

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO O.D.
SERVICIO DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION

EFFECTO DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO ANAEROBICO PARA
FORTALECIMIENTO DE MIEMBROS DE PELVICOS SOBRE LA PRUEBA DE LA
CAMINATA DE LOS 6 MINUTOS EN ADULTOS MAYORES.

Tesis para obtener el título de especialidad de:
Medicina Física y de Rehabilitación

Presentada por:
Dr. Ernesto Núñez Nava

MÉXICO, D.F.

2011

ASESORES: DRA. MARIA DE LUZ MONTES CASTILLO.
M en C. EDUARDO GONZALEZ GUERRA.



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.

INVESTIGADOR RESPONSABLE

DR. ERNESTO NÚÑEZ NAVA

MEDICO RESIDENTE DE 3ER AÑO DE LA ESPECIALIDAD EN MEDICINA
FISICA Y REHABILITACIÓN.

ASESORES

DRA. MARIA DE LA LUZ MONTES CASTILLO.

PROFESOR TITULAR DEL CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIDAD EN
MEDICINA DE REHABILITACIÓN DEL HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO.

M. en C. EDUARDO GONZALEZ GUERRA

MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SALUD PUBLICA. EPIDEMIOLOGIA CLINICA.
FACULTAD DE MEDICINA UNAM

INDICE.

Agradecimientos	4
Dedicatorias	4
Resumen.....	5
Antecedentes.....	6
Planteamiento del problema.	12
Justificación.....	12
Hipótesis	14
Objetivos.	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos.....	14
Material y métodos.	15
Diseño.	15
Universo del estudio.....	15
Tamaño de la muestra.	15
Criterios de inclusión.	15
Criterios de exclusión.	15
Criterios de eliminación.....	16
Definición de variables.....	16
Descripción de procedimientos.	17
Análisis estadístico.	20
Aspectos éticos y de bioseguridad.	20
Resultados.	21
Discusión.	23
Conclusión.	29
Bibliografía.	30
Anexos.....	33
Anexo I. Tablas y figuras.	33
Anexo II Descripción del programa de ejercicio anaeróbico para miembros inferiores.....	36
Anexo III. Hoja de captura de datos.....	38
Anexo IV Hoja de consentimiento informado.....	40

AGRADECIMIENTOS.

A mi Madre por su paciencia, su cariño, sacrificio y esfuerzo que logró no solo formar a una persona de bien sino a un profesionalista que ahora termina de subir un peldaño más en su carrera profesional.

A mi Padre a quien admiro como persona y como médico, mi ejemplo a seguir como el médico que quiero ser. Por su apoyo y compañía en toda mi carrera y por los consejos que me hacen superarme cada día más.

A mis hermanos y a toda mi familia (presentes y ausentes) por su apoyo incondicional.

A mis profesoras de especialidad que me guiaron en el camino a un campo de la medicina tan vasto y tan humano como lo es la Rehabilitación.

A los terapeutas del servicio que me brindaron su apoyo y compartieron sus conocimientos que impulsaron mi aprendizaje.

DEDICATORIAS.

Dra. Maria de la Luz Montes Castillo.

Por enseñarme que la grandeza de una persona radica en lo humano y lo humilde que puede ser.

A mis compañeras de la Residencia quienes se convirtieron en mis hermanas, mis cómplices y mis mejores amigas.

A todo el personal del servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital General de México que hicieron de mi estancia una extraordinaria experiencia convirtiéndola en la mejor de mi vida.

RESUMEN

Planteamiento del problema:

¿Existirá alguna diferencia en el resultado de la prueba de la caminata de los 6 minutos en adultos mayores posterior a un programa de ejercicio aeróbico para fortalecimiento de miembros pélvicos?

Objetivo: Determinar el efecto de un programa de ejercicio anaeróbico para miembros pélvicos sobre la prueba de la caminata de los 6 minutos..

Metodología:

Diseño: Estudio cuasi-experimental pre-post test con un solo grupo. Longitudinal, prospectivo. Universo de estudio: Pacientes Adultos mayores de 65 años que acuden al servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital General de México.

Tamaño de la muestra: Muestra no probabilística de casos consecutivos con el número de pacientes reclutados en el periodo de 05/05/11 al 05/06/11 del servicio de medicina física y rehabilitación que cumplan con los criterios de inclusión.

A los pacientes que hayan aceptado participar y firmar el consentimiento informado, se les realizó una evaluación clínica previa a su intervención de ejercicio, siendo efectuada por un médico sin relación con el proyecto de investigación y consistió en: Estimación de frecuencia cardiaca máxima para la edad, toma de Tensión arterial y frecuencia cardiaca en reposo y pos ejercicio. Realización de la prueba de la caminata de los 6 minutos, Test Up & Go, Test Chair Stands y Examen manual muscular de acuerdo al Medical Research Council. Posterior a las evaluaciones iniciare con un programa de ejercicio para fortalecer mis piernas durante 10 sesiones de 50 minutos cada una consistiendo en 10 minutos de estiramiento y calentamiento, 30 minutos de ejercicio y 10 minutos de enfriamiento con estiramiento.

Palabras clave: Caminata de los 6 minutos, Rehabilitación Geriatrica, Ejercicio anaeróbico, Adultos mayores..

ANTECEDENTES.

Con el paso del tiempo la pirámide poblacional se ha estado invirtiendo de manera tal que cada vez existe un mayor número de personas mayores de 60 años. En México existen 112 336 538 habitantes en total según el último censo de población¹ del cual 10 055 379 son mayores de 60 años (6.17%) y 6 938 913 (8.95%) son mayores de 65 años presentando 4.9% más que hace 5 años.

La fragilidad es un síndrome geriátrico que puede aparecer en los ancianos. Varios marcadores han sido propuestos para definir el término "fragilidad física", el concepto introducido por Fried fue operacionalizado por 5 indicadores: pérdida de peso no intencional, debilidad, fatiga, enlentecimiento y baja actividad física^{2,3}. La fragilidad es considerada si por lo menos tres indicadores son positivos y el estado de prefragilidad es definido con 1 o 2 indicadores positivos. Este sistema de clasificación ha mostrado ser predictivo para caídas, empeoramiento de la movilidad y de las actividades de la vida diaria, discapacidad, hospitalización y muerte². Las intervenciones con ejercicio pueden ser efectivas en prevenir, retardar o revertir el proceso de fragilidad^{4,5,6} además el ejercicio es también efectivo al reducir las caídas para muchos individuos con factores de riesgo como: alteración en la fuerza muscular, el equilibrio, la movilidad y la capacidad funcional^{7,8,9,12} aunque los efectos positivos son menos conclusivos en los ancianos frágiles¹⁰.

El estilo de vida sedentario de muchos ancianos podría intensificar el descondicionamiento físico general y posteriormente reducir su equilibrio y movilidad incrementando el riesgo de caídas o lesiones asociadas a las caídas¹¹. Diversos estudios apoyan que el uso de un ejercicio terapéutico bien estructurado para el equilibrio y la movilidad mejora el riesgo de caídas^{11,12}.

El ejercicio también tiene otros beneficios para las personas ancianas incluyendo la disminución del miedo a caerse, mejora la función, el sueño y la depresión¹³.

Los efectos adversos del ejercicio se han reportado, tanto para el entrenamiento aeróbico como el de resistencia (anaeróbico), ser raramente riesgoso para la vida. Los más comunes son las complicaciones musculoesqueléticas y no hay reportes de muerte o eventos cardiovasculares en el ejercicio de resistencia¹⁶. Los estudios han mostrado que el número de eventos adversos es mínimo y las ganancias de un ejercicio regular claramente sobrepasan los riesgos⁶.

Tanto la masa como la fuerza muscular decrecen aproximadamente 12% a 15% por década después de los 50 años tanto en hombres como mujeres^{14,15}. Aunque el entrenamiento de ejercicio de resistencia ha mostrado incrementar la masa muscular y por lo tanto la fuerza muscular, ésta respuesta está atenuada en adultos mayores con limitaciones en la movilidad u otras comorbilidades¹⁶. A pesar de estos cambios en el músculo asociados con la edad, el entrenamiento de ejercicio de resistencia ha sido encontrado ofrecer un incremento en la fuerza de las personas ancianas, incluso hasta la novena década de la vida⁶. El desarrollo motor en los ancianos también ha mostrado mejorar después del entrenamiento con resistencia¹⁶.

Se han propuesto programas de ejercicio de fortalecimiento progresivo para miembros inferiores en la prevención de caídas y en el mejoramiento de movilidad y equilibrio en ancianos con buenos resultados^{8,9,13,16,17,18,19}. Recomendando que las sesiones de terapia sean otorgadas por un fisioterapeuta u otro personal de salud tal como enfermeras entrenadas que supervisen estrechamente el desarrollo del programa^{13,20}. Así mismo, se ha estudiado que la frecuencia de un programa de fortalecimiento debe por lo menos ser de 3 sesiones por semana para incrementar la fuerza muscular en personas mayores produciendo efectos deseables sobre la movilidad, el equilibrio y la capacidad aeróbica^{17,21,22}, con una duración mayor de 2 meses¹⁷. Tanto el equilibrio como la marcha están relacionados con la fuerza de la musculatura de las piernas²³.

La fuerza de las piernas también es un factor contribuyente para la realización de tareas básicas tales como subir una escalera o levantarse de una silla. El ejercicio de fortalecimiento para musculatura de las piernas, particularmente en la dorsiflexión del tobillo, está asociado con la capacidad de realizar tareas básicas de transferencias²⁴. Es por esta razón que los programas de rehabilitación geriátrica encaminados a prevención de caídas y de fragilidad se acompañan de ejercicio encaminado a incrementar la fuerza muscular.

En varios estudios el ejercicio anaeróbico (de resistencia) en ancianos sanos y frágiles ha mostrado mejorar la velocidad de la marcha e incrementar la distancia cubierta en las pruebas de caminata de los 6 minutos^{16,22,25,26}.

La prueba de la caminata de los 6 minutos (6MWT, por sus siglas en inglés), fue primeramente desarrollada por Balke en los años de los 60's para evaluar la capacidad funcional. Es una simple prueba que mide la distancia caminada durante ese periodo de tiempo a la velocidad más rápida que pueda lograr una persona²⁷. Al inicio fue utilizada como una prueba estándar en condiciones como la enfermedad respiratoria crónica y falla cardíaca crónica que están caracterizadas por una disminución en la capacidad funcional. Se observó que la prueba de la caminata podría diferenciar entre los pacientes más comprometidos y los casos menos severos²⁹. Se ha probado la correlación con el gold estándar de las pruebas de ejercicio limitadas por los síntomas, como son las pruebas de ejercicio en banda²⁸. La 6MWT es una herramienta sensible y actualmente es la prueba de caminata más comúnmente usada²⁷. Es un test barato, no depende de requerimientos tecnológicos por lo que parece promisorio que sea investigada como una herramienta auto-administrada³⁰. Además refleja la capacidad del paciente para actuar en su vida diaria, similar a las mediciones formales de calidad de vida y permite monitorizar seriadamente a los pacientes³¹.

Se han hecho estudios con adultos mayores para la caminata de los 6 minutos donde la distancia promedio fue de 613m con una media de edad de los participantes de 65 años³². También se han visto variables antropométricas para sexo y edad encontrando que la distancia es inversamente correlacionada con la edad y es mayor en hombres que en mujeres por un promedio cercano a los 76m²⁷.

Este Test se ha encontrado ser útil para evaluar intervenciones terapéuticas. De esta manera se utilizó para intentar evaluar los resultados terapéuticos de drogas (IECAs, Betabloqueantes), dispositivos de estimulación ventricular, rehabilitación cardíaca, etc³³.

Con la cantidad de metros caminados, al compararse los datos basales con los obtenidos posteriormente a intervenciones terapéuticas, se concluye la eficacia o no de dicha intervención^{33,34}. La distancia caminada en 6 minutos puede ser usada para valorar la resistencia cardiovascular de un individuo^{35, 36}. La velocidad de la marcha puede ser promediada sobre intervalos de 6 minutos y comparados con velocidades de marcha funcional establecidas en la literatura. Por ejemplo, se ha definido la ambulancia comunitaria independiente como la capacidad de caminar por lo menos 332 metros a una velocidad de 80m/min³⁷. Por lo tanto, el desempeño en la caminata de 6 minutos podría ser usada como un indicador de la capacidad de deambular en la comunidad y servir como evaluación para la movilidad siendo altamente confiable³⁵.

Debido a características propias, como la elección individual de la velocidad de caminata, la prueba ha sido considerada como de ejercicio submáximo. Ello es cierto en personas sanas, donde el 6MWT corresponde a un esfuerzo moderado, pero a medida que la capacidad funcional se deteriora, el test se hace progresivamente más extenuante³³. Para valorar esto es conveniente usar la escala de percepción del ejercicio de Borg al final de la prueba^{38,39}.

Ya se ha demostrado con anterioridad que la 6MWT ha resultado ser una valiosa medida de la capacidad de ejercicio cardiovascular en pacientes ancianos con insuficiencia cardiaca congestiva y la enfermedad pulmonar crónica^{34,40}. También ya ha sido aplicada antes como medida de resultado para determinar la efectividad de intervenciones del ejercicio para pacientes ancianos, encontrando que la caminata de los 6 minutos es sensible a cambios después de una intervención de ejercicio⁴¹.

Además de la Caminata de los 6 minutos como medida de la movilidad, también se han propuesto otras pruebas con este objetivo como el Test “Levantate y anda” (Get Up and Go) y la prueba de sentarse y levantarse de una silla (Sit-to-Stand) que también valoran el riesgo de caídas y fragilidad⁴².

El Test de Tinetti, es una prueba clásica que evalúa adecuadamente el equilibrio en sujetos que viven en la comunidad, demostrando no sólo predecir la ocurrencia de caídas, sino también el cambio de la funcionalidad, siendo considerado un test muy completo aunque complejo en la evaluación de este problema⁴³. Al haber encontrado buena correlación entre una prueba compleja y amplia, el Test de Tinetti, y otra más sencilla y corta, el “*Get Up and Go*”, se sugiere que se utilice el Test “*Get Up and Go*” como la herramienta inicial para evaluar el equilibrio y la marcha y por lo tanto el riesgo de caídas^{43,44}. Por otra parte, el test de *Timed Up & Go* requiere menos tiempo que el de Tinetti, por lo que puede ser un buen test de cribado de riesgo de caídas en consultas ambulatorias⁴⁵.

En un estudio realizado por Podsiadlo et al⁴⁶, se aplicó el *Timed Up & Go* a 60 pacientes y se observó que existía una buena correlación con la escala de equilibrio de Berg, la velocidad de marcha y el índice de Barthel. Se trata de un test rápido, que no requiere de equipamiento especial, ni entrenamiento específico y puede usarse de forma rutinaria en

el examen físico de los pacientes. Se recomiendan el uso de una silla de 45 cm de altura de asiento y 65 cm de altura del apoyabrazos⁴⁶.

La prueba de levantarse de una silla (sit-to-stand o Chair stands) mide la fuerza del cuádriceps y del cuerpo inferior⁴⁷. Esta prueba ha sido significativamente correlacionada con la velocidad de la marcha y el equilibrio en bipedestación³⁵. La descripción del Test fue documentado por Guralnik y colaboradores para la batería corta de desarrollo físico en las Poblaciones Establecidas por los Estudios Epidemiológicos de los Ancianos (EPESE por sus siglas en inglés)⁴⁸. Mide el tiempo tomado que lleva pararse desde la posición sedente en 5 ocasiones sin utilizar los brazos tan rápido como sea posible. Esta prueba cronometrada es confiable, válida y refleja la fuerza muscular de las extremidades inferiores, equilibrio y movilidad funcional de los adultos mayores ^{49,50,35}.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Existirá alguna diferencia en el resultado de la prueba de la caminata de los 6 minutos en adultos mayores posterior a un programa de ejercicio aeróbico para fortalecimiento de miembros pélvicos?

JUSTIFICACION

Con el incremento del número de adultos mayores en la población mexicana, es necesario buscar herramientas de evaluación y de intervención para la movilidad y el riesgo de caídas en estas personas con el propósito de mantener su calidad de vida de manera independiente.

Durante la evaluación clínica el profesional de rehabilitación lleva una entrevista personal y realiza pruebas específicas para determinar las alteraciones que causan la dificultad del paciente con las actividades funcionales y así aconsejar las estrategias de tratamiento apropiadas.

La fuerza muscular, la marcha y el equilibrio son los componentes fundamentales del examen de personas geriátricas y probablemente la herramienta más útil para identificar los pacientes con riesgo de caídas. Al examinar estos aspectos se puede encontrar problemas potencialmente remediables e incluso ayudar a prevenir caídas futuras mediante la intervención con ejercicio.

En la práctica clínica la caminata de los 6 minutos puede ser útil para los profesionales de rehabilitación como una medida integral de la función de la movilidad. Mide un nivel de movilidad de un paciente tomando en cuenta alguna limitación impuesta por un sistema

corporal mayor tal como el sistema músculo esquelético, cardiovascular, sensorial y neurológico. Estas alteraciones pueden tener un efecto aditivo o interactivo sobre el nivel de movilidad de un individuo. La puntuación de un paciente en la prueba de caminata de 6 minutos (ya sea a distancia o velocidad de marcha) podría resumir los efectos de las alteraciones de fuerza y resistencia al caminar y también podría proporcionar información acerca de la capacidad funcional para caminar en comparación con las normas establecidas. Por lo tanto, haciendo que el paciente camine durante 6 minutos, el médico de rehabilitación puede obtener una evaluación global de la medida en que las deficiencias afectan a la movilidad.

Realizar una evaluación clínica mediante la observación cuidadosa de una serie de maniobras es la forma más práctica y útil de realizar esta evaluación. Las pruebas como “levántate y anda” (Timed Up and Go), la prueba de sentarse y pararse (sit-to-stand) y la caminata de los 6 minutos son Test sencillos que no precisan de equipo sofisticado y pueden realizarse de forma rápida en el consultorio.

Estas pruebas son útiles al detectar alteraciones en la fuerza y resistencia muscular para lo cual podrían ser prescritos ejercicios específicos.

HIPOTESIS

Si la prueba de la caminata de los 6 minutos es útil en la evaluación de la movilidad de personas ancianas y ésta última está estrechamente relacionada con la fuerza muscular de los miembros pélvicos, entonces, si se realiza un programa de ejercicio de fortalecimiento habrá mejoría en el resultado de dicha prueba.

OBJETIVOS

General:

Determinar el efecto de un programa de ejercicio anaeróbico para miembros pélvicos sobre la prueba de la caminata de los 6 minutos.

Específicos:

- Diseñar un programa de ejercicio anaeróbico para fortalecimiento de miembros pélvicos.
- Evaluar la fuerza muscular de miembros pélvicos antes y después de la intervención con ejercicio.
- Identificar si existe correlación entre la caminata de 6 minutos, Test Up and Go, Stand to chair, y fuerza muscular de miembros pélvicos.

MATERIALES Y METODO.

Diseño:

Estudio cuasi-experimental pre-post test con un solo grupo. Longitudinal, prospectivo

Participación del investigador.

Analítico Experimental.

Universo de estudio.

Pacientes Adultos mayores de 65 años que acuden al servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital General de México.

Tamaño de la muestra.

Muestra no probabilística de casos consecutivos con el número de pacientes reclutados en el periodo de 05/05/11 al 05/06/11 del servicio de medicina física y rehabilitación que cumplan con los criterios de inclusión.

Criterios de Inclusión.

- Adultos >65 años
- Capaces de caminar de manera independiente.
- Capaces de entender y seguir instrucciones verbales.
- Disponibilidad para acudir a terapia física.
- Consentimiento informado por escrito firmado.

Criterios de exclusión.

- Dolor músculo-esquelético agudo que dificulte la marcha.
- Lesiones neurológicas, músculo-esqueléticas o cardiopulmonares que contraindiquen el ejercicio.
- Alteraciones visuales que dificulten la marcha.
- Hipoacusia severa.
- Signos y síntomas de descontrol médico de sus comorbilidades.
- Quienes no deseen participar.

Criterios de eliminación.

- Quienes no cumplan con las evaluaciones preestablecidas o con la prescripción del ejercicio.
- Quienes decidan dejar el estudio por voluntad propia.

Definición de variables

		Definición de Variables				
		Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación estadística.	Escala de medición
INDEPENDIENTES	Edad	Cantidad de años cumplidos por persona desde su nacimiento.	Años de diferencia entre la fecha de nacimiento y la fecha de inicio del estudio.	Cuantitativa discontinua.	Años.	
	Sexo	Genero.	Masculino/ Femenino	Cualitativa nominal dicotómica.	Masculino/ Femenino	
	Ejercicio anaeróbico (de fortalecimiento) miembros pélvicos	Actividad física sistematizada y repetitiva con el objetivo de fortalecer miembros pélvicos.	Programa de ejercicio de 10 días, 1 sesión por día. Una serie de 10 repeticiones con el propio peso del paciente para músculos de caderas, rodillas y tobillos.	Cualitativa nominal dicotómica	Asistió / No asistió	
DEPENDIENTES	Fuerza muscular de miembros pélvicos	Capacidad de un músculo de vencer una resistencia contraria a su acción.	Según la escala del MRC* para la graduación de fuerza muscular: Grado 5: fuerza muscular normal contra resistencia completa Grado 4: la contracción muscular puede realizar un movimiento articular contra resistencia Grado 3: el movimiento articular solo puede realizarse contra la gravedad, sin resistencia Grado 2: movimiento activo que no puede vencer la fuerza de gravedad. Grado 1: esbozo de contracción muscular Grado 0: ausencia de contracción muscular	Cuantitativa discontinua	La fuerza del paciente está graduada en una escala de 0-5	
	Prueba de la caminata de los 6 minutos	Distancia recorrida durante 6 minutos a la mayor velocidad posible.	Cantidad de metros recorridos durante un lapso de 6 minutos a la mayor velocidad posible para lograr el mayor número de metros caminados.	Cuantitativa discontinua	Metros.	

Test Timed Up & Go	Prueba cronometrada que indica el tiempo que un individuo tarda en recorrer una distancia después de levantarse de una silla y regresar a ésta.	Tiempo que un individuo tarda en levantarse de una silla, recorrer 3 metros, regresar y volverse a sentar.	Cuantitativa discontinua	Segundos.
Test Chair stands	Tiempo en el que un sujeto se incorpora de una silla en 5 ocasiones lo mas rápido posible.	Medir el tiempo que tarda en levantarse y sentarse en 5 ocasiones lo mas rápido posible de una silla con los brazos cruzados en el pecho.	Cuantitativa discontinua	Segundos.
Percepción del esfuerzo realizado.	Grado de fatiga percibido por el sujeto posterior a realizar ejercicio.	Escala de modificada de Borg de 0-10.	Cualitativa nominal	0: ninguno; 0.5: muy, muy ligero; 1: muy ligero; 2: ligero; 3: moderado; 4: algo duro; 5,6: duro; 7,8: muy duro; 9: muy, muy duro; 10: máximo.

* MRC: Medical Research Council of the United Kingdom

Descripción de procedimientos.

Se reclutaron a los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y que aceptaron participar en el estudio bajo la firma de su consentimiento informado, se les realizó, una evaluación clínica previa a su intervención de ejercicio, siendo efectuada por un médico sin relación con el proyecto de investigación y consistió en:

Estimación de frecuencia cardiaca máxima para la edad, toma de Tensión arterial y frecuencia cardiaca en reposo.

Caminata de los 6 minutos:

- Se le indicó al sujeto caminar tan rápido como le sea posible durante 6 minutos para lograr la máxima distancia recorrida.
- Se permitía disminuir el ritmo o detenerse y descansar si era necesario pero continuar tan pronto como sea posible. Se permitió utilizar bastón si era necesario.

No se detuvo el cronometro sino hasta terminar los 6 minutos. Y no se permitió trotar o correr.

- Para este estudio se acondicionó un área rectangular de 5 metros de largo y 3 metros de ancho con marcas colocadas a cada metro. La distancia se midió en base al número de vueltas realizadas en esta área al pasar por una marca establecida como la inicial.

Escala de percepción de esfuerzo de Borg modificada:

- Posterior a la realización de la caminata de los 6 minutos se le pidió al paciente que expresara de acuerdo a la escala de Borg (de 0 a 10) qué tan extenuante fue la actividad que acababa de realizar.

Test Up and Go:

- El sujeto se encuentra sentado en una silla de 45 cm de alto con apoya brazos.
- Los pies colocados justo detrás de la línea de partida, marcada en el piso.
- A la orden de partida, se pide al sujeto que se levante de la silla y, caminando como lo hace habitualmente, alcance una marca a tres metros, dé la vuelta, y regrese a la silla, volviendo a retomar la posición sentado.
- El evaluador cronometra el tiempo desde que se da la orden de partida, hasta que el sujeto tras caminar los seis metros y retornar a la silla, apoya su espalda contra el respaldo de ésta.

Test Chair Stands

- Se le pidió al sujeto que se levante y después se siente cinco veces seguidas; lo debe hacer lo más rápido posible con los brazos cruzados en el pecho.
- El tiempo se registra a partir de que el sujeto se incorpora por primera vez hasta que está completamente de pie tras la quinta levantada.
- Si la persona no completa las cinco, se anota el tiempo pero precisando el número de levantadas realizadas.

Examen manual de fuerza muscular:

- Se evaluó con el método y escala propuesto por el Medical Research Council of the United Kingdom⁵¹ para la valoración de fuerza muscular mediante Resistencia ofrecida por un examinador al movimiento activo de Flexión y extensión de cadera, flexión y extensión de rodilla y Dorsiflexion y plantiflexion de tobillos.

Toma de tensión arterial y frecuencia cardiaca postejercicio.

Dada la heterogenidad del grupo en cuanto a edad, sexo y condiciones físicas, fue imposible estandarizar una carga específica de resistencia para realizar el programa de ejercicios mediante pesos. Por esta razón se optó por una serie de ejercicios de movilización cuyo peso del paciente era la carga para cada uno. Fue diseñado y supervisado por un fisioterapeuta. Se llevó a cabo durante 10 sesiones, 1 sesión por día, de 50 minutos de duración y consistente en:

Periodo de calentamiento (10 minutos)	<u>Posición sedente:</u> Movilización de cuello, tronco, hombros, codos, caderas y rodillas. Estiramiento de músculos flexores y extensores de cadera, isquiotibiales y triceps sural.
Ejercicio anaeróbico (30 minutos)	ANEXO II
Periodo de enfriamiento (10 minutos)	Lo mismo que los ejercicios de calentamiento.

Al final de la intervención (10 días) se realizó nuevamente la evaluación clínica antes comentada con el objetivo de valorar si hay cambios en las pruebas realizadas.

ANALISIS ESTADISTICO.

Para realizar las comparaciones se utilizó la prueba t de student para muestras relacionadas o dependientes y se utilizó el programa PAWS Statistics (antes SPSS) Versión 18.0 para Windows .

ASPECTOS ETICOS Y DE BIOSEGURIDAD

Los procedimientos se realizaron de acuerdo a los estatutos internos del comité local de investigación del hospital, así como apoyados por las recomendaciones de las guías propuestas por la declaración de Helsinki, donde involucren seres humanos en la investigación biomédica. Todos los procedimientos se realizaron en apego a las normas de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, título segundo con aspectos éticos de investigación en seres humanos, solicitando siempre consentimiento informado de los pacientes involucrados en el estudio.

RESULTADOS.

Se reclutaron de manera inicial 18 pacientes quienes consintieron participar en el programa de ejercicio. Tres pacientes desertaron durante el periodo de ejercicio debido a falta de interés y razones personales. Solo 15 pacientes completaron las 10 sesiones programadas de manera constante.

El rango de edad se observó entre 65- 75 años con promedio de edad de 68.20 años (\pm 3.63 D.E.) (Figura 1). Siete fueron hombres (46%) y 8 fueron mujeres (53.3%) (Figura 2). Solo 6 (49%) personas realizaban ejercicio físico previo a la intervención del estudio y 9 no realizaban ejercicio (51%) (Figura 3).

Las comorbilidades que presentaban los pacientes como diagnostico de su estancia en el servicio de rehabilitación fueron: lumbalgia, hombro doloroso, gonartrosis, cervicalgia, osteoartrosis y túnel del carpo (Figura 4).

A todos los pacientes se les realizó una evaluación clínica inicial y una final posterior a las 10 sesiones del programa de ejercicio anaeróbico efectuando las pruebas de caminata de 6 minutos, Test Up and Go, Stand chair, y fuerza muscular de miembros pélvicos obteniéndose las comparaciones para el antes y el después (Tabla 1).

Para la prueba de la caminata de los 6 minutos se observaron diferencias entre las distancias de la primera evaluación y la segunda. Se encontró que el rango de distancias recorridas en la primera evaluación fue de 280-450 metros y para la segunda evaluación el rango fue de 335-487 metros recorridos con un promedio de diferencia de la distancia entre las evaluaciones de 35.53 metros (Tabla 2). Las medias para la evaluación inicial y final fueron 367 (\pm 46 DE) metros y 403 ($45\pm$) metros respectivamente. El análisis estadístico al comparar las medias entre las dos evaluaciones mostró una diferencia significativa con valor de $p < 0.0001$.

Para el Test Timed Up & Go se encontró una diferencia estadísticamente significativa al comparar las medias entre la evaluación inicial 11.93 segundos (2.12 DE) y la evaluación final 8.03 (0.93 DE) con valor de $p < 0.0001$. Lo cual indica una reducción en el tiempo de realización de esta prueba con respecto al inicio del programa de ejercicio.

Para la prueba Chair stands las medias fueron al inicio y al final de 13.33 segundos (2.09 DE) y 8.93 segundos (1.53 DE) respectivamente, con diferencia significativa del valor de $p < 0.0001$.

La escala de Borg no mostró diferencia entre la evaluación inicial y final. Lo que indica que no hubo un cambio en grado de percepción de fatiga por el ejercicio. Tomando en cuenta que ninguno de los participantes consideraron el esfuerzo físico realizado superior a la categoría de Ligero.

En cuanto a la evaluación de la fuerza muscular se obtuvo diferencia estadísticamente significativa para músculos flexores y extensores de cadera con un valor de $p = 0.009$ y $p = 0.004$ respectivamente. No se encontró diferencia significativa para los extensores y flexores de rodilla y los dorsiflexores y plantiflexores de tobillo no se pudieron evaluar estadísticamente por que la diferencia entre una evaluación y la otra fue de cero.

Se obtiene entonces que existió diferencia substancial de los resultados con mejoría de las pruebas de caminata de 6 minutos, Test Up and Go, Stand chair posterior a la realización de las 10 sesiones del programa de ejercicio anaeróbico para fortalecimiento de miembros inferiores aunque para fuerza muscular de estos miembros no mostró diferencia más que para los flexores y extensores de caderas.

DISCUSION.

Durante un periodo de 10 sesiones se realizó el programa de ejercicio de fortalecimiento anaeróbico para miembros pélvicos bien tolerados y con buen apego al mismo por parte de los pacientes. Dentro de los efectos adversos del ejercicio se encontraron molestias musculoesqueléticas relacionadas con su diagnóstico de ingreso, sin que les incapacitará en sus actividades diarias o para la realización del ejercicio y nunca con duración mayor de 24 horas tal y como se ha reportado en la literatura^{6,16}.

Se diseñó un programa de ejercicios para fortalecimiento cuyo peso del paciente fuera la propia resistencia del mismo. Los ejercicios mostraron ser sencillos y comprensibles sin embargo pocos de los participantes tuvieron cierta dificultad para algunos movimientos debido a falta de coordinación motriz sobre todo para las actividades que implicaran alternar el movimiento de las piernas. Esto provocaba que la fisioterapeuta que dirigió el ejercicio pusiera más énfasis en ciertos pacientes para corregirlos y además limitaba el tiempo efectivo de la sesión.

Aunque con objetivos diferentes, se han realizado antes otros estudios con ejercicio de fortalecimiento para adultos mayores que al igual que el estudio actual, obtuvieron resultados favorables en sus evaluaciones.

Faber (2006)¹⁰, realizó un programa para equilibrio y fuerza funcional, también utilizó la caminata de los 6 minutos, Test Up & Go y la prueba de Chair stand. El ejercicio fue semejante no utilizaron una carga de peso específica sino el mismo peso del paciente. La duración fue de 11 semanas con una sesión por semana. Se obtuvo efectos positivos sobre la prevención de caídas y el desarrollo físico.

Gardner et col. (2002)¹³ aplicaron intervención de ejercicio en casa para prevenir caídas en ancianos mayores de 80 años. Utilizaron fortalecimiento progresivo de músculos de la

pierna con pesos en tobillos con carga de inicial de 1kg y reentrenamiento de equilibrio con 3 sesiones por semana durante 1 año. Obtuvieron mejoría de la escala de equilibrio y en el tiempo de la prueba de Chair stand.

Stephanie (2002)¹⁷ valoró el efecto del ejercicio sobre la movilidad y equilibrio en ancianos. También utilizaron las pruebas de Timed Up & Go pero difirieron en la caminata de 4 minutos y usaron la escala de Berg para el equilibrio. Se trató de 18 sesiones, 3 sesiones por semana de 45 minutos dirigido por un fisioterapeuta. El programa incluía ejercicios para equilibrio y la resistencia del peso para fortalecimiento se determino para la decima repetición máxima (10 RM) No se obtuvo mejoramiento significativo con el ejercicio de fortalecimiento argumentando la diferencia de los niveles de movilidad y equilibrio de los participantes.

T. Cochrane (1998)⁵² utilizo ejercicio para mejorar función física. Evaluó las resistencia a la marcha, la fuerza de prensión, tiempo para levantarse de una silla, equilibrio de pie y el estado de salud. Se realizó 10 semanas de ejercicio de 75 minutos por sesión con un componente aeróbico y uno de fortalecimiento utilizando bandas elásticas Theraband con incremento progresivo de las repeticiones. En todas las mediciones hubo diferencia significativa demostrando la eficacia del ejercicio para mejorar función física y estado de salud.

Nakamura (2007)²² evaluó el efecto de la frecuencia del fitness funcional en mujeres ancianas. Utilizo como mediciones a la caminata de los 6 minutos presión manual y levantarse de una silla tantas veces pueda durante 30 segundos. Utilizó 12 semanas de ejercicio el componente anaeróbico lo realizo con bandas elásticas Theraband. No encontró mejoría significativa para la fuerza muscular. Y determino que una frecuencia del ejercicio de 3 veces por semana es óptima para obtener buenos resultados.

Estas investigaciones previas utilizaron como evaluaciones las pruebas de caminata de los 6 minutos, Test Up & Go y Chair stand y también obtuvieron resultados favorables posterior al ejercicio de fortalecimiento con resistencia progresiva.

El tipo de ejercicio de fortalecimiento utilizado en estos estudios varió respecto al que utilizamos, solo uno (Faber) realizó ejercicio sin carga de peso específico siendo el propio peso del paciente su propia resistencia a vencer igual a nuestro programa de ejercicios. El resto de los investigadores usó cargas de peso o bandas elásticas. Usar el peso del paciente fue práctico ya que la heterogeneidad de las características físicas del grupo dificultaba la estandarización de una carga específica de peso inicial y permitía libertad a los participantes de realizarlos. De cualquier forma el resultado fue una diferencia en los parámetros evaluados.

La frecuencia y la duración del ejercicio también son una variante pues ninguna de las investigaciones previas tuvo una duración menor a las 10 semanas, la frecuencia fue de 3 sesiones por semana y el programa de nuestro estudio fue de tan solo 2 semanas pero diariamente. Aun así se obtuvieron diferencias favorables en tan solo 10 sesiones lo que hace pensar que de continuar con una duración mayor, se obtendrán resultados más significativos.

Cabe mencionar que también se ha evaluado la calidad de vida o el estado de salud mediante cuestionarios auto aplicables de forma y previa y posterior al ejercicio. En el presente estudio no fue uno de los objetivos valorar el impacto del ejercicio sobre la calidad de vida.

Los estudios mencionados se diferencian de nuestra investigación en que también incluyen ejercicios dirigidos al mejoramiento del equilibrio lo cual tampoco formó parte de

nuestros objetivos de investigación, ya que solo se pretendía intervenir sobre la fuerza muscular, por lo que no figuran el programa diseñado.

En cuanto a la fuerza muscular, a pesar de que sí hubo diferencias, no fueron estadísticamente significativas posteriores a la intervención con el ejercicio. Esto puede ser debido a que la duración del ejercicio fue menor a la mínima recomendada en la que se puede encontrar cambios en la fuerza muscular que es después de 2 meses¹⁷. Otro factor que se debe tomar en cuenta es que aunque se haya visto mejoría de la fuerza en adultos mayores con el ejercicio⁶, tanto la masa como la fuerza muscular decrecen aproximadamente 12% a 15% por década después de los 50 años tanto en hombres como mujeres^{14,15} y dependiendo de sus comorbilidades y limitación de la movilidad¹⁶ serán los resultados.

La caminata de los 6 minutos tuvo una diferencia significativa ($p < 0.0001$) posterior a la intervención de le ejercicio igual como se ha reportado en otros estudios.^{10,13,17,22,41,52} En esta ocasión es difícil establecer una correlación entre la caminata de los 6 minutos y la fuerza muscular ya que ésta última no mostro diferencia significativa. Sin embargo, es preciso señalar lo encontrado en otras publicaciones como que el equilibrio y la marcha están relacionados con la fuerza de la musculatura de las piernas^{23,24} y que la cantidad de metros caminados, al compararse los datos basales con los obtenidos posteriormente a intervenciones terapéuticas, se concluye la eficacia o no de dicha intervención^{33,34}. De este modo se puede inferir que al haber existido diferencia en la caminata de 6 minutos antes y después de la intervención con el ejercicio que realizamos, es posible que la mejoría en los resultados de la prueba se deban al fortalecimiento de miembros pélvicos.

Ya se ha determinado con anterioridad que la Caminata de 6 minutos refleja la capacidad del paciente para actuar en su vida diaria, similar a las mediciones formales de calidad de vida³¹ así como que es un indicador de la capacidad de deambular en la comunidad y sirve

como evaluación para la movilidad siendo altamente confiable³⁵. De tal modo que al haber obtenido mejoría en esta evaluación, es probable que la intervención con el ejercicio propuesto también influya en la calidad de vida y la movilidad de los pacientes. Se requieren de estudios ulteriores para confirmar o descartar esto.

Con los resultados obtenidos en ésta investigación se puede decir que el ejercicio anaeróbico (de resistencia) en ancianos sanos, mejora la velocidad de la marcha e incrementa la distancia cubierta en las pruebas de caminata de los 6 minutos, lo cual ya se ha determinado en otras publicaciones.^{16,22,25,26}

Se obtuvo mejoría en el tiempo realizado para las pruebas de Test Up & Go y Chair stands las cuales ya se han estudiado como pruebas para equilibrio, funcionalidad, marcha, fuerza muscular y son predictores en el riesgo de caídas.^{20,35,42,43,44,49,50} Esto sugiere una correlación entre la intervención con el programa de ejercicio diseñado para este estudio y la mejoría en la movilidad, la marcha y muy probablemente en el equilibrio de los ancianos estudiados.

Dentro de las limitantes de este estudio estuvo la muestra pequeña que no es probabilística ni representativa por lo cual impide la validez externa. Por tratarse de un estudio cuasi experimental está sujeta a sesgos que pueden interferir en los resultados. Debido a las diferencias en la capacidad física de cada participante puede haber variación en la realización y efectividad del programa de ejercicio que condicione una subestimación del efecto producido. La duración tan corta del estudio (2 semanas) puede omitir cambios a largo plazo y de mantenimiento respecto al efecto del programa de ejercicio.

Se recomienda realizar estudios futuros para demostrar la efectividad del programa de ejercicio propuesto por esta investigación que cuente con un adecuado cegamiento,

aleatorización y grupo control así como un cálculo de la muestra que aseguren la validez interna y externa del estudio.

Se propone realizar estudios semejantes a éste pero con mayor muestra, mayor duración de la intervención con evaluaciones seriadas durante el ejercicio y posteriores para valorar el mantenimiento y el efecto sobre la fuerza muscular. De igual forma sería factible agregar evaluaciones específicas para estado funcional, calidad de vida y equilibrio para sustentar de manera más concreta si existe beneficio o no del ejercicio propuesto sobre estos parámetros.

CONCLUSIONES

Se encontró mejoría en el resultado de la prueba de la caminata de los 6 minutos posterior a la intervención con ejercicio anaeróbico bien regulado, supervisado y constante para fortalecimiento de miembros pélvicos en adultos mayores.

Las pruebas de movilidad, equilibrio y marcha como el Test Up & Go y Chair stands tuvieron resultados favorables con la intervención del ejercicio.

El programa de ejercicio anaeróbico propuesto por esta investigación podría ser útil para mejorar no solo la fuerza muscular, sino también la movilidad, el equilibrio y la marcha en los adultos mayores.

El ejercicio anaeróbico realizado durante 10 días diariamente ofrece cambios en las pruebas de caminata de los 6 minutos, Test Up & Go y Chair stands.

Es necesario un ensayo clínico controlado para evaluar la efectividad del programa de ejercicio descrito en este estudio.

Se requieren de estudios similares con características metodológicas superiores para confirmar estas conclusiones.

BIBLIOGRAFÍA

1. INEGI. Censo de Población y Vivienda, México 2010.
2. Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Cardiovascular HealthStudy Collaborative Research Group. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56: M146-56.
3. Ferrucci L, Guralnik JM, Studenski S, et al. Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons: a consensus report. *J Am Geriatr Soc* 2004;52(4):625-34
4. Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH. Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;(4):CD000340.
5. Yépez JA, Galvan JA. Acondicionamiento físico en pacientes geriátricos con síndrome de fragilidad. *Rev Mex Med Fis Rehab* 2010;22(3):77-82
6. Liu CK, Fielding RA. Exercise as an Intervention for Frailty *Clin Geriatr Med*; 2011(27): 101-110
7. Bortz W. A conceptual framework of frailty: A review. *J Gerontol Med Sci* 2002; 57: M283-288.
8. Jette AM et al. Exercise-it's never too late: The strong for life program. *Am J Public Health* 1999; 89: 66-72.
9. Ganesh SP, Fried LP, Taylor DH Jr, Pieper CF, Hoenig HM. Lower extremity physical performance, self-reported mobility difficulty, and use of compensatory strategies for mobility by elderly women. *Arch Phys Med Rehabil* 2011; 92:228-35.
10. Faber MJ, Bosscher RJ, Chin A Paw MJ, van Wieringen PC. Effects of exercise programs on falls and mobility in frail and pre-frail older adults: a multicenter randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87:885-96.
11. Means KM, Rodell DE, O'Sullivan PS, et al: Rehabilitation of elderly fallers: pilot study of a low to moderate intensity exercise program. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77:1030-6.
12. Brown AP: Reducing falls in elderly people: a review of exercise interventions. *Physiother Theory Pract* 1999;5:59-68.
13. Gardner M, Robertson MC, McGee R, Campbell J. Application of a Falls Prevention Program for Older People to Primary Health Care Practice *Preventive Medicine* 2002; (34): 546-553.
14. Larsson L. Histochemical characteristics of human skeletal muscle during aging. *Acta Physiol Scand* 1983;117(3):469-71.
15. Lindle RS, Metter EJ, Lynch NA, et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *J Appl Physiol* 1997;83(5):1581-7.
16. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, et al. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J GerontolABiol Sci MedSci* 2004;59(1):48-61.
17. Stephanie S.Y. Au-Yeung, Hilda P.Y. Ho, Jack W.C. Lai, Ricky W.K. Lau, Arnold Y.L. Wong, S.K. Lau. Did Mobility and Balance of Residents Living in Private Old Age Homes Improve after a Mobility Exercise Programme? A Pilot Study. *Hong Kong Physiotherapy Journal, Volume 20, Issue 1, 2002, Pages 16-21*
18. Baker MK, Atlantis E, Fiatarone Singh MA. Multi-modal exercise programs for older adults. *Age Ageing* 2007;36(4):375-81.
19. Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;3: CD002759.
20. Sherrington C, Lord SR, Finch CF . Physical activity interventions to prevent falls among older people: update of the evidence. *JournM of Science and Medicine in Sport* 2004; 7 {1}: Supplement." 43-51.
21. American College of Sports Medicine: *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1995:200-34.

22. Nakamura Y. et al. Effects of exercise frequency on functional fitness in older adult women *Archives of Gerontology and Geriatrics* 2007; 44: 163–173
23. Wiacek, M, Hagner, W, Hagner-Derengowska M, Bluj, B, Drozd M, Czereba J, Zubrzycki I. Correlations between postural stability and strength of lower body extremities of women population in long-term care facilities. *Arch. Gerontol. Geriatr.* 2009; 48: 346–349.
24. Hasselgren L, Olsson LL, Nyberg L. Is leg muscle strength correlated with functional balance and mobility among inpatients in geriatric rehabilitation?. *Archives of Gerontology and Geriatrics.* 2011; 52: e220–e225
25. Chandler JM, Duncan PW, Kochersberger G, et al. Is lower extremity strength gain associated with improvement in physical performance and disability in frail, community-dwelling elders? *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79(1):24–30.
26. Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* 1994;330(25):1769–75.
27. H. Du et al. A review of the six-minute walk test: Its implication as a self-administered assessment tool. *European Journal of Cardiovascular Nursing* 2009; 8: 2–8
28. Olsson LG, Swedberg K, Clark AL, Witte KK, Cleland JGF. Six minute corridor walk test as an outcome measure for the assessment of treatment in randomized, blinded intervention trials of chronic heart failure: a systematic review. *Eur Heart J* 2005;26(8):778–93.
29. Lord SR, Menz HB. Physiologic, psychologic, and health predictors of 6-minute walk performance in older people. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(7):907–11.
30. Du H. *The Home-Heart-Walk Study Assessment of the Utility and Acceptability of a Self-administered Modified Six Minute Walk Test.* Sydney: University of Western Sydney; 2007.
31. L. Lipkin DP, Scriver AJ, Crake T, Poole-Wilson PA. Six minute walking test for assessing exercise capacity in chronic heart failure. *BMJ* 1986; 292:653–655.
32. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *Eur Respir J* 1999;14(2):270–4.
33. Poole-Wilson PA. The 6-minute walk. A simple test with clinical application. *Eur Heart J* 1999; 21: 507–8.
34. Butland RJA, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and twelve-minute walking tests in respiratory disease. *BMJ* 1982;284:1607-8.
35. Harada ND, Chiu V, Stewart AL. Mobility related function in older adults: assessment with a 6-minute walk test. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:837-41.
36. Wang et al. Mobility-related performance tests to predict mobility disability at 2-year follow-up in community-dwelling older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 2011; 52: 1–4
37. Menard-Rome K, Sobush DC, Bousamra M, Haasler GB, Lipchik RJ. Self-selected walking velocity for functional ambulation in patients with end-stage emphysema. *J Cardiopulm Rehabil* 1997; 1785-91.
38. B. Camarri et al. Six minute walk distance in healthy subjects aged 55–75 years. *Respiratory Medicine* (2006) 100, 658–665
39. Borg G. Psychosocial bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377–81
40. Peeters P, Mets T. The 6-minute walk as an appropriate exercise test in elderly patients with chronic heart failure. *J Gerontol Med Sci* 1996;51A:M147-51.
41. Gunnarsson OT, Judge JO, Earles DR, Marcella GR. A comparison of walking programs for older adults: effects on six minute walking distance [abstract]. *Gerontologist* 1997;37: 126. Guyatt GH, Pugsley SO, Sullivan MJ, Thompson PJ, Berman
42. Kim MJ, et al. Mobility performance tests for discriminating high risk of frailty in community-dwelling older women/ *Archives of Gerontology and Geriatrics* 2010; 51: 192–198

43. Glaves M, Varela LF, Helver J, Cieza J, Méndez F. Correlación del Test “*Get Up And Go*” con el Test de Tinetti en la evaluación del riesgo de caídas en los adultos mayores *Acta Med Per.* 2010; 27(1):8-11
44. Cho BL., Scarpace B., Alexander B. Test of Stepping as Indicators of Mobility, Balance and Fall Risk in Balance-Impaired Older Adults. *JAGS.* 2004; 52: 1168-1173.
45. Roqueta C et al. Experiencia en la evaluación del riesgo de caídas. Comparación entre el test de Tinetti y el *Timed Up & Go*. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2007;42(6):319-27
46. Podsiadlo D, Richardson S. The timed «Up & Go»: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991; 39:142-8.
47. Csuka M, McCarty DJ. Simple method for measurement of cogger extremity muscle strength. *Am J Med* 1985;78:77-81.
48. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Be&man LF, Blazer DG, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol Med Sci* 1994;49:M85-94.
49. Lord, S.R., Murray, S.M., Chapman, K., Munro, B., Tiedemann, A. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. *J. Gerontol. A: Biol. Sci. Med. Sci.* 2002; 57, M539– M543.
50. Ferrucci, et al. Departures from linearity in the relationship between measures of muscular strength and physical performance of the lower extremities: The Women’s Health and Aging Study. *J. Gerontol. A: Biol. Sci. Med. Sci.* 1997; 52, M275–M285.
51. Medical Research Council of the United Kingdom, 1978. Aids to Examination of the Peripheral Nervous System: Memorandum No. 45. Pedragon House, Palo Alto, CA.
52. Cochrane T, Munro J, Davey R, Nicholl J. Exercise, Physical Function and Health Perceptions of Older People *Physiotherapy*, December 1998, vol84, no 12

**ANEXO I
TABLAS Y FIGURAS.**

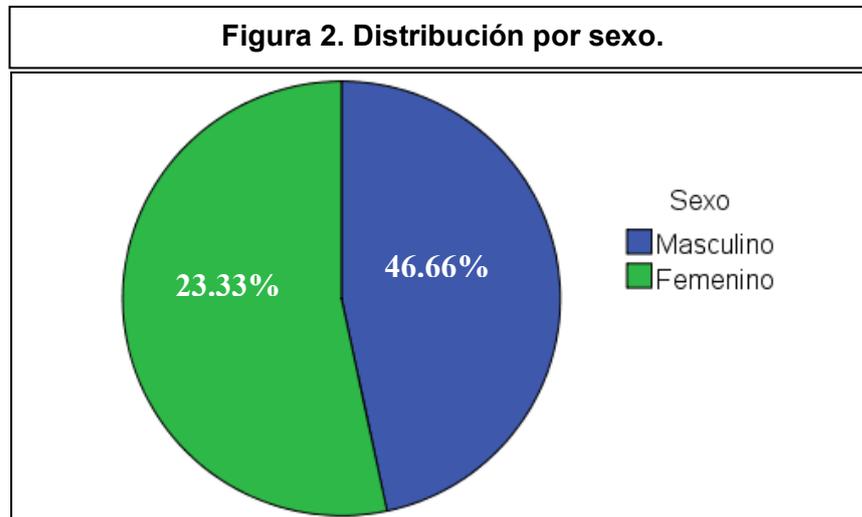
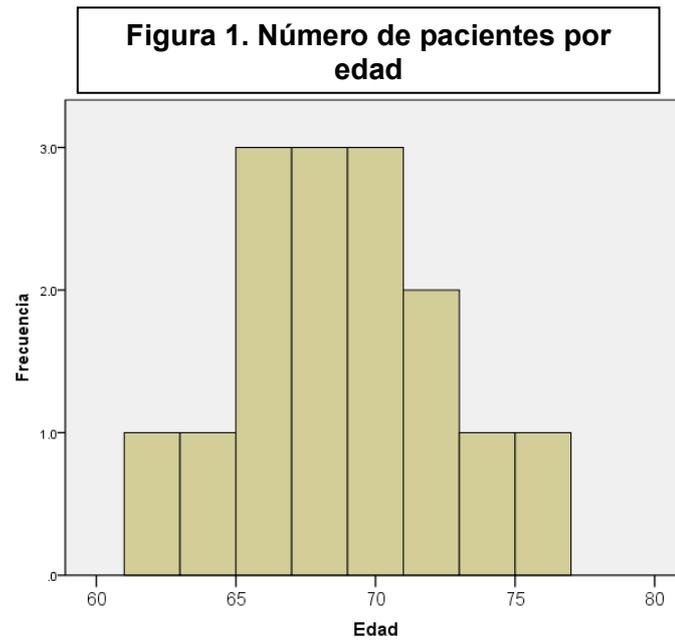


Figura 3.

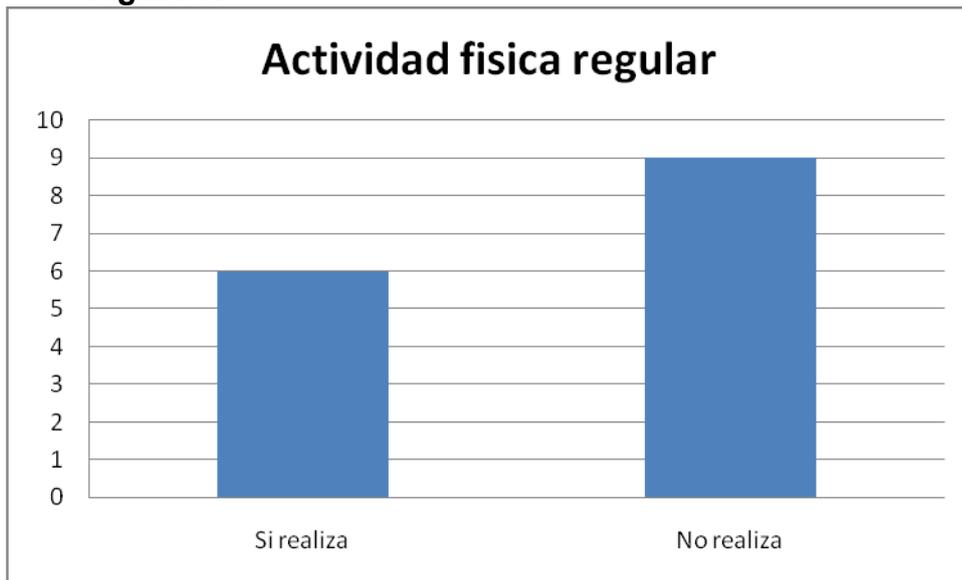


Figura 4.

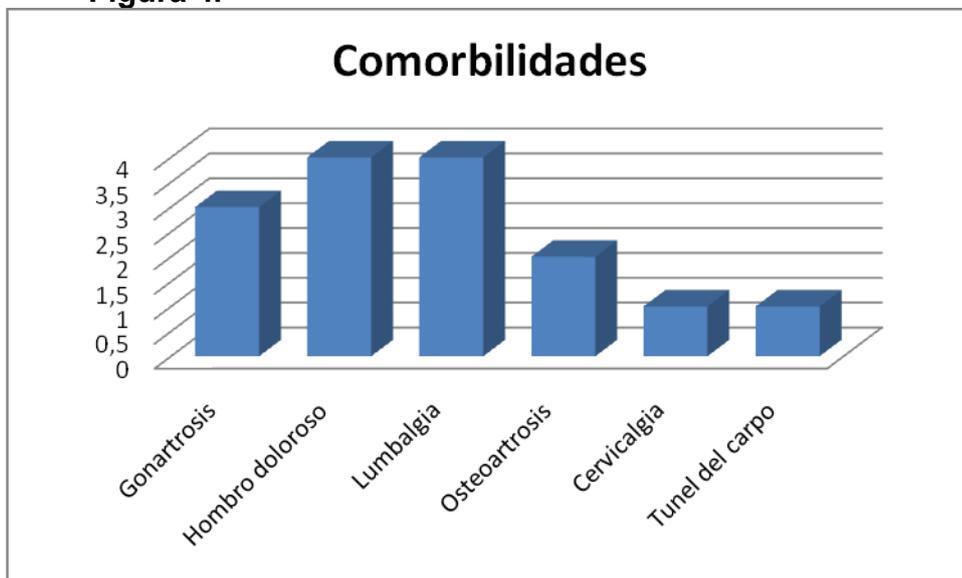


Tabla 1. Comparación de las variables antes y después del ejercicio.						
PRUEBA	INICIAL		FINAL		Valor absoluto de la diferencia de las medias	Valor de p
	Media	D.E.	Media	D.E.		
Caminata de los 6 min	367	46	403	45	35.53	<0.0001*
Time up and go	11.93	2.12	8.03	0.93	3.9	<0.0001*
Chair stands	13.33	2.09	8.93	1.53	4.4	<0.0001*
Borg	2.87	0.64	2.73	0.46	0.13	0.164
Flexores de cadera	3.60	0.51	4	0.0	0.4	0.009*
Extensores cadera	3.53	0.52	4.0	0.0	0.46	0.004*
Extensores rodilla	4.0	0	4.07	0.26	0.06	0.334
Flexores rodilla	4.0	0	4.13	0.35	0.13	0.164
Dorsiflexores de tobillo	4.0	0	4.0	4.0	0.0	a
Plantiflexores de tobillo	4.0	0	4.0	0	0.0	a

*significativo a nivel de $p < 0.05$ en la prueba t para muestras relacionadas. ^aNo fue posible aplicar la prueba debido a que la diferencia es de cero.

Tabla 2. Prueba de la caminata de los 6 minutos			
N	Evaluacion 1 (m)	Evaluacion 2 (m)	Diferencia (m)
1	350	380	30
2	376	398	22
3	405	425	20
4	380	412	32
5	355	388	33
6	395	438	43
7	401	441	40
8	450	487	37
9	312	339	27
10	305	336	31
11	425	463	38
12	377	421	44
13	280	335	55
14	331	380	49
15	368	400	32

ANEXO II

Programa de ejercicios

Parámetros establecidos:

- Ejercicio de tipo anaeróbico
- La resistencia vencer es la propia del cuerpo o segmento a tratar
- Una serie de 10 repeticiones de cada ejercicio

Desglose de ejercicios

Paciente en sedestación, con los pies apoyados en el piso, realizar flexión de cadera, con la rodilla flexionada.

Objetivo: Fortalecer psoas iliaco, recto anterior y sartorio

Paciente en sedestación pies apoyados en el piso, realizar flexo-extensión de rodilla

Objetivo: Fortalecimiento cuádriceps

Paciente en sedestación, pies apoyados en el piso, realizar planti-flexión de tobillo

Objetivo: Fortalecer tríceps sural

Paciente en sedestación pies apoyados en el piso, realizar bipedestación con apoyo en el colchón.

Objetivo: Fortalecimiento de glúteo mayor, glúteo medio, glúteo menor e isquiotibiales.

Paciente en sedestación con los pies apoyados en el piso, realizar flexión de cadera, rodilla flexionada, ponerse de pie con la pierna contralateral.

Objetivo: Fortalecimiento de glúteo medio principalmente, tensor de la fascia lata, isquiotibiales y glúteo mayor.

Paciente en bipedestación, realizar platiflexión.

Objetivo: Fortalecimiento de tríceps sural y músculos antrigravitatorios.

Paciente en bipedestación, realizar semiflexión de rodillas, manteniendo esta postura realizar platiflexión.

Objetivo: Fortalecimiento de musculo soleo, isquiotibiales y glúteo medio.

Paciente en bipedestación, mantener una posición de semiflexión de rodillas más rotación externa de cadera se va a realizar una platiflexión.

Objetivo: Fortalecimiento, de aductor mayor, aductor medio, aductor menor, sartorio glúteos y tríceps sural.

Paciente en bipedestación, mantener una posición en semiflexión de rodillas más rotación interna de cadera, realizar platiflexión.

Objetivo: fortalecer glúteo medio, glúteo mayor, glúteo menor, tensor de la fascia lata, vasto externo de cuádriceps, tibial anterior, tibial posterior y tríceps sural.

Paciente en bipedestación, realizar flexión de cadera con rodilla flexionada avanzar y apoyar esa misma pierna en el piso, realizar flexión bilateral de rodillas mantener la posición por tres segundos y reincorporarse, realizar misma secuencia con pierna contraria.

Objetivo: Fortalecimiento glúteos, cuádriceps e isquiotibiales.

Marcha con platiflexión.

Objetivo: Fortalecimiento tríceps sural y glúteo medio.

Paciente en bipedestación, realizar flexión de cadera manteniendo rodilla flexionada desplazar la pierna hacia abducción con rodilla en extensión apoyar y desplazar hacia el costado todo el cuerpo.

Objetivo: fortalecimiento de psoas iliaco, recto anterior, sartorio, glúteo medio y tensor de la fascia lata.

Paciente en bipedestación frente a un escalón, apoyar arriba de este y desplazarse hacia arriba del escalón, regresar a la posición inicial.

Objetivo: Fortalecimiento de cuádriceps, isquiotibiales, glúteo mayor, glúteo medio y glúteo menor.

Paciente en bipedestación realizar flexión simultanea de cadera y rodilla bilateral, manteniendo tronco recto y retomar la posición inicial.

Objetivo: Fortalecer: cuádriceps, glúteo mayor, glúteo medio, glúteo menor, glúteo mayor e isquiotibiales.

Paciente en posición supina sobre el colchón, rodillas flexionadas y pies apoyados, manteniendo esta posición realizar una extensión de cadera, causando así una elevación del cuerpo.

Objetivo: Fortalecer glúteo mayor, glúteo medio, glúteo menor e isquiotibiales.

Paciente en posición supina, una rodilla flexionada y pie apoyado sobre el colchón, mientras la otra se encuentra en extensión y en el aire, realizar extensión de cadera con la pierna apoyada y elevar el cuerpo del colchón.

Objetivo: Fortalecimiento de glúteo mayor, glúteo medio, glúteo menor e isquiotibiales.

Paciente en posición supina, una rodilla flexionada y pie apoyado sobre colchón, la otra rodilla manteniendo extensión total, realizar dorsiflexión y manteniendo esta posición realizar una flexión de cadera sin rebasar la altura de la rodilla apoyada.

Objetivo: Fortalecimiento de cuádriceps.

ANEXO III

Hoja de captura de datos.

HOSPITAL GENERAL DE MEXICO O.D. SERVICIO DE MEDICINA FISICA DE REHABILITACION

Efecto de un programa de ejercicio anaeróbico para miembros inferiores sobre la evaluación de la caminata de los 6 minutos en adultos mayores. HOJA DE VACIADO DE DATOS.

Nombre: _____ Edad: _____

Sexo: _____ Expediente: _____ Teléfono: _____

Comorbilidades: _____

Realiza ejercicio regular: Si () No () Fecha De
Inicio: _____ Terminó: _____

FC max para la edad	Signos vitales	Evaluación 1		Evaluación 2	
		Inicial	Final	Inicial	Final
	Frecuencia cardíaca				
	Tensión arterial				

Prueba de la Caminata de 6 minutos.

- Caminar tan rápido como sea posible durante 6 minutos para lograr la maxima distancia recorrida.
- Pueden disminuir el ritmo o detenerse y descansar si es necesario pero continuar tan pronto como sea posible. No detener el cronometro. No trotar, no correr.

	Evaluación 1	Evaluación 2	
Num. De vueltas			
Distancia caminada (metros)			

Escala de esfuerzo percibido de Borg (modificada)

	Evaluación 1	Evaluación 2
0: Ninguno		
0.5: Muy, Muy ligero		
1: Muy ligero		
2: Ligero		
3: Moderado		
4: Algo duro		
5; 6: Duro		
7; 8; Muy duro		
9: Muy, muy duro		
10: Máximo		

Examen manual muscular			
Cadera	Flexores	Evaluación 1	Evaluación 2
	Extensores		
Rodilla	Extensores		
	Flexores		
Tobillo	Dorsiflexores		
	Plantiflexores		

Timed up and go.

Instrucciones:

- El sujeto se encuentra sentado en silla con apoya brazos.
- Los pies colocados justo detrás de la línea de partida, marcada en el piso a una distancia de tres metros hacia una pared.
- A la orden de partida, se pide al sujeto que se levante de la silla y, caminando como lo hace habitualmente, alcance un cono a tres metros, dé la vuelta, y regrese a la silla, volviendo a retomar la posición sentado.
- El evaluador cronometra el tiempo desde que se da la orden de partida, hasta que el sujeto tras caminar los seis metros y retornar a la silla, apoya su espalda contra el respaldo de ésta.

Normal < 10 seg. **Riesgo leve de caída** 10 a 20 seg. **Alto riesgo de caída** > 20 seg.

	Evaluación 1	Evaluación 2	
Tiempo realizado (segundos)			
Riesgo de caída.			

Test Chair stands (levantarse de una silla)

- Se le pide al sujeto que se levante y después se siente cinco veces seguidas; lo debe hacer lo más rápido posible con los brazos cruzados en el pecho.
- El tiempo se registra a partir de que el sujeto se incorpora por primera vez hasta que está completamente de pie tras la quinta levantada.
- Si la persona no completa las cinco, se anota el tiempo pero precisando el número de levantadas realizadas.

	Evaluación 1	Evaluación 2	
Tiempo (segundos)			

ANEXO IV

Secretaría de Salud. Hospital General de México O.D.
“EFECTO DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO ANAEROBICO PARA FORTALECIMIENTO DE
MIEMBROS DE PELVICOS SOBRE LA PRUEBA DE LA CAMINATA DE LOS 6 MINUTOS EN
ADULTOS MAYORES.”

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

I. La justificación y los objetivos de la investigación.

Se me ha explicado que por condiciones propias de mi edad estoy predispuesto a tener debilidad de miembros inferiores con riesgo de caídas debido a esto, por lo que se me propone participar en el proyecto de investigación denominado *“Efecto de un programa de ejercicio anaeróbico para fortalecimiento de miembros pélvicos sobre la prueba de la caminata de los 6 minutos en adultos mayores”* con el objetivo de estudiar el efecto de un programa de ejercicio para fortalecer mis piernas. Los resultados podrían ser útiles en el momento de decidir el tipo de intervención de ejercicio en personas ancianas.

II. Procedimientos.

Estoy informado que se me realizará una serie de pruebas antes y después del programa de ejercicio. Consistentes en 1. Caminar durante 6 minutos lo más rápido que me sea posible, puedo detener a descansar y tan pronto me recupere continuar caminando, también puedo utilizar bastón. Se medirá la distancia recorrida durante ese tiempo. 2. Sentado en una silla, me levante caminare tres metros y regresaré a sentarme a la silla, se tomará el tiempo en el que realice ese recorrido. 3. Desde la posición de sentado en una silla me pondré de pie 5 ocasiones tan rápido como sea posible y se tomará el tiempo que tarde en realizar esto. Antes y después de cada evaluación se me tomaran los signos vitales (tensión arteria, frecuencia cardíaca). Posterior a las evaluaciones iniciare con un programa de ejercicio para fortalecer mis piernas durante 10 sesiones de 50 minutos cada una consistiendo en 10 minutos de estiramiento y calentamiento, 30 minutos de ejercicio y 10 minutos de enfriamiento con estiramiento.

III. Riesgos e incomodidades.

Se me explico que la evaluación de los 6 minutos es un esfuerzo submaximo, lo que significa que puede provocar fatiga moderada dependiendo de mi condición física actual. El programa de ejercicios podría ocasionar dolores musculares que no superaran la duración de 24 hrs ni interferirán con las actividades de mi vida diaria.

IV. Beneficios.

Mi condición física y la fuerza muscular de mis piernas podrían mejorar como resultado de mi participación en este estudio, facilitando la movilidad, el equilibrio y la marcha así como la prevención de caídas. Aunque no hay garantía de que esto suceda. Los resultados de este estudio ayudaran a determinar el mejor tratamiento de la enfermedad en mi caso y el de otros pacientes. .

V. Los procedimientos alternativos.

Se me explico que para el fortalecimiento de mis piernas puedo realizar otros ejercicios con pesas o bandas elásticas de forma individual. Ambos tienen el mismo efecto de fortalecimiento sobre los músculos. Estoy informado que si decido no participar en este estudio recibiré el tratamiento usual para mi condición clínica que es la terapia física y no es necesario estar en este estudio para ser tratado.

VI. Garantía de recibir respuesta a preguntas y aclaración.

Se me ha asegurado que puedo preguntar hasta mi complacencia todo lo relacionado con el estudio y mi participación.

VII. Libertad de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio.



Se me aclaró que puedo abandonar el estudio en cuanto yo lo decida, sin que ello afecte mi atención de parte del médico o del hospital.

VIII. Privacidad y Anonimato.

Si elijo participar en este estudio, el investigador obtendrá información sobre mi y mi salud mediante expediente clínico y hoja de datos propia de la investigación. Autorizo la publicación de los resultados de mi estudio a condición de que en todo momento se mantenga el secreto profesional y que no se publicara mi nombre o revelara mi identidad.

IX Compromiso de proporcionarle información actualizada obtenida durante el estudio aunque esta pudiera afectar la voluntad del sujeto para continuar participando.

En caso de que presente algún malestar debido al tipo de tratamiento, se me brindara la oportunidad de cambiar a otro o en su caso abandonar el estudio y así poder recibir la mejor alternativa para mi tratamiento.

X. Disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a la que legalmente tendrá derecho, por parte de la institución de atención a la salud, en el caso de daños que la ameriten, directamente causadas por la investigación.

Los tratamientos terapéuticos serán proporcionados por el personal del servicio de rehabilitación del hospital. Se me aclaro también que en caso de que presentara algún problema derivado del tratamiento de este estudio se dará seguimiento y atención médica gratuitamente.

XI. Si existen, gastos adicionales, éstos serán absorbidos por el presupuesto de la investigación.

Con fecha _____, habiendo comprendido lo anterior y una vez que se me aclararon todas las dudas que surgieron con respecto a mi participación en el proyecto, acepto participar en el estudio titulado: *“Efecto de un programa de ejercicio anaeróbico para fortalecimiento de miembros pélvicos sobre la prueba de la caminata de los 6 minutos en adultos mayores”*

Nombre y firma del paciente o responsable legal

Nombre, y firma del testigo 1: _____
Dirección:
Relación que guarda con el paciente:

Nombre, y firma del testigo 2 _____
Dirección:
Relación que guarda con el paciente:

Nombre y firma del Investigador Responsable o Principal
Dra. Ma. De la Luz Montes Castillo

Este documento se extiende por duplicado, quedando un ejemplar en poder del sujeto de investigación o de su representante legal y el otro en poder del investigador.

Para preguntas o comentarios comunicarse con la Dra. Ma de la Luz Montes Castillo, medico investigador principal de la investigación en el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital General de México. Teléfono: (1324) 2789-2000.
Dra. Hilda Hidalgo Loperena. Presidenta de Comité de Ética. Dirección de Investigación, Hospital General de México. Telefono 2789-2000. Ext. 1368