC ni tampoco en los de FP.

Cambios Post-ejercicio.

En la Tabla 4 se ilustran los cambios observados en las pruebas funcionales respiratorias y en las pruebas de caminata de 12 minutos después de las doce semanas de entrenamiento en los grupos de EPOC. Como se anticipaba, y como ha sido informado por otros autores, no encontramos cambios estadísticamente significativos en las pruebas de función respiratoria, con respecto al estado basal. Sin embargo, en el grupo experimental la distancia recorrida en la prueba de caminata, aumentó de 741 ± 190 a 851 ± 202 m, con un cambio concomitante en la velocidad desarrollada en la prueba 61.7 ± 16 Vs 70.9 ± 16 m/min, estos cambios fueron estadísticamente significativos, $p < 0.002$ (t muestras pareadas). En contraste, el grupo placebo mostró una disminución de la distancia recorrida, 96 metros menos con respecto a la basal, así como de la velocidad en la prueba. Estos cambios no fueron estadísticamente significativos ($p > 0.26$).

La Tabla 5 muestra los cambios observados en las pruebas de función pulmonar y en la prueba de caminata de los pacientes con FP. De forma similar a lo observado en los pacientes con EPOC, las pruebas de función respiratoria de los pacientes con FP no mostraron cambios que fueran estadísticamente significativos. Sin embargo, los pacientes del grupo experimental incrementaron la distancia recorrida en la prueba de caminata post-ejercicio, en 134 m (715 ± 233 Vs 849 ± 257), con un cambio concomitante en la velocidad de 11.1 m/min. Estos cambios también fueron estadísticamente significativos, con una $p < 0.005$. Similar a lo observado en el grupo placebo de EPOC, los pacientes del grupo placebo de FP también disminuyeron la distancia recorrida en la prueba post-ejercicio (menos 70 m) así como la

velocidad (menos 6 m/min) con respecto a la prueba basal, esta disminución no fue estadísticamente significativa ($p > 0.48$).

Cambios en Disnea y Calidad de Vida.

Los cambios observados en las mediciones de disnea, utilizando la EAV y la escala de Borg, así como los obtenidos con el cuestionario de calidad de vida, se muestran en la Tabla 6 para los grupos de EPOC, y en la Tabla 7 para los de FP.

No se encontraron cambios estadísticamente significativos en las mediciones de disnea con EAV en ninguno de los grupos. Los datos muestran cambios pequeños y en las dos direcciones. La disnea medida con la escala de Borg, considerando la percepción máxima durante la caminata disminuye en los dos grupos experimentales, de EPOC y FP, y en el grupo placebo de FP (3.5 a 2.8), pero estos cambios no son significativos desde el punto de vista estadístico.

En cuanto a los cambios en "calidad de vida", se observó un incremento en la categoría de disnea que es estadísticamente significativo ($\Delta 4.3$, $p < 0.015$). La calificación total también aumentó significativamente ($\Delta 10.2$, $p < 0.04$). En la categoría de Función emocional, aunque se observa una diferencia de cuatro puntos, no alcanza a ser significativa. Los pacientes del grupo experimental de FP mejoraron sus calificaciones en las categorías de Fatiga ($\Delta 4.1$, $p < 0.007$), Función emocional ($\Delta 9.8$, $p < 0.007$), Control sobre la enfermedad ($\Delta 4.0$, $p < 0.04$) y Total ($\Delta 17.3$, $p < 0.009$). En los grupos placebo de EPOC y FP ninguna de las categorías del cuestionario mostró cambios estadísticamente significativos.

Pruebas psicológicas.

La tabla 8 muestra los resultados obtenidos con la prueba de inteligencia de WAIS, antes y después del período de ejercicio supervisado, considerando a los pacientes por grupo de tratamiento. No se encontraron cambios significativos en ninguna de las subescalas de la prueba, en ninguno de los grupos.

Se aplicaron también a los pacientes, tres pruebas para medir el estado de ansiedad y/o depresión, la escala HAD, el cuestionario de IDARE, y el cuestionario de Beck. En la Tabla 8 se ilustran los resultados obtenidos con estos instrumentos. Se encontró una disminución en la escala de "Depresión" del HAD en los pacientes del grupo experimental que fue estadísticamente significativa ($p < 0.02$). La escala de "Ansiedad" mostró una disminución cuya significancia fue marginal ($p < 0.06$). Las mediciones con el IDARE, aunque muestran una tendencia a disminuir, ninguna resultó estadísticamente significativa. El cuestionario de Beck también mostró una disminución significativa en el grupo experimental ($p < 0.02$). En contraste los pacientes del grupo control no mostraron cambios que resultaran estadísticamente significativos, en ninguno de los cuestionarios. Sin embargo, debemos aclarar que sólo contamos con algunos de los cuestionarios post-tratamiento de los pacientes, por lo que estos resultados deben ser tomados con ciertas reservas.

TABLA I. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS PACIENTES

	EPOC (n = 26) X ± DE (extremos)	FIBROSIS PULMONAR (n = 25) X ± DE (extremos)	p*
Sexo (m/f)	7/19	21/4	< 0.001
Edad (años)	64 ± 9.8 (36 - 81)	52 ± 14 (27 - 79)	0.001
Peso (Kg)	72.5 ± 12.7	68.6 ± 13.7	0.23
FVC (%p)	72.4 ± 16.9 (37 - 90)	61.1 ± 19.2 (36 - 87)	0.05
FEV ₁ (%p)	46.5 ± 21.6 (14 - 65)	63.1 ± 18.4 (43 - 88)	0.008
FEV ₁ /FVC (%)	51.5 ± 16.2 (21 - 63)	86 ± 6.7 (68.3 - 100)	0.001
PaO ₂ (Torr)	52 ± 5.6 (44 - 67)	58.4 ± 11 (39 - 70)	0.02
PaCO ₂ (Torr)	30 ± 4.5 (21 - 38)	32 ± 5 (22 - 40)	0.47
SaO ₂ %	89 ± 4.6 (77 - 99)	89.5 ± 4.7 (78 - 95)	0.67
SaO ₂ % post-caminata	81.4 ± 8 (69 - 95)	78 ± 10 (60 - 93)	0.19
Distancia (m)	749 ± 195 (270-1020)	725 ± 201 (180-970)	0.68
Velocidad (m/min)	62.4 ± 16 (22.5-85)	60.4 ± 17 (15-81)	0.68
Calidad de Vida (Total)	93 ± 20 (53-122)	91.5 ± 18 (58-123)	0.79

FVC %p = capacidad vital forzada, porciento del predicho.

FEV₁ %p = volumen espirado en el primer segundo, porciento del predicho.

FEV₁/FVC % = indice del volumen espirado en el primer segundo entre la capacidad vital forzada, en porciento.

SaO₂ = saturación de oxígeno, con oxímetro de pulso.

Distancia = distancia caminada en la prueba de 12 minutos.

Calidad de Vida = calificación total en el cuestionario CERC.

* prueba de t para muestras independientes

TABLA 1B. DISTRIBUCION Y SEGUIMIENTO DE LOS PACIENTES

	EPOC n = 25		FIBROSIS n = 25	
	Experimento	Placebo	Experimento	Placebo
Incluidos	15	11	13	12
Terminaron	10	9	11	11
Pérdidas	5	2	2	1

TABLA 2. CARACTERISTICAS BASALES DE ACUERDO AL TRATAMIENTO ASIGNADO

	EPOC			FIBROSIS		
	Experimento (n = 10)	Placebo (n = 9)	p	Experimento (n = 11)	Placebo (n = 11)	p
SaO ₂ (%) reposo	87.8 ± 4.4	91 ± 4.6	0.15	90 ± 5	88.9 ± 4.5	0.57
SaO ₂ (%) mínima	80.2 ± 7.5	83.4 ± 8.1	0.35	79.9 ± 7.8	75.7 ± 12	0.35
Distancia (m)	741 ± 190	762 ± 215	0.81	715 ± 233	737 ± 166	0.80
Borg máximo	3.5 ± 1.7	3.9 ± 1.8	0.58	3.4 ± 2.1	4.1 ± 2.6	0.52
Velocidad (m/min)	61.7 ± 15.8	63.5 ± 17.8	0.81	59.6 ± 19.4	61.4 ± 13.9	0.80
FVC %p	74.7 ± 16	68.5 ± 18.4	0.42	63.9 ± 22.7	59.7 ± 15.6	0.62
FEV ₁ %p	52 ± 20	37 ± 23	0.17	64.0 ± 20.6	62.1 ± 17	0.82
PaO ₂ (Torr)	52 ± 4.6	52.4 ± 8.6	0.89	61.7 ± 12.4	54.1 ± 7.0	0.16
PaCO ₂ (Torr)	31 ± 4	29.6 ± 6.1	0.68	31.7 ± 5.3	31.7 ± 3.6	0.99

SaO₂ = saturación de oxígeno en %, medida con oxímetro de pulso

Distancia = distancia caminada en la prueba de caminata de 12 minutos

Borg = escala de percepción de disnea/esfuerzo

TABLA 3. CARACTERISTICAS BASALES EN "CALIDAD DE VIDA" DE ACUERDO AL TRATAMIENTO ASIGNADO

*	EPOC			FIBROSIS		
	Experimento (n = 10)	Placebo (n = 10)	p	Experimento (n = 11)	Placebo (n = 11)	p
Disnea	19.2 ± 5.2	19.7 ± 5.2	0.84	22.4 ± 3.4	20.7 ± 4.8	0.37
Fatiga	18.6 ± 2.9	17.6 ± 5.8	0.64	18.0 ± 4.9	18.4 ± 4.4	0.86
Función emocional	34.9 ± 7.6	33.7 ± 11.4	0.77	31.9 ± 10.3	31.6 ± 8.9	0.95
Control sobre la enfermedad	21.2 ± 5.0	20.8 ± 6.3	0.86	20.5 ± 5.5	19.4 ± 5.3	0.64
Total	93.9 ± 18.1	91.7 ± 25.1	0.82	92.8 ± 19.1	90.2 ± 18.1	0.74

*Cada una de las cuatro categorías evaluadas por el "Cuestionario para enfermos respiratorios crónicos"

TABLA 4. CAMBIOS EN LAS PRUEBAS DE FUNCION PULMONAR EN LOS PACIENTES CON EPOC.

	Experimento				Placebo			
	Antes	Después	Δ	p	Antes	Después	Δ	p
FVC (ml)	2454 \pm 965	2487 \pm 1038	33	0.43	2428 \pm 665	2386 \pm 714	42	0.25
FEV ₁ (ml)	1320 \pm 687	1327 \pm 741	7	0.85	1211 \pm 641	1218 \pm 639	7	0.80
FEV ₁ /FVC %	53.2 \pm 18.4	53.1 \pm 17.2	-0.1	0.20	48.7 \pm 18.7	49.8 \pm 17.6	1.1	0.27
PaO ₂ Torr	51.8 \pm 4.6	51.7 \pm 4.5	-0.1	0.34	52.4 \pm 8.6	55 \pm 12	-2.6	0.25
PaCO ₂ Torr	30.9 \pm 3.9	31.4 \pm 4.1	0.5	0.55	29.6 \pm 6.1	30 \pm 7.2	0.4	0.55
SaO ₂ (%) reposo	87.9 \pm 4.4	89.3 \pm 3.2	1.4	0.21	90.8 \pm 4.6	87.5 \pm 5.0	-3.3	0.42
SaO ₂ (%) mínima	80.3 \pm 7.5	80.6 \pm 6.6	0.3	0.62	83.4 \pm 8.1	82.2 \pm 9.3	-1.2	0.91
Distancia (m)	741 \pm 190	851 \pm 202	110	0.002	762 \pm 214	666 \pm 188	-96	0.26
Velocidad (m/min)	61.7 \pm 15.8	70.9 \pm 16.8	9.2	0.002	63.5 \pm 17.9	55.6 \pm 15.7	-7.9	0.26

SaO₂ mínima = valor mínimo durante la caminata de 12 minutos

TABLA 5. CAMBIOS EN LAS PRUEBAS DE FUNCION PULMONAR EN LOS PACIENTES CON FIBROSIS PULMONAR

	Experimento				Placebo			
	Antes	Después	Δ	p	Antes	Después	Δ	p
FVC (ml)	1828 \pm 719	1873 \pm 785	45	0.51	1481 \pm 268	1505 \pm 356	24	0.70
FEV ₁ (ml)	1529 \pm 510	1506 \pm 546	-23	0.28	1275 \pm 223	1262 \pm 224	-13	0.61
FEV ₁ /FVC %	85.8 \pm 8.6	81.3 \pm 9.1	-4.5	0.06	85.8 \pm 4.1	84.6 \pm 7.1	-1.2	0.42
PaO ₂ Torr	61.7 \pm 12.4	61.3 \pm 12.8	-0.4	0.72	54.1 \pm 7.0	54.7 \pm 8.3	0.6	0.52
PaCO ₂ Torr	31.7 \pm 5.3	32.1 \pm 5.3	0.4	0.79	31.8 \pm 3.7	33.2 \pm 1.6	1.4	0.23
SaO ₂ (%) reposo	90.1 \pm 5.0	89.3 \pm 5.3	-0.8	0.55	88.9 \pm 4.6	89.8 \pm 3.5	0.9	0.60
SaO ₂ (%) mínima	79.9 \pm 7.8	78.1 \pm 7.9	-1.8	0.18	75.7 \pm 11.9	74.5 \pm 7.9	-1.2	0.81
Distancia (m)	715 \pm 233	849 \pm 257	134	0.005	737 \pm 166	667 \pm 302	-70	0.48
Velocidad (m/min)	59.6 \pm 19.4	70.7 \pm 21.4	11.1	0.005	61.4 \pm 13.9	55.6 \pm 25	-5.8	0.47

SaO₂ mínima = valor mínimo durante la caminata de 12 minutos

TABLA 6. CAMBIOS EN DISNEA Y "CALIDAD DE VIDA" EN LOS PACIENTES CON EPOC.

	Experimento				Placebo			
	Antes	Después	Δ	p	Antes	Después	Δ	p
Disnea								
EAV pre-caminata	3.2 ± 2.0	3.9 ± 2.3	0.7	0.83	4.0 ± 2.9	4.6 ± 3.1	0.6	0.42
EAV post-caminata	4.1 ± 1.7	4.5 ± 2.6	0.4	0.89	4.8 ± 2.9	5.9 ± 2.5	1.1	0.58
Borg máximo	3.5 ± 1.7	2.8 ± 2.4	-0.7	0.75	3.9 ± 1.8	3.9 ± 3.1	0	0.89
"Calidad de Vida"								
Disnea	19.2 ± 5.2	23.5 ± 4.2	4.3	0.015	19.7 ± 5.2	21.0 ± 4.3	1.3	0.53
Fatiga	18.6 ± 2.9	20.0 ± 4.6	1.4	0.38	17.5 ± 5.8	17.8 ± 6.2	0.3	0.33
Función emocional	34.9 ± 7.6	38.9 ± 6.7	4.0	0.075	33.6 ± 11.4	34.6 ± 10.6	1.1	0.47
Control sobre la enfermedad	21.2 ± 4.9	23.6 ± 4.5	2.4	0.64	20.8 ± 6.3	22.7 ± 6.1	1.9	0.57
Total	93.9 ± 18.1	104.1 ± 16.0	10.2	0.04	91.7 ± 25.1	96.1 ± 25.1	4.4	0.77

EAV = escala análoga visual de 10 cm.

Borg máximo = estimación del máximo esfuerzo percibido, utilizando la escala de Borg durante la caminata de 12 minutos

TABLA 7. CAMBIOS EN DISNEA Y "CALIDAD DE VIDA" EN LOS PACIENTES CON FIBROSIS PULMONAR.

	Experimento				Placebo			
	Antes	Después	Δ	p	Antes	Después	Δ	p
Disnea								
EAV pre-caminata	3.2 ± 1.9	3.3 ± 2.2	0.1	0.48	3.5 ± 2.2	3.6 ± 2.8	0.1	0.78
EAV post-caminata	3.9 ± 2.8	3.8 ± 3.0	-0.1	0.52	4.5 ± 2.8	4.3 ± 3.6	-0.2	0.71
Borg máximo	3.4 ± 2.1	2.7 ± 2.0	-0.7	0.09	4.1 ± 1.6	3.7 ± 3.1	-0.4	0.58
"Calidad de Vida"								
Disnea	22.4 ± 3.4	24.1 ± 4.9	1.7	0.15	20.7 ± 4.9	18.7 ± 9.8	-2.0	0.30
Fatiga	18.0 ± 4.9	22.1 ± 4.9	4.1	0.007	18.4 ± 4.4	18.0 ± 5.9	-0.4	0.23
Función emocional	31.9 ± 10.3	41.7 ± 5.1	9.8	0.007	31.6 ± 8.9	32.8 ± 7.4	1.2	0.48
Control sobre la enfermedad	20.5 ± 5.5	24.4 ± 3.3	4.0	0.04	19.5 ± 5.3	21.3 ± 4.4	1.8	0.78
Total	92.8 ± 19.1	110.1 ± 14.6	17.3	0.009	90.2 ± 18.1	89.6 ± 11.8	-0.6	0.61

EAV = escala análoga visual de 10 cm

Borg máximo = estimación del máximo esfuerzo percibido, utilizando la escala de Borg durante la caminata de 12 minutos

TABLA 8. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS ESCALAS *IDARE*, *IAD*, *BECK* y *WAIS*, ANTES Y DESPUES DEL PERIODO DE EJERCICIO.

	Grupo Experimental			Grupo Placebo		
	Antes (n = 9)	Después (n = 9)	p	Antes (n = 5)	Después (n = 5)	p
WAIS•						
CI ejecución	106 ± 21	99 ± 22	0.67	98 ± 10.5	94.2 ± 9.8	0.35
CI verbal	102 ± 21	93 ± 26	0.35	104 ± 17	95.2 ± 5.6	0.23
CI total	102 ± 21	96 ± 25	0.31	101 ± 15	93 ± 6	0.25
IDARE*						
Ansiedad rasgo	38 (24-77)	32 (22-56)	NS	42 (31-75)	37 (33-62)	NS
Ansiedad estado	41 (26-71)	34 (26-51)	NS	44 (26-62)	39 (30-52)	NS
IAD*						
Ansiedad	6 (1-16)	4 (1-16)	0.06**	5 (2-16)	5 (2-12)	NS
Depresión	6 (1-12)	5 (0-10)	0.021**	5 (2-17)	4.5 (2-7)	NS
Beck*						
	16 (1-55)	11 (0-27)	0.022**	13 (5-46)	12 (10-34)	NS

• Los resultados se expresan en promedios ± desviación estándar. Las comparaciones corresponden a t para muestras pareadas.

CI = coeficiente de inteligencia.

* Los resultados se expresan en medianas (extremos).

** Prueba de Wilcoxon para rangos señalados.

DISCUSION.

En el presente trabajo estudiamos el efecto del ejercicio, como maniobra terapéutica adicional al tratamiento de dos grupos de pacientes con insuficiencia respiratoria crónica, EPOC y FP, mediante un ensayo clínico controlado que nos permitiera evaluar los efectos de la maniobra propuesta, tanto en términos de la tolerancia al ejercicio como en la "calidad de vida" de los pacientes. Cabe señalar aquí que la mayoría de los estudios que se han hecho en este sentido, han incluido maniobras adicionales al ejercicio, en lo que se conoce como programas de rehabilitación pulmonar, que hacen difícil tener una idea clara de que tanto influye cada maniobra por separado. Hemos querido en este trabajo estudiar el efecto aislado del ejercicio, sin otro tipo de intervención, para tener una idea más precisa de los efectos de esta maniobra, cuando todo lo demás es igual para los dos grupos (experimental y placebo con maniobra *sham*). Uno de los objetivos principales de nuestro trabajo fue investigar si los pacientes con FP podrían obtener algún efecto fisiológico de un programa de ejercicio supervisado, en forma similar a como ha sido descrito en los pacientes con EPOC, ya que no se tiene información al respecto, así como estudiar en forma más controlada el efecto en "calidad de vida" tanto en los pacientes con EPOC, como en los pacientes con FP, dado que existen todavía pocos estudios controlados que estudien esta área, y los resultados obtenidos por otros grupos de trabajo son inconsistentes.

El diseño del estudio nos permitió primero, aleatorizar a los pacientes a los dos grupos de tratamiento (experimento y placebo) y evitar así el sesgo de selección. Nuestros grupos son comparables básicamente tanto en EPOC como en FP, dado que no existieron diferencias

significativas entre ellos. Segundo, la aleatorización permitió también la ceguedad de los investigadores en las evaluaciones antes del tratamiento. Los pacientes estuvieron informados acerca de que podían estar en un grupo de ejercicio intenso o uno de ejercicio leve, esto contribuyó a que ellos estuvieran también cegados al tipo de intervención. Todos los pacientes tenían tratamiento estándar, y los que requerían oxígeno suplementario lo habían utilizado ya anteriormente, cuando menos por tres meses. Todas las mediciones fueron realizadas en forma estandarizada, y los evaluadores estuvieron cegados al tratamiento y a los resultados de las otras mediciones. Con respecto a la administración de las maniobras, experimental (ejercicio intenso), y placebo (ejercicio leve) fueron proporcionadas en condiciones similares. Las sesiones de ejercicio fueron monitorizadas por un técnico especializado, quien sólo conocía si el paciente estaba en ejercicio intenso o leve. La monitorización del ejercicio fue igual para todos los pacientes, de tal forma que es poco probable que algún grupo haya recibido mayores cuidados que otro. Mención aparte merece la maniobra placebo, que en realidad fue una maniobra simulada de entrenamiento. Esta característica nos permitió tener una maniobra control, a pesar de la dificultad que representaba proporcionar un "placebo" a los pacientes en términos de ejercicio. Por otro lado, al final del estudio, la información obtenida con estos grupos reafirma la idea de que la intensidad del estímulo es primordial para conseguir algún efecto. Además, no tuvimos pérdidas considerablemente mayores en ninguno de los grupos (ver Tabla 1B). Las causas de deserción más frecuentes fueron las relacionadas con problemas para transportarse al Instituto, de disponibilidad de tiempo, factores económicos, o una combinación de los tres. Uno de los pacientes de grupo placebo de FP desertó a las cuatro semanas, seis

meses después falleció (la causa fue descompensación cardíaca). Es poco probable que esta pérdida hubiera influido significativamente en los resultados, pues pertenecía al grupo placebo. Sobre estas bases consideramos haber controlado razonablemente un sesgo de ejecución. Finalmente, todas las evaluaciones post-ejercicio fueron realizadas por los mismos evaluadores, en condiciones similares a las evaluaciones previas, y fueron independientes unas de otras. Dado que los evaluadores desconocían el tipo de maniobra recibida por los pacientes, y que no tenían acceso a las evaluaciones previas, consideramos no haber incurrido en un sesgo de evaluación. Los métodos de medición que utilizamos, constituyen mediciones estandarizadas, de uso rutinario en el estudio de nuestros pacientes; el cuestionario utilizado para medir "calidad de vida" fue validado y estandarizado para su aplicación *ex-profeso* para este estudio, en la primera etapa del desarrollo de este trabajo.

En este sentido, el trabajo de Ries y cols. (41) es un ensayo clínico controlado que compara los efectos de un programa de rehabilitación con los de un programa de educación solamente, en dos grupos de pacientes con EPOC, los pacientes fueron aleatorizados al grupo de educación de ocho semanas, o bien al programa de rehabilitación que incluyó ejercicio supervisado, además de la intervención educativa y psicológica. Encontraron que los pacientes que realizaron ejercicio supervisado mejoraron significativamente su rendimiento en las pruebas de ejercicio máximo, tanto en su capacidad de trabajo como en la tolerancia para realizarlo. Sin embargo, no encontraron cambios significativos en "calidad de vida" o depresión en ninguno de los grupos. Esto podría deberse al tipo de instrumentos que utilizaron para estas mediciones, especialmente para calidad de vida, no es un cuestionario específico para enfermos pulmonares y no se ha

determinado su sensibilidad al cambio en el estado de los pacientes. La ausencia de cambios en depresión en los grupos contrasta con lo informado por otros autores (42), aunque las poblaciones de pacientes han sido diferentes y los estudios no han sido controlados, lo que viene a reforzar la necesidad de estudiar mejor los efectos de estas intervenciones en los aspectos psicosociales. Por otro lado, si se hubieran encontrado cambios, ¿a cual de todas las maniobras que recibieron los pacientes se habría adjudicado el beneficio? Es claro que muy difícilmente podría disecarse el efecto de una maniobra, cuando existen varias co-intervenciones.

Nuestro trabajo entonces, tiene la característica de proporcionar una sola maniobra adicional, hasta donde ha sido posible controlarla, al tratamiento habitual de los pacientes, de tal forma que los cambios que pudiéramos encontrar pudieran ser atribuibles solamente a dicha maniobra. Hemos querido apegarnos lo mas posible al concepto metodológico de un ensayo clínico controlado.

En cuanto al estado funcional pulmonar de los pacientes, nuestros resultados son similares a los informados por otros estudios, en los que característicamente las pruebas de función pulmonar no cambian en los pacientes que realizan entrenamiento con ejercicio aeróbico (6, 8, 26, 41, 42). Nuestros pacientes no mostraron cambios significativos en sus pruebas funcionales.

Nuestros resultados muestran en forma clara que los dos grupos experimentales, EPOC y FP, incrementaron significativamente la distancia que eran capaces de recorrer durante la prueba de caminata, y esto se refuerza al observar el incremento concomitante en la velocidad desarrollada durante la prueba. El grupo de pacientes con EPOC incrementó en promedio 110 metros la distancia recorrida, mientras que el grupo de FP consiguió un incremento promedio de

134m. Esta observación indica que la mejoría obtenida por los pacientes puede traducirse en una mayor capacidad para caminar y/o una mayor tolerancia a la actividad física. En contraste, ninguno de los grupos placebo consiguió un incremento. Por el contrario, tanto en los pacientes con EPOC, como en los de FP de los grupos placebo, se observó una disminución de la distancia y la velocidad en la caminata; esto a pesar de que no estuvieron inactivos durante el período de estudio, podría decirse que se ejercitaron a un nivel muy bajo, lo que viene a reforzar dos conceptos, uno el del deterioro progresivo de estos enfermos, no sólo en su función pulmonar, sino en su condición física general; y el otro, que se requiere una intensidad adecuada para conseguir beneficios atribuibles al ejercicio. Resulta interesante observar que aunque la disminución en la distancia no fue estadísticamente significativa, la magnitud de la diferencia es cercana a la observada, pero en sentido contrario, en el grupo experimental de EPOC.

Las pruebas de caminata de 6 y 12 minutos han sido utilizadas en la evaluación de la capacidad de ejercicio de pacientes con enfermedades respiratorias crónicas. Se sabe que la distancia recorrida en la prueba guarda correlación con el consumo máximo de oxígeno ($VO_2\text{max}$) medido en una prueba de ejercicio (43). En este trabajo, todas las pruebas se hicieron por duplicado para evitar efectos de aprendizaje por parte del paciente, además las instrucciones que recibieron para realizar la prueba fueron previamente estandarizadas. Esto nos permitió disminuir la variabilidad de la prueba.

En el estudio de Ries y cols. (41), se encontró un incremento en la distancia caminada durante la prueba de 6 min. Berry y cols. (44) en un ensayo clínico controlado en el que estudian los efectos del ejercicio supervisado mas entrenamiento de músculos inspiratorios,

encuentran que los pacientes asignados a los grupos experimentales aumentaron la distancia recorrida en la prueba de 12 minutos en 105 m en promedio. Estos autores encuentran además que el agregar al ejercicio general, entrenamiento específico de los músculos inspiratorios no provocó un mayor incremento de la capacidad de realizar ejercicio en los pacientes. Estudios menos recientes también han encontrado que los pacientes consiguen recorrer una distancia mayor después del tiempo de entrenamiento (23, 24, 25).

Con respecto a la disminución en la distancia recorrida durante la prueba de caminata en los grupos control, Wijkstra y cols. en un estudio piloto (45), observaron una respuesta similar en sus pacientes (grupo control) después de 12 y 18 meses de seguimiento, con una disminución concomitante del trabajo máximo (W_{max}) que realizaron en una prueba de ejercicio a los mismos tiempos de seguimiento, estos cambios fueron estadísticamente significativos. En nuestro trabajo, observamos una disminución mayor en el grupo control de FP, que esta en relación con la progresión más rápida de la enfermedad. El seguimiento de este grupo de pacientes seguramente proporcionará datos de interés clínico.

Resulta particularmente interesante observar los cambios en disnea. Por un lado, las mediciones de la EAV no fueron significativas en ningún grupo de pacientes. Esto podría estar determinado por varias razones; por la magnitud de las mediciones, la prueba de caminata no parece ser un estímulo suficientemente intenso para generar una respuesta máxima y esto es atribuible a que la prueba es autolimitada, entonces el cambio entre la disnea pre-caminata y la disnea post-caminata no es máximo, por lo tanto existe un rango pequeño de variación, como para que la diferencia, si existiera, después del entrenamiento pudiera ser detectada. Se podría hipotetizar aquí, que

probablemente la respuesta de nuestros pacientes este influida por un efecto de acostumbamiento al síntoma, es decir que tengan un umbral mas alto, que necesitaría de un estímulo suficientemente intenso para desencadenar la respuesta, esto queda todavía por ser evaluado. Por otro lado, hasta aquí hemos considerado solamente el máximo de la respuesta, tanto con la EAV como con la escala de Borg, es decir no tenemos el continuo de la medición, donde podrían existir algunos cambios. Trabajos recientes en pacientes con EPOC han encontrado una disminución en la percepción de disnea después de un programa de ejercicio supervisado de 6 semanas (46), O'Donnell estudia las respuestas de 60 pacientes divididos en dos grupos, uno con ejercicio y un grupo control, antes y después del período de entrenamiento utilizando tres diferentes aproximaciones, una evaluación de disnea crónica (Baseline/Transition Dyspnea Index [BDI/TDI]), y la respuesta en disnea y fatiga de las piernas con la escala de Borg durante las pruebas de ejercicio máximo. Encontró una mejoría del 65% en el BDI/TDI, y una reducción en la disnea de 25% y de la fatiga de las piernas de 33% durante la prueba de ejercicio (Borg) ajustando para la cantidad de trabajo realizado, en los pacientes que hicieron ejercicio supervisado, no así en el grupo control. Cambios similares se observaron al ajustar por VO_2 max, y V_E . El tamaño de muestra de este trabajo estuvo calculado para detectar un cambio en el BDI/TDI, con lo que requerían de 28 pacientes por grupo. Por otra parte, en el trabajo de Berry y cols (44), no se observaron cambios significativos en las evaluaciones de disnea. Los autores informan tres mediciones de disnea utilizando la escala de Borg a diferentes etapas de la prueba de ejercicio, y compararon las respuestas antes y después del tratamiento ajustando para una misma intensidad de trabajo, no hubo cambios en la percepción de disnea en ninguno de los grupos, ni

en etapas submáximas ni en el máximo del ejercicio. Los autores no discuten este hallazgo ampliamente, pero estas respuestas pudieron estar determinadas por la baja intensidad de ejercicio a que se sometió a los pacientes en general, ya que tampoco consiguieron incrementar su consumo de oxígeno o el tiempo de resistencia en la banda sin fin durante las pruebas de ejercicio. Por otra parte, Reardon y cols. (47) evalúan el efecto de un programa de rehabilitación que incluyó ejercicio no supervisado en 20 pacientes con EPOC aleatorizados a un grupo de tratamiento y un grupo control, utilizaron una EAV (de 300 mm de longitud) para medir disnea durante la prueba de ejercicio, y el BDI/TDI. Encontraron que el grupo de pacientes que recibió tratamiento mejoró su disnea tanto en el EAV como en el BDI/TDI, en el máximo del ejercicio y también a niveles de trabajo ajustados por $VO_2\text{max}$ y V_E . Sin embargo, los pacientes no mejoraron su capacidad de ejercicio en ninguno de los grupos. Aunque este trabajo tiene algunas limitaciones metodológicas, principalmente el pobre control y vigilancia de la maniobra, la disminución en la percepción de la disnea a pesar de no aumentar su capacidad de trabajo, es consistente con otras observaciones. Es probable que la adaptación a la actividad y la mejor eficiencia mecánica en el desarrollo de la misma tenga que ver con estas respuestas.

Es probable que en nuestro caso, la EAV no sea suficientemente sensible para detectar el cambio, o bien que el tamaño de nuestra muestra no sea suficiente. Esta también podría ser la razón por la que en el grupo experimental de EPOC, la categoría de Disnea del cuestionario de calidad de vida sí mostró un cambio significativo, pero no las mediciones con la EAV y la escala de Borg.

En este mismo grupo de pacientes se observó un cambio en la categoría de Función emocional que no alcanzó significancia

estadística y cuya magnitud es marginal a lo informado por Guyatt (48) para que un cambio sea relevante. La calificación total fue significativamente mayor en la evaluación post-ejercicio. Los resultados del cuestionario en el grupo experimental de FP muestran mejoría significativa en las categorías de Fatiga, Función emocional, Control sobre la enfermedad, y en la calificación total, pero no en la categoría de Disnea. Estos datos sugieren que la mejoría inducida por el ejercicio, se traduce también en una mejoría en algunas áreas de la vida general de los pacientes, en este caso definidas por las categorías del instrumento utilizado para medir calidad de vida en este estudio. Existen pocos estudios controlados que evalúen el impacto en "calidad de vida" de un programa de ejercicio en pacientes con EPOC, y ninguno en pacientes con FP. Wijkstra y cols. estudian el efecto en "calidad de vida" de un programa de rehabilitación en casa, en 45 pacientes con EPOC severo (FEV_1 1.3 ± 0.4 L), que fueron aleatorizados a un grupo de tratamiento o al grupo control. Encontraron mejoría significativa en las categorías de Disnea, Función emocional y Control sobre la enfermedad en el grupo que recibió rehabilitación pero no en el grupo control (49). El programa de rehabilitación de este estudio incluyó ejercicio no supervisado y otras co-intervenciones, esto lo hace poco comparable con nuestro trabajo, y en todo caso los cambios observados por los autores podrían atribuirse al conjunto de maniobras pero no a una sola de ellas. Goldstein y cols. (50), en un ensayo clínico controlado con 89 pacientes con EPOC severo, también encontraron cambios significativos en las mismas categorías del cuestionario. Los autores incluyeron también otras co-intervenciones además del ejercicio. Los dos estudios anteriores fracasaron al tratar de encontrar correlación entre los cambios en calidad de vida con los cambios en la capacidad

de ejercicio de los pacientes. Esto es congruente con la idea de que se trata de dos mediciones diferentes, por lo que no esperaríamos que existiera correlación entre ellas, y apoya el hecho de que la medición de calidad de vida puede no tener nada que ver con las mediciones fisiológicas que tienen interés para el clínico. Por otra parte, Ries y cols. (41) no encontraron cambios en "calidad de vida" en ninguno de los grupos de pacientes que estudiaron, sin embargo, como ya se comentó antes, esto muy probablemente estuvo influido por el tipo de instrumento que utilizaron para esta medición.

El cuestionario que utilizamos es específico para pacientes con enfermedades pulmonares crónicas, y trata de evaluar las áreas que estos pacientes sienten más afectadas por su enfermedad pulmonar, y en forma muy específica e individual evalúa el que quizá sea el síntoma más importante para estos pacientes, la disnea, durante las actividades que desempeñan frecuentemente y que les provocan falta de aire. Este instrumento es uno de los tres actualmente más utilizados internacionalmente para la medición de "calidad de vida" en pacientes pulmonares crónicos, y ha mostrado ser confiable en términos de su repetibilidad y su sensibilidad al cambio (51). Nuestros resultados concuerdan con los sugerido por los autores en cuanto a la magnitud mínima necesaria para que un cambio sea detectable. Además, nuestro grupo ha evaluado la confiabilidad de la versión en Español de este cuestionario y ha estandarizado su uso y aplicación para estudios clínicos en nuestro medio (52).

Todos los cuestionarios se aplicaron en forma estructurada y siguiendo un método estándar. El evaluador ignoró el grupo al que se había asignado al paciente, así como el resultado del resto de las evaluaciones.

La importancia de realizar estas mediciones para evaluar los efectos de una intervención terapéutica sobre todo en enfermos crónicos, radica principalmente en que el beneficio funcional de un medicamento o de una intervención terapéutica como el ejercicio, puede no tener ninguna relación con el estado sintomático relevante para el paciente o su situación general de vida. Por otro lado pocas ocasiones podemos ofrecer a estos enfermos una alternativa que modifique considerablemente su esperanza de vida, y de lo que le ofrecemos desconocemos el impacto que pudiera tener sobre su "calidad de vida".

Hemos querido definir "calidad de vida" en términos del instrumento que utilizamos. Esto no necesariamente refleja la situación general de vida nuestros pacientes, y desde luego no toma en cuenta otros aspectos de la vida de los pacientes que pudieran para ellos tener una importancia igual o mayor, relacionados o no con la enfermedad que es objeto del estudio, como ha sido comentado por Jones y Testa (53, 54). Esta es una desventaja de cualquier instrumento que se diseñe para medir "calidad de vida" y una limitación metodológica de consideración en este tipo de investigaciones, pues en el afán de objetivar una condición como "calidad de vida" las mediciones se realizan según el enfoque de un grupo de "expertos" como apunta Feinstein (55).

Con respecto a los resultados de las pruebas psicológicas, es interesante observar los cambios en los cuestionarios que miden ansiedad y/o depresión. Aún considerando que el tamaño de muestra disminuyó considerablemente por no contar con todos los cuestionarios post-tratamiento, encontramos que el estado de ansiedad y/o depresión disminuyó en los pacientes del grupo experimental, y que esto fue estadísticamente significativo. Esto apoya nuestros

hallazgos de mejoría en "calidad de vida" de nuestros pacientes, en el sentido de que la mejoría percibida por ellos concuerde con una mejoría en su estado de ánimo. Indirectamente esto sugeriría además que el cuestionario utilizado para medir "calidad de vida" en realidad mide aspectos relevantes de la vida de nuestros pacientes.

Por otra parte, no encontramos diferencias en la prueba de WAIS antes y después del tratamiento. Parte de la explicación de esto podría ser que el tiempo de observación haya sido muy corto para provocar un cambio, dado que solo fueron doce semanas, y muy probablemente esto no sea suficiente para que la condición cognoscitiva de los pacientes se modifique como efecto de la intervención. Otra razón podría ser que el número de pruebas post-tratamiento que pudimos analizar fue escaso, debido a esto, analizamos juntos a los pacientes de EPOC y FP con el razonamiento de que dado que los dos tipos de enfermos cursan con hipoxemia crónica, esta condición nos permitiría homogeneizar los grupos, sin embargo muy probablemente el tamaño de nuestra muestra es insuficiente. Los estudios de terapia con oxígeno suplementario (32, 56) que son los que han enfatizado cambios en la función neuropsicológica de los pacientes como efecto del tratamiento, han realizado un seguimiento considerablemente más largo de los pacientes. Podría ser también que en realidad la condición de los pacientes no se modifique, pero nuestros resultados no pueden ser concluyentes en este sentido.

En resumen, los resultados de este estudio mostraron cambios estadísticamente significativos tanto en la capacidad de realizar ejercicio como en la calidad de vida de los pacientes con EPOC, y sobre todo muestran que existen cambios similares y aún mayores en los pacientes con FP que realizaron ejercicio vigoroso y supervisado. Si estos cambios tienen algún impacto sobre algunos aspectos

psiconeurológicos del paciente con insuficiencia respiratoria crónica, así como si se mantienen a través del tiempo, y/o si modifican en alguna forma el curso clínico de los enfermos, tanto desde el punto de vista funcional, psicosocial y neuro-psicológico, constituyen una área que requiere mayor investigación.

CONCLUSIONES.

1. El ejercicio vigoroso y supervisado mejora significativamente la capacidad de ejercicio de los pacientes con EPOC y FP, en términos de la distancia recorrida en una prueba de caminata de 12 minutos.
2. El ejercicio vigoroso y supervisado mejora significativamente la "calidad de vida" de los pacientes con EPOC y FP, de acuerdo con el cuestionario utilizado para esta medición.
3. No se encontraron cambios significativos en la disnea de los pacientes con los métodos de medición utilizados. Excepto la categoría de Disnea del CERC en los pacientes con EPOC.
4. Aparentemente hubo una disminución del estado de depresión en los pacientes que realizaron ejercicio intenso.
5. Encontramos una disminución de la distancia caminada en 12 min, en los pacientes que recibieron la maniobra simulada de entrenamiento (ejercicio leve), tanto en EPOC como en FP.

REFERENCIAS.

1. Informe anual de labores del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, 1992 y 1991.
2. Fletcher C, Peto R. The natural history of chronic airflow obstruction. *Br Med J* 1977; 1: 1645-8.
3. Pérez-Padilla R, Salas J, Chapela R, Sansores RH y Cols. Mortality in mexican patients with Chronic Pigeon Breeder's Lung compared with those with Usual Interstitial Pneumonia. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148: 49-53.
4. Lertzman MM, Cherniak RM. Rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1976; 114: 1145-1165.
5. Glaser EM, Dudley DL. Psychosocial rehabilitation and psychopharmacology. En: Petty TL, Hodgkin JE, Eds. *Chronic obstructive pulmonary disease: current concepts*. 1a. Ed. Philadelphia, USA: WB Saunders Co. 1987. p 128-53.
6. Belman MJ. Exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Chest Med* 1986; 7: 585-97.
7. Celli BR. Arm and leg exercise training in pulmonary rehabilitation. En: Hodgkin JE, Connors GL, Bell CW. *Pulmonary Rehabilitation: guidelines to success*. 2a. Ed. Philadelphia, USA: JB Lippincott Co, 1993. p 268-78.
8. Ries AL. Position paper of the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation: Scientific basis of Pulmonary Rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil* 1990; 10: 418-41.
9. Carter R, Nicotra B, Clark L, Zinkgraf S, Williams J, Peauler M, Fields S, Berry J. Exercise conditioning in the rehabilitation of

- patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 1988; 69: 118-22.
10. Hass F, Axen K (Eds). *Pulmonary Therapy and Rehabilitation: principles and practice*. 2a Ed. Baltimore, USA: Williams & Wilkins, 1991.
 11. American College of Sports Medicine. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 4a Ed. USA: Lea & Febiger, 1991.
 12. Weiser PC, Mahler DA, Ryan KP, Hill KL, Greenspon LW. Dyspnea: symptom assessment and management. En: Hodgkin JE, Connors GL, Bell CW. *Pulmonary Rehabilitation: guidelines to success*. 2a Ed. Philadelphia, USA: JB Lippincott Co. 1993. p 478-511.
 13. Cerny FJ, Whieldon TJ, Cerny N. Pulmonary rehabilitation of children with cystic fibrosis and asthma. En: Hass F, Axen K. *Pulmonary therapy and rehabilitation: principles and practice*. 2a Ed. Baltimore, USA: Williams & Wilkins, 1991, p 262-76.
 14. Craven JL, Bright J, Dear CL. Psychiatric, psychosocial, and rehabilitative aspects of lung transplantation. *Clin Chest Med* 1990; 11: 247-57.
 15. Egan TM, Westerman JH, Lambert CJ, Detterbeck FC, Thompson JT, Mill MR, Keagy BA, Paradowski LJ, Wilcox BR. Isolated lung transplantation for end-stage lung disease: A Viable Therapy. *Ann Thoracic Surg* 1992; 53: 590-95.
 16. Grossman RF, Frost A, Zamel N, Patterson GA, Cooper JD, Myron PR, Dear CL, Maurer J. Results of single-lung transplantation for bilateral pulmonary fibrosis. The Toronto lung transplant group. *N Engl J Med* 1990; 322: 727-33.

17. Clausen JP, Clausen K, Rasmussen B, Trap-Jensen J. Central and peripheral circulatory changes after training of the arms and legs. *Am J Physiol* 1973; 225: 675-82.
18. Holloszy JO, Coyle EF. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J Appl Physiol* 1984; 56: 831-38.
19. Balady GJ, Weiner DA. Physiology of exercise in normal individuals and patients with coronary heart disease. En: Wenger NK, Hellerstein HK. *Rehabilitation of the Coronary Patient*. 3a. Ed. New York, USA: Churchill Livingstone, 1992. p 103-22.
20. Davies CT, Sargeant AJ. Effects of training on the physiological responses to one and two legged work. *J Appl Physiol* 1975; 38: 377-81.
21. Belman MJ, Kendregan BA. Exercise training fails to increase skeletal muscle enzymes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1981; 123:256-61.
22. Siegel W, Blonquist G, Mitchell JH. Effects of a quantitated physical training program on middle-aged sedentary man. *Circulation* 1970; 41: 19-29.
23. Niederman MS, Clemente PH, Fein A. Benefits of a multidisciplinary pulmonary rehabilitation program. Improvements are independent of lung function. *Chest* 1991; 99: 798-804.
24. Mohsenifar Z, Horak D, Brown H, Koerner SK. Sensitive indices of improvement in a pulmonary rehabilitation program. *Chest* 1983; 83: 189-92.
25. ZuWallack RL, Patel K, Reardon JZ. Predictors of improvement in the 12 minute walking distance following a six-week outpatient pulmonary rehabilitation program. *Chest* 1991; 99: 805-8.

26. Casaburi R, Patesio A, Ioli F, Zanaboni S, Donner CF, Wasserman K. Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 1991; 143: 9-18.
27. Sattin B, Blonquist G, Mitchell JH. Response to exercise after bed rest and training. *Circulation* 1968; 38: 1-78.
28. Keens TG, Krastins IR, Wannamaker EM. Ventilatory muscle endurance training in normal subjects and patients with cystic fibrosis. *Am Rev Respir Dis* 1977; 116: 853-60.
29. Cockcroft AE, Saunders MJ, Berry G. Randomized control trial of rehabilitation in chronic respiratory disability. *Thorax* 1981; 36: 200-3.
30. Sinclair DJ, Ingram CG. Controlled trial of supervised exercise training in chronic bronchitis. *Br Med J* 1980; 1: 519-21.
31. Paez PN, Phillipson EA, Mosangkay M. The physiological basis of training patients with emphysema. *Am Rev Respir Dis* 1967; 95: 944-53.
32. Grant I, Heaton RK, McSweeney J, Adams KM, Timms RM. Neuropsychologic findings in hypoxemic chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Intern Med* 1983; 143: 1941-7.
33. Incalzi RA, Gemma A, Marra C, Muzzolon R, Capparella O, Carbonin P. Chronic obstructive pulmonary disease: an original model of cognitive decline. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148: 418-24.
34. American Thoracic Society: Definitions and classification of chronic bronchitis, asthma and pulmonary emphysema. *Am Rev Respir Dis* 1962; 85: 762-8.
35. The definition of emphysema. Report of a National Heart, Lung and Blood Institute, Division of Lung Diseases Workshop. *Am Rev Respir Dis* 1985, 132: 182-5.

36. McGavin CR, Gupta SP, McHardy GJ. Twelve minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *Br Med J* 1976; 1: 822-3.
37. Fletcher GF, Froelicher VF, Hartley LH, Haskell WL, Pollock ML. Exercise Standards: a statement for health professionals from the American Heart Association. *Circulation* 1990; 82: 2286-321.
38. Hamm LF, Leon AS. Exercise training for the coronary patient. En: Wegner NK, Hellerstein HK. *Rehabilitation of the coronary patient*. 3a. Ed. New York, USA: Churchill Livingstone, 1992. p 367-402.
39. Bergner M, Bobbitt RA, Carter WB, Gilson BS. The Sickness Impact Profile: development and final revision of a health status measure. *Med Care* 1981; 19: 787.
40. Wechsler D. Escala estandarizada de memoria para uso clinico. Instituto Mexicano de Psiquiatria. Publicada en original en *J of Psychol* 1945; 19: 87-95.
41. Ries AL, Kaplan RM, Limberg TM, Prewitt LM. Effects of pulmonary rehabilitation on physiologic and psychosocial outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 1995; 122: 823- 832.
42. Emery CF, Leatherman EN, Burker EJ, MacIntyre NR. Psychological outcomes of a pulmonary rehabilitation program. *Chest* 1991; 100: 613-7.
43. Bernstein ML, Despars JA, Singh NP, Avalos K, Stansbury DW, Light RW. Reanalysis of the 12-minute walk in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1994; 105: 163-7.
44. Berry MJ, Adair EN, Sevensky KS, Quinby A, Lever HM. Inspiratory muscle training and whole-body reconditioning in

- chronic obstructive pulmonary disease. A controlled randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153: 1812-6.
45. Wijkstra PJ, van der Mark TW, Kraan J, van Altena R, Koëter GH, Postma DS. Long-term effects of home rehabilitation on physical performance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153: 1234-41.
46. O'Donnell DE, McGuire M, Samis L, Webb KA. The impact of exercise reconditioning on breathlessness in severe chronic airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: 2005-13.
47. Reardon J, Awad E, Normandin E, Vale F, Clark B, ZuWallack RL. The effect of comprehensive outpatient pulmonary rehabilitation on dyspnea. *Chest* 1994; 105: 1046-52.
48. Guyatt G. Measuring health status in chronic airflow limitation. *Eur Respir J* 1988; 1: 560-4.
49. Wijkstra PJ, Van Altena R, Kraan J, Otten V, Postma DS, Koeter GH. Quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease improves after rehabilitation at home. *Eur Respir J* 1994; 7: 269-73.
50. Goldstein RS, Gort EH, Stubbing D, Avendano MA, Guyatt GH. Randomised controlled trial of respiratory rehabilitation. *Lancet* 1994; 344: 1394-7.
51. Wijkstra PJ, Ten Vergert EM, Van Altena R. Reliability and validity of the chronic respiratory questionnaire (CRQ). *Thorax* 1994; 49: 465-7.
52. Mejía-Alfaro R, Ramírez-Venegas A, Chapela R, Pérez-Padilla R, Sánchez MC, Sansores RH. Validity of a Spanish version of two instruments for measuring "quality of life" in patients with chronic respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153 (4 Suppl): A427.

53. Jones PW. Issues concerning health-related quality of life in COPD. *Chest* 1995; 107(5 Suppl): 187S-193S.
54. Testa MA, Simonson DC. Assessment of quality-of-life outcomes. *N Eng J Med* 1996; 334: 835-40.
55. Gill TM, Feinstein AR. A critical appraisal of the quality of quality-of-life measurements. *JAMA* 1994; 272: 619-626.
56. Nocturnal Oxygen Therapy Trial Group (NOTT). Continuous or nocturnal oxygen therapy in hypoxemic chronic obstructive lung disease. A clinical trial. *Ann Intern Med* 1980; 93: 391-8.

APENDICE 1

CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se utilizaron pruebas de medias pareadas.

Y se consideraron los valores obtenidos por Casaburi y cols. (26) para las siguientes variables: lactato, V_E , VO_2 , VCO_2 , V_E/VO_2 , y F.C.

1. Cálculo del tamaño de la muestra para Lactato:

Con una Z ALFA de 1.64 (unimarginal)

Con una desviación estándar del grupo de .18

Con una Z DE BETA de 0.84

Con una diferencia considerada significativa de .20

N = 5 sujetos

2. Cálculo del tamaño de la muestra para V_E :

Con una Z ALFA de 1.64 (unimarginal)

Con una desviación estándar del grupo de .8

Con una Z DE BETA de 0.84

Con una diferencia considerada significativa de .6

N = 11 sujetos

3. Cálculo del tamaño de la muestra para VO_2 :

Con una Z ALFA de 1.64 (unimarginal)

Con una desviación estándar del grupo de .14

Con una Z DE BETA de 0.84

Con una diferencia considerada significativa de .10

N = 12 sujetos

4. Cálculo del tamaño de la muestra para VCO_2 :

Con una Z ALFA de 1.64 (unimarginal)

Con una desviación estándar del grupo de .25

Con una Z DE BETA de 0.84

Con una diferencia considerada significativa de .16

N = 15 sujetos

5. Cálculo del tamaño de la muestra para V_E/VO_2 :

Con una Z ALFA de 1.64 (unimarginal)

Con una desviación estándar del grupo de .44

Con una Z DE BETA de 0.84

Con una diferencia considerada significativa de .4

N = 8 sujetos

6. Cálculo del tamaño de la muestra para F.C :

Con una Z ALFA de 1.64 (unimarginal)

Con una desviación estándar del grupo de .14

Con una Z DE BETA de 0.84

Con una diferencia considerada significativa de .11

N = 10 sujetos

Se consideró la N mayor de las seis pruebas.