



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
PROGRAMA DE MAESTRIA, DOCTORADO EN CIENCIAS MEDICAS, ODONTOLOGICAS Y DE LA
SALUD
INSTITUTO NACIONAL EN CIENCIAS MEDICAS Y NUTRICION "SALVADOR ZUBIRAN"
CIENCIAS MEDICAS

VALORES DE REFERENCIA DE LA PRUEBA
CARDIOPULMONAR DE EJERCICIO A 2,240 METROS DE ALTITUD

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS MEDICAS

PRESENTA:
SILVIA CID JUÁREZ

TUTOR:
DR. ROGELIO PÉREZ PADILLA
PROGRAMA DE MAESTRIA, DOCTORADO EN CIENCIAS MEDICAS, ODONTOLOGICAS Y DE
LA SALUD

CIUDAD DE MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2017



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.

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTO:

A mis padres Silvia Juárez Pérez y Miguel Arturo Cid Flores, por su apoyo incondicional, su amor. El ejemplo y la imagen que han dejado en mí han permitido que llegue a estas instancias.

A mi hija Silvia Sarai por ser ahora mi principal motivación de seguir adelante y alcanzar metas.

A mis hermanos Miguel y Arturo por contar con ellos en todo momento, por los momentos invaluable que hemos vivido, por la paciencia y perseverancia.

Al Dr. Rogelio Pérez Padilla por ser mi tutor, por sus enseñanzas y gran apoyo en la elaboración de este trabajo. Y a mis jefes y compañeros de trabajo: Dr. Luis Torre, Dr. Roberto Mejía y a la Dra. Gochicoa por sus apoyos y consejos que permitieron que este logro saliera adelante.

¡Gracias!

INDICE

| | |
|--------------------------------|----|
| 1. RESUMEN | 4 |
| 2. INTRODUCCIÓN | 6 |
| 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 8 |
| 4. OBJETIVOS | 9 |
| 5. MATERIAL Y METODOS | 10 |
| 6. ANALISIS ESTADISTICO | 14 |
| 7. IMPLICACIONES ETICAS | 15 |
| 8. RESULTADOS | 16 |
| 9. DISCUSION | 36 |
| 10. CONCLUSIONES | 42 |
| 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 43 |
| 12. ANEXOS | 46 |

1. RESUMEN

La prueba cardiopulmonar de ejercicio permite valorar la respuesta fisiológica integral durante la actividad o trabajo físico y analizar respuestas fisiológicas anormales que no pueden ser valoradas en reposo. La apropiada interpretación de la prueba requiere que los valores medidos sean comparados contra los obtenidos de una población de referencia por lo que es crucial disponer de ecuaciones que ajusten correctamente a la población en estudio. Existen múltiples factores que determinan la capacidad de ejercicio; la altitud a nivel del mar tiene efecto sobre el rendimiento físico. Resultados previos de nuestro grupo han demostrado que las ecuaciones para pruebas funcionales respiratorias en reposo generadas a nivel del mar, tienen pobre ajuste a la población que habita el Valle de México (2,240 metros de altitud).

Existen estudios que informan los valores de referencia para consumo de oxígeno (VO_2) y carga de trabajo máximos; sin embargo, dichos estudios han sido realizados con muestras de población pequeñas, la mayoría de ellos en población anglosajona, con diversos grados de actividad física, algunos incluyen fumadores y usa distintas modalidades de la prueba (banda sin fin o cicloergómetro).

JUSTIFICACION:

Las ecuaciones de referencia disponibles para la prueba cardiopulmonar de ejercicio físico no han sido validadas para la población mexicana donde las características raciales, la composición corporal, la estatura y los niveles de actividad física influirían en los resultados de la prueba. Los resultados de este estudio permitirán contar con ecuaciones de referencia para las principales variables obtenidas de la prueba cardiopulmonar tomando en cuenta los factores señalados así como la altitud sobre el nivel del mar.

OBJETIVOS:

Obtener los valores de referencia de los parámetros funcionales más importantes de una prueba cardiopulmonar de ejercicio físico en cicloergómetro (carga de trabajo y consumo de oxígeno) en mayores de 10 años de edad, sanos, que habitan en la zona metropolitana de la ciudad de México.

MATERIAL Y METODOS:

El proyecto fue aprobado por el Comité Institucional de Ciencia y Bioética. Todos los participantes firmaron la carta de consentimiento informado o asentimiento según fuera el caso. Es un estudio transversal llevado a cabo en el Laboratorio de Fisiología Respiratoria del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias de la ciudad de México. El muestreo fue por conveniencia con los siguientes criterios de inclusión: hombres ó mujeres entre 10 y 80 años, sanos pulmonares, sedentarios o con actividad física leve a moderada, con al menos 2 años de residencia en la ciudad de México. Se excluyeron atletas de alto rendimiento, sujetos con síntomas referidos por el cuestionario de enfermedad pulmonar, cardíaca o músculo esquelética, obesos, fumadores o que presentaran limitación física para realizar la prueba. Se eliminaron aquellos con imposibilidad para realizar adecuadamente la prueba cardiopulmonar de ejercicio. En el Laboratorio de Fisiología Respiratoria se realizaron las mediciones antropométricas y se llevó a cabo la espirometría forzada, la medición de ventilación voluntaria máxima y el electrocardiograma en reposo. La instrumentación se llevó a cabo de manera estándar por personal calificado. Para el análisis del gas espirado se utilizó una mascarilla oronasal. Todas las pruebas se llevaron a cabo con un equipo Jaeger Oxycon-Pro, VIASYS Healthcare, Germany, siguiendo los estándares actuales de la Sociedad

Americana del Tórax y la Sociedad Respiratoria Europea 2003. Se utilizó un protocolo de ejercicio incremental de 10 watts/minuto, limitado por síntomas y se midió la respuesta cardiovascular, respiratoria y metabólica.

Se utilizó estadística descriptiva para la caracterización de la población. Se determinó la línea que mejor ajustó a los valores de las diferentes variables obtenidas en la prueba. Como indicadores de dispersión se calcularon percentilas y el error estándar de la regresión. La línea de ajuste y su dispersión sirvieron para conocer los valores predichos ideales y los límites de normalidad, respectivamente. El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico STATA v.14.

La prueba cardiopulmonar de ejercicio es un procedimiento sencillo, breve, que de acuerdo al artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación, se trata de un estudio con riesgo mínimo, se obtendrá la aceptación del participante y de sus padres (si es menor de edad) mediante la firma de la carta de consentimiento informado o asentimiento.

RESULTADOS

Se estudió un total de 341 sujetos (178 mujeres), con edad promedio de 38 ± 1 años (min 10, máx 80 años), con un índice de masa corporal $24.8 \pm 3.8 \text{ Kg} \cdot \text{m}^{-1}$. Se obtuvieron las ecuaciones de referencia tanto para la percentila 50 para los principales parámetros obtenidos de la prueba cardiopulmonar de ejercicio (VO_2 , trabajo (watts), pulso de O_2 , capacidad inspiratoria y ventilación voluntaria máxima) así como también se describieron otras variables de interés para la prueba (respuesta presora, VE/VCO_2 , VE/VO_2). Los coeficientes de determinación de las ecuaciones de referencia obtenidas oscilaron entre 0.45 a 0.80.

CONCLUSIONES:

Las ecuaciones generadas en el presente estudio pueden ser utilizadas en hombres o mujeres mexicanos que habitan en el Valle de México y ponemos las del presente trabajo a disposición de los que realizan pruebas cardiopulmonares con ejercicio físico en cicloergómetro.

2. INTRODUCCIÓN (ANTECEDENTES)

El uso creciente de la prueba de ejercicio cardiopulmonar (PECP), se ha debido en parte a los avances en la tecnología que nos permiten de forma fácil y rápida obtener información valiosa de las variables para su interpretación, así como se ha demostrado que cada vez aporta más ventajas clínicas al permitir al médico la valoración de la respuesta fisiológica integral de una persona al ejercicio físico y evidenciar respuestas fisiológicas anormales que no pueden valorarse en reposo, además de ser un estudio no invasivo y seguro (2-5 muertes por cada 100,000 pruebas realizadas).¹ Entre sus indicaciones más comunes están la evaluación de la tolerancia al ejercicio tanto en sujetos sanos como en enfermos cardiopulmonares o músculo-esqueléticos, la evaluación de la progresión y pronóstico de la enfermedad permitiendo así la selección de aquellas personas candidatas a un tipo específico de tratamiento (oxígeno, rehabilitación, entrenamiento físico, quirúrgico, trasplante) y la evaluación de la respuesta al mismo.¹⁻⁴ Entre las modalidades de la prueba más empleadas, se encuentran la banda sin fin y el cicloergómetro, siendo este último el modo preferido por presentar menor artefacto en las mediciones, por permitir de forma fácil cuantificar la velocidad y carga a la que se realiza el trabajo y proporcionar al paciente mayor sensación de seguridad.¹⁻² Así el protocolo más usado para la estandarización de los resultados, es la carga incremental, que consiste en el aumento progresivo de la resistencia al pedaleo (ya sea continua o escalonada) de 20-30 Watts dependiendo de las características del paciente y se caracteriza por ser una prueba limitada por síntomas. Este protocolo permite la evaluación de forma integral de la respuesta del organismo a un amplio espectro de intensidades de trabajo durante un periodo corto de tiempo.¹⁻⁴ Los sistemas involucrados que se pueden evaluar en la PCPE son: el respiratorio, cardiovascular, musculoesquelético y neurosensorial.

Por otro lado, el hecho de vivir a una determinada altitud, implica la exposición a condiciones ambientales adversas con las cuáles el cuerpo humano a corto y mediano plazo debe primero aclimatarse, para finalmente lograr la adaptación a largo plazo. Entre estas condiciones adversas, la disminución de la presión atmosférica y de la presión parcial de oxígeno, la disminución de la humedad y de la temperatura ambiental, así como el aumento de radiación solar son factores que afectan de forma negativa el rendimiento físico. De forma aguda y subaguda ocurren una serie de fenómenos en respuesta a la hipoxemia (hipertensión vascular pulmonar, hiperventilación, aumento de la frecuencia cardíaca y del gasto cardíaco, hemoconcentración y aumento del metabolismo basal) con la finalidad de mantener los requerimientos energéticos en reposo, por lo que la capacidad al ejercicio se ve disminuida. ⁵⁻⁸ De forma crónica, ocurren respuestas de adaptación que permiten que aumente el consumo de oxígeno y a su vez la capacidad para ejercicio: hay mayor capacidad de transporte de O₂ con el aumento del hematocrito y de la hemoglobina, mayor excreción renal de bicarbonato para compensar la alcalosis respiratoria, el metabolismo basal tiende a normalizarse, con un aumento

progresivo en la contribución relativa de la oxidación de las grasas “ahorro de glucógeno muscular” que a su vez ocasionaría una menor producción de lactato con el ejercicio; y a nivel muscular, sin actividad física importante ocurre la atrofia, y con entrenamiento físico ocurre un aumento de la densidad capilar, de la mioglobina, de enzimas oxidativas y de las mitocondrias con aumento en la extracción y utilización de O_2 por el tejido.^{5,6}

La disminución del rendimiento físico de forma aguda en la altitud está determinada por la magnitud de la altura, por la duración de la prueba deportiva y por el estado de adaptación fisiológica. La hipoxemia secundaria a la altitud ocasiona la disminución del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), siendo más evidente a partir de los 1500 metros de altitud y por lo tanto afectando la realización de ejercicio submáximo. Con la adaptación a la altitud, la hiperventilación ocasionada para mantener una adecuada PAO_2 , aumenta a su vez el equivalente ventilatorio (VE/VO_2) manteniendo un nivel adecuado de VO_2 sin aumentarlo significativamente, en esta situación la SaO_2 no aumenta significativamente, por lo que en condiciones en las que se requiera un aumento del trabajo físico, ocurriría una caída de la PaO_2 y por lo tanto de la SaO_2 y del VO_{2max} . Esta respuesta al ejercicio no llega a ocurrir en todos los casos ya que depende de la altitud y la variabilidad individual (con hipoxia inducida por ejercicio a nivel del mar, poco aumento de producción de eritropoyetina por altitud, atletas de elite) y lejos de ser un estímulo para el entrenamiento, condicionaría subentrenamiento o desentrenamiento.^{5,6 7-9}

Definir los valores de referencia de la PECP para una población determinada es complejo debido al muestreo, ya que este debe tomar en cuenta la zona geográfica, la edad, el género, la estatura, el IMC y los niveles de actividad de la población. La obtención de estos parámetros, son un punto clave para la evaluación e interpretación de los resultados en la PECP (VO_2 , el estimado del umbral anaeróbico, eficiencia ventilatoria, pendiente VCO_2/VO_2). Existen estudios en los que se informan valores de referencia y ecuaciones de predicción de variables (VO_2 : consumo de oxígeno, y carga de ejercicio máximo); sin embargo, aplicarlas a la población mexicana tiene inconvenientes: p.e Blackie et al, valoró a un grupo de personas con un rango de edad limitado (55-80 años) y Bruce et al obtuvo su información en sujetos estudiados en una banda sin fin.¹⁰⁻¹² Hansen y Wasserman estudiaron 265 trabajadores de artillería en cicloergómetro con protocolo incremental en rampa, todos del género masculino con una media de edad de 54 años y entre ellos habían fumadores, obesos o hipertensos, definiendo que para el cálculo del consumo máximo de oxígeno en una persona con sobrepeso debería ajustarse por edad y estatura.¹³ Por otro lado, los estudios efectuados en población sedentaria que han empleado el cicloergómetro y reportado, las ecuaciones de predicción que se han realizado, han mostrado diferencias en los valores estimados al aplicarlos en otros estudios, por lo que la aplicación de estas fórmulas a otras poblaciones es dudosa.^{1,4,14-19}

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA (JUSTIFICACIÓN)

Aunque existen estudios donde se han establecido valores de referencia para el VO_2 y carga de ejercicio máximo, dichos estudios han sido realizados con muestras de población pequeñas, la mayoría de ellos en población anglosajona, con diversos grados de actividad física, algunos incluyen fumadores, y usando distintas modalidades de la prueba (banda sin fin y cicloergómetro).¹³⁻¹⁹ Cabe notar que los resultados de estos estudios no han sido validados para la población mexicana, cuyas características raciales, la composición corporal, la estatura, IMC y los niveles de actividad física influirían en los resultados de la prueba, además de las variaciones propias de la respuesta al ejercicio secundarias a la altitud (Cd. de México, 2,240 m) donde los cambios en el patrón respiratorio y gasométrico son diferentes a las observadas a nivel del mar. Consideramos que la altitud de la ciudad de México tiene implicaciones importantes para estimar la “normalidad” en una prueba que requiere un esfuerzo máximo, en especial, por la posición que se tiene en la curva de disociación de la hemoglobina a 2,240 metros. Así, mientras que a nivel del mar no se espera que un individuo sano presente disminución en la saturación de oxígeno durante el ejercicio máximo, en la ciudad de México podría ser un hallazgo normal considerando el tiempo de tránsito sanguíneo en los capilares alveolares. Lo anterior, si no se toma en cuenta, podría generar una alta tasa de falsos positivos.

En consecuencia, en el siguiente trabajo se pretende obtener valores de referencia para la población que habita a 2,240 m de altitud y que representa aproximadamente el 20% de la población mexicana, además de ser parte de una ruta diagnóstica en la evaluación de las enfermedades cardiopulmonares.

4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Obtener los valores de referencia por modelos de regresión múltiple de los parámetros funcionales más importantes logrados en una prueba de ejercicio cardiopulmonar con cicloergómetro en personas mayores de 10 años de edad, sanos, que habitan en la zona metropolitana de la ciudad de México.
 - a. Carga de trabajo (Watts).
 - b. Consumo de oxígeno máximo ($VO_2\text{max}$).
 - c. Frecuencia cardiaca máxima (HRmax).
 - d. Reserva de frecuencia cardiaca (HRR).
 - e. Pulso de Oxígeno (O_2/HR).
 - f. Respuesta presora sistémica durante el ejercicio (TA).
 - g. Volumen minuto (VE).
 - h. Reserva ventilatoria (VVM/VEmax).
 - i. Equivalente respiratorio para O_2 (VE/VO_2).
 - j. Equivalente respiratorio para CO_2 (VE/VCO_2).

OBJETIVO SECUNDARIO

1. Determinar la medida en que los valores encontrados ajustan a otras ecuaciones de referencia de uso internacional.

5. MATERIAL Y METODOS

Diseño

Estudio prolectivo, transversal, descriptivo y observacional.

Sitio

Laboratorio de Fisiología Respiratoria del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias.

Población

Hombres y mujeres que radiquen en la ciudad de México sanos pulmonares.

Criterios de selección:

a. Criterios de inclusión

- Personas mayores de 10 años de edad y menores de 70 años.
- Sanos cardio-pulmonares por interrogatorio , exploración física, ECG y espirometría.
- Sedentarias o con actividad física leve a moderada que será evaluada por el cuestionario internacional de actividad física.
- Residentes del área metropolitana de la ciudad de México o Valle de México con más de 2 años de estancia.
- Deben contar con consentimiento y asentimiento informado (para menores de 18 años).

b. Criterios de exclusión

- Personas con actividades de alto rendimiento: personas dotadas de talento o condiciones necesarias (habilidades técnicas, capacidades físicas, constitución física y cualidades psicológicas) en una disciplina deportiva específica, con el objetivo de alcanzar los mejores resultados a nivel internacional.
- Cualquier síntoma descrito en el cuestionario de enfermedad pulmonar, cardiaca o músculo esquelética.
- Obesidad (IMC >30).
- Tabaquismo (más de 100 cigarros en toda su vida).
- Cualquier limitación física para realizar la prueba.

c. Criterios de eliminación-

- Imposibilidad para realizar adecuadamente la prueba de ejercicio cardiopulmonar.
- Aquellos que presenten durante la prueba: dolor torácico y/o cambios eléctricos sugestivos de isquemia en el ECG, arritmia compleja, bloqueo auriculoventricular de 2-3º grado, caída de la tensión arterial sistólica (TAS) >20mmHg, hipertensión arterial sistémica (TAS >250 y TAD >120mmHg, inicio súbito de palidez o diaforesis, confusión mental o incoordinación, signos de falla respiratoria, cianosis o desaturación severa o claudicación.

Descripción general del estudio

1. El muestreo ideal para obtener valores de referencia nacionales sería representativo de la población de México, incluyendo cada uno de los estados de la República Mexicana, lo que requiere el muestreo probabilístico por conglomerados, polietápico, estratificado basado en las áreas geostatísticas básicas (AGEB's) utilizado en los censos y en las encuestas de salud. Sin embargo, esto requiere de un financiamiento considerable, sobre todo para el reclutamiento de personal que visite las casa-habitación y reclute a los voluntarios. Por razones logísticas y presupuestales no fue posible realizarlo.
2. La obtención de la muestra en nuestro estudio fue a partir de una invitación abierta a través de póster y folletos en los parques recreativos y en supermercados, y dentro de nuestro Instituto a trabajadores, estudiantes de medicina, de enfermería y terapia respiratoria, y a sus familiares (hijos, padres y/o abuelos) .
3. Los que aceptaron participar en el estudio y no presentaron con criterios de exclusión, se les pidió llenar un cuestionario de autoevaluación de salud, de salud respiratoria (cuestionario PLATINO) y un cuestionario de actividad física; y se les programó una cita al Laboratorio de Fisiología Respiratoria del INER para la realización de la PECP, con las indicaciones requeridas de la Guía ATS/ACCP 2003 para la prueba de ejercicio cardiopulmonar (incluye ayuno de 2 hs, ropa y calzado cómodos y ligeros, no haber fumado al menos 8 h antes, abstenerse de realizar ejercicio ese día, con un examen físico e interrogatorio previos acerca de su medicación habitual)¹.
4. El día de la prueba se procedió a la medición de variables como la estatura en bipedestación, peso, espirometría forzada, ventilación voluntaria máxima (VVM), electrocardiograma estándar de doce derivaciones en reposo (ECG).

5. Se le pidió al sujeto que subiera al cicloergómetro y se le conectaron los transductores y dispositivos para monitorizar la oxigenación de la sangre (oxímetro), la presión arterial (baumanómetro manual), el ritmo cardiaco y trazo electrocardiográfico (10 electrodos en el tórax), se colocó una mascarilla oronasal para la colección y análisis de gases respiratorios así como para las mediciones de flujo y volumen.
6. Se inició la prueba de ejercicio cardiopulmonar en protocolo incremental con aumento de la carga en rampa (a un ritmo de 10 watts/min), mientras se registraban en una hoja todas las variables monitorizadas. La prueba consistió en 4 fases:
 - a. Reposo de 3 minutos.
 - b. Calentamiento: de 3 minutos, donde el pedaleo fue a una carga inicial de 10 watts.
 - c. Ejercicio incremental, donde la carga del pedaleo fue aumentando progresivamente a 10 watts/min; durante la prueba, cada 2 minutos se le preguntaba al participante por la presencia de fatiga o disnea de acuerdo a la escala de Borg. Esta fase se daba por terminada cuando el participante decidía finalizar la etapa por fatiga importante, dolor en piernas o pecho (no sugestivo de isquemia) o por cualquier motivo.
 - d. Fase de recuperación por 5 minutos, donde el sujeto permanecía pedaleando mientras la resistencia al pedaleo paulatinamente se retiraba, con el objetivo que las condiciones fisiológicas del participante regresaran al nivel de reposo, dándose por terminada la prueba.
7. Posterior a esto, eran retirados los transductores y dispositivos utilizados y por un período de al menos 10 minutos el participante era observado para detectar cualquier efecto indeseable y garantizar la recuperación completa al ejercicio. Los resultados del estudio fueron entregados ese mismo día al participante.
8. En una base de datos (Excel) se vaciaron todos los datos obtenidos (datos demográficos, cuestionarios, mediciones antropométricas, mediciones respiratorias, del ECG y de la PECP) para el análisis.

Seguridad del paciente:

El participante se evaluó antes de la prueba, confirmando que no presentara padecimiento ni limitación física que lo excluyera del protocolo.

Durante toda la prueba existió la supervisión continua del técnico y del médico (ellos conocían las respuestas normales y anormales al ejercicio, así como ellos contaban con entrenamiento en técnicas de reanimación cardiopulmonar), además de que el servicio de Laboratorio de Función Pulmonar y Fisiología Respiratoria contó con el equipo necesario para dar soporte vital avanzado, en caso de que el participante tuviera algún criterio para interrumpir la prueba (mencionado en criterios de eliminación); siendo así, se daría el manejo inicial y se trasladaría al servicio de urgencias de nuestro Instituto sin que tuviera ningún costo para el paciente.

Aunque la prueba no fue invasiva y el protocolo se realizó en población sana, siempre se vigiló y monitorizó al participante por un lapso de al menos 10 minutos con oxímetro de pulso, EKG en reposo y la toma de presión arterial para que se pudiese detectar cualquier anomalía después del ejercicio máximo. Además se contó con una camilla para el descanso del participante y se le ofreció líquidos para la hidratación. Los efectos adversos que presentaron los participantes fueron mínimos: fatiga, sed, dolor de piernas y mareo .

6. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se utilizó estadística descriptiva para la caracterización de la población en estudio. Mediante programas computacionales se generaron valores de referencia basados en ecuaciones de regresión múltiple tomando como variable dependiente los diferentes parámetros de la PECP y como independientes la edad, talla, peso, IMC, variables espirométricas (FEV₁, VVM) y de rendimiento cardiaco (pulso de O₂) con ecuaciones separadas para cada género y que, como aportación adicional, incluyeron sujetos desde la infancia hasta la senectud. Los modelos de regresión múltiple probaron asociaciones lineares y no lineares dada la amplia gama en edades, y que incluyen la fase de crecimiento en función pulmonar (ascendente) y la de envejecimiento pulmonar (descendente) que habitualmente están reportadas en forma separada (una para niños y otra para adultos).

Tamaño de la muestra

Basándonos en una muestra estratificada por grupo de edad, se estimó una tasa del 20% de no respuesta al estudio, se calculó que ésta fuera de 370 sujetos en total (50% del género masculino); ésta cantidad sobrepasó la *n* que se consideró para el cálculo de la muestra por regresión múltiple (potencia de 0.8, alfa de 0.05, con 3 predictores (edad, talla, BMI), con una *f*² de Cohen entre 0.015 para efecto moderado a 0.35 para efecto grande) que sería de 76 sujetos por género.

Sin embargo en términos generales, se ha considerado que para valores de referencia de las pruebas de función pulmonar, el contar con 300 individuos (150 de cada género), permite valorar adecuadamente los valores de la población o bien probar que una ecuación se apega adecuadamente a una población.²⁰

7. IMPLICACIONES ÉTICAS

Este protocolo fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER) “Ismael Cosío Vilegas” en la ciudad de México.

Los participantes adultos así como los tutores o padres de los niños y adolescentes participantes firmaron un consentimiento informado, y los niños y adolescentes también firmaron un asentimiento informado para la realización de la prueba.

8. RESULTADOS

Los participantes respondieron a una invitación a participar en el estudio, siendo predominantemente adultos jóvenes (figura 1). Se reclutaron 368 sujetos sanos residentes de la Ciudad de México, el 7.6% de la población (n=28) se eliminó por presentar algún criterio de terminación durante la prueba o por tratarse de una prueba de mala calidad (cuando no se lograban criterios de esfuerzo máximo), en total se incluyeron para el análisis 341 sujetos sanos.

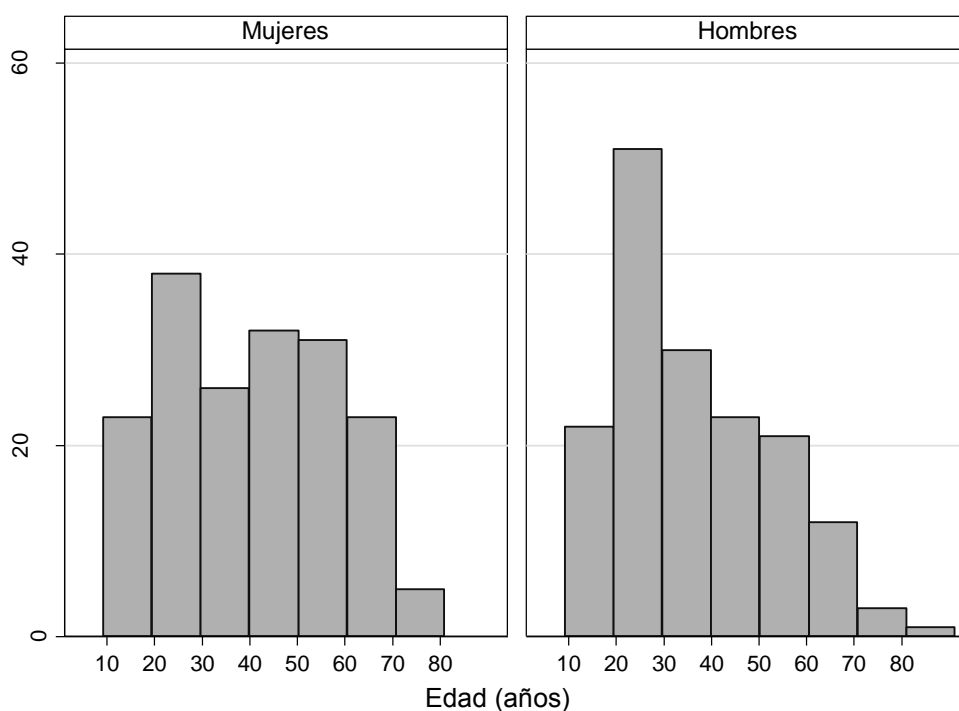


Figura 1. Distribución por edad y género de la muestra poblacional estudiada. La mayor parte de la población fue de adultos jóvenes con predominio del género femenino entre los 20 y 30 años de edad.

La población incluyó un rango de edad desde los 10 a los 81 años, de los cuales 178 sujetos eran mujeres (52%), el promedio de la edad fue de 38.1 años (± 17 años) y con un índice de masa corporal de 24.8 (± 3.8 kg/m²), la cuál fue normal. Las diferencias observadas en las variables antropométricas (talla, peso, superficie corporal) son esperadas en género (Tabla 1).

Tabla 1. Características basales de la población.

| | Población total (n=341) | Hombres (n=163, 48%) | Mujeres (n=178, 52%) | p |
|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| Edad, años | 38.1 ± 17.0 | 35.9 ± 16.3 | 40.1 ± 17.5 | 0.020 |
| Talla, cm | 1.63 ± 0.1 | 1.69 ± 0.9 | 1.56 ± 0.7 | <0.001 |
| Peso, kgs | 66.1 ± 13.4 | 73.0 ± 13.3 | 59.7 ± 10 | <0.001 |
| IMC, kg/talla² | 24.8 ± 3.8 | 25.2 ± 3.7 | 24.4 ± 3.8 | 0.610 |
| SC, m² | 1.7 ± 0.2 | 1.9 ± 0.2 | 1.6 ± 0.2 | <0.001 |

Valores expresados como media ± D.E.

p, nivel de significancia estadística por t de Student para muestras independientes, en la comparación entre hombres y mujeres; IMC, índice de masa corporal (IMC= Peso/Estatura²); SC, superficie corporal (Haycock SC= 0.024265*talla^{0.3964}*peso^{0.5378}); n, tamaño de la muestra y porcentaje de la muestra total.

Las variables espirométricas en reposo (FEV₁, FVC, FEV₁/FVC, IC y VVM), útiles para la valoración de la mecánica respiratoria durante el esfuerzo, se observan en la Tabla 2. La población contaba con una mecánica respiratoria normal, sin datos de obstrucción en la vía aérea. Para los parámetros de espirometría forzada (FEV₁ y FVC), la ecuación NHANES III tiene un buen ajuste con nuestra población; sin embargo, las ecuaciones recomendadas para IC y VVM (Roca y Wasserman) subestiman los valores de nuestra población. Las diferencias observadas en las variables espirométricas son las esperadas para el género.

Tabla 2. Características espirométricas de la población estudiada entre los 10 y 81 años de edad.

| | Población total (n=341) | Hombres (n=163, 48%) | Mujeres (n=178, 52%) | p |
|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| FEV₁/FVC, % | 82.4 ± 4.8 | 82.05 ± 4.8 | 82.7 ± 4.8 | 0.131 |
| FEV₁ (L) | 3.4 ± 0.9 | 3.9 ± 0.7 | 2.8 ± 0.5 | <0.001 |
| FEV₁ %p* | 103.6 ± 11.861 | 103.3 ± 10.3 | 103.8 ± 13.1 | 0.538 |
| FVC (L) | 4.1 ± 1.0 | 4.8 ± 0.9 | 3.4 ± 0.6 | <0.001 |
| FVC %p | 103.7 ± 11.0 | 103.3 ± 10.2 | 104.0 ± 11.8 | 0.430 |
| IC (L) | 3.1 ± 0.8 | 3.7 ± 0.8 | 2.6 ± 0.4 | <0.001 |
| IC %p** | 110.0 | 109.5 ± 17.1 | 110.4 ± 16.6 | 0.736 |
| VVM | 149.2 ± 46.8 | 181.4 ± 42.8 | 119.3 ± 26.0 | <0.001 |
| VVM %p*** | 111.0 ± 18.3 | 114.3 ± 18.6 | 107.9 ± 17.4 | 0.403 |

Valores expresados como media ± D.E.

p, nivel de significancia estadística por t de Student para muestras independientes, en la comparación entre hombres y mujeres.

*Valores de referencia NHANES III.

* Valores de referencia de Roca (1998), aplica solo en población de 20-70 años.

*** Valores de referencia FEV₁*40 (Wasserman, 1994, Principles of Exercise Testing and interpretation).

Las variables de la prueba cardiopulmonar que se asocian al esfuerzo máximo son la carga y el consumo pico de O₂ (Tabla 3), también así se describen en las Tablas 4 y 5 los valores de las variables cardiovasculares y ventilatorias útiles en la interpretación de la prueba cardiopulmonar de esfuerzo. En la mayoría de las variables existen diferencias esperadas por género, siendo en los hombres el género que presenta mayor rendimiento físico con mayor función cardiaca y ventilatoria.

Tabla 3. Rendimiento de la prueba cardiopulmonar de esfuerzo máximo en cicloergómetro.

| | Población total (n=341) | Hombres (n=163, 48%) | Mujeres (n=178, 52%) | p |
|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| Carga máxima (Watts) | 133.2 ± 43.4 | 162.6 ± 37.6 | 106.9 ± 29.0 | <0.001 |
| Carga máxima %P* | 92.9 ± 22.5 | 82.6 ± 18.3 | 102.2 ± 21.8 | 0.028 |
| VO₂max (ml/kg/min) | 28.3 ± 8.5 | 32.4 ± 8.0 | 24.6 ± 7.1 | <0.001 |
| VO₂max %P* | 88.6 ± 17.3 | 87.1 ± 16.9 | 89.9 ± 17.6 | 0.613 |

Valores expresados como media ± D.E.

p, nivel de significancia estadística por t de Student para muestras independientes, en la comparación entre hombres y mujeres; VO₂max= consumo de oxígeno máximo; %P es el valor expresado como porcentaje del predicho de acuerdo a Wasserman.

Tabla 4. Respuesta cardiovascular obtenida en reposo y en la prueba cardiopulmonar de esfuerzo máximo en cicloergómetro.

| | Población total (n=341) | Hombres (n=163, 48%) | Mujeres (n=178, 52%) | p |
|---|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------|
| Frecuencia Cardíaca (min⁻¹) | | | | |
| En reposo | 75.8 ± 14.3 | 74.4 ± 13.7 | 77.1 ± 17.7 | 0.078 |
| Esfuerzo máximo | 163.8 ± 22.8 | 166.5 ± 21.9 | 161.4 ± 23.3 | 0.039 |
| FCmax % predicho* | 90.2 ± 9.9 | 90.5 ± 9.1 | 89.8 ± 10.5 | 0.733 |
| Reserva cardiaca | 15.7 ± 16.3 | 16.1 ± 15.9 | 15.3 ± 16.6 | 0.676 |
| Pulso de O₂, ml/latido | | | | |
| Reposo | 4.3 ± 1.4 | 5.1 ± 1.5 | 3.6 ± 0.9 | <0.001 |
| Máximo | 11.5 ± 4.2 | 14.4 ± 4.1 | 8.9 ± 2.1 | <0.001 |
| % predicho (máximo) | 98.6 ± 22.1 | 98.7 ± 24.5 | 98.5 ± 19.8 | 0.927 |
| TAS Reposo | 113.7 ± 16.2 | 116.3 ± 14.3 | 111.1 ± 16.6 | 0.235 |
| TAS esfuerzo máximo | 161.7 ± 25.2 | 172.3 ± 22.2 | 151.6 ± 27.8 | <0.001 |
| TAD reposo | 75.4 ± 11.7 | 77.8 ± 13.7 | 73.5 ± 11.4 | 0.657 |
| TAD esfuerzo máximo | 95.5 ± 14.5 | 99.4 ± 15.2 | 92.4 ± 12.4 | <0.001 |

Valores expresados como media ± D.E.

p, nivel de significancia estadística por t de Student para muestras independientes, en la comparación entre hombres y mujeres; Lpm (latidos por minuto). TAS: tensión arterial sistólica (mmHg), TAD: tensión arterial diastólica (mmHg).

*FC máxima predicha: 220-edad.

*Reserva cardiaca: FC máxima predicha -FC pico

Tabla 5. Respuesta ventilatoria obtenida en la prueba cardiopulmonar de esfuerzo máximo en cicloergómetro.

| | Población total (n=341) | Hombres (n=163, 48%) | Mujeres (n=178, 52%) | p |
|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| Frecuencia Respiratoria | | | | |
| Reposo | 14.3 ± 3.6 | 14.0 ± 3.4 | 14.5 ± 3.7 | 0.197 |
| Esfuerzo máximo | 39.7 ± 9.4 | 40.8 ± 8.9 | 38.8 ± 9.8 | 0.233 |
| VE, L/min | | | | |
| Reposo | 12.8 ± 3.9 | 14.9 ± 3.8 | 11.0 ± 2.9 | <0.001 |
| Esfuerzo máximo | 77.5 ± 29.2 | 96.1 ± 27.1 | 60.8 ± 19.4 | <0.001 |
| VCO₂ | | | | |
| Reposo | 288.8 ± 85.6 | 335.3 ± 84.3 | 246.6 ± 61.8 | <0.001 |
| Esfuerzo máximo | 2017.4 ± 703.4 | 2505.7 ± 625.0 | 1573.8 ± 420.2 | <0.001 |
| EqCO₂ | | | | |
| Reposo | 39.5 ± 5.3 | 40.3 ± 5.2 | 38.8 ± 5.3 | 0.688 |
| Umbral anaeróbico | 32.1 ± 4.3 | 32.3 ± 4.6 | 31.9 ± 4.0 | 0.073 |
| Esfuerzo máximo | 36.29 ± 5.4 | 37.2 ± 5.7 | 35.5 ± 4.9 | 0.074 |
| EqO₂ | | | | |
| Reposo | 35.8 ± 6.4 | 36.4 ± 6.1 | 35.2 ± 6.5 | 0.443 |
| Umbral anaeróbico | 31.8 ± 4.5 | 32.0 ± 4.5 | 31.7 ± 4.5 | 0.999 |
| Esfuerzo máximo | 39.6 ± 6.6 | 40.2 ± 6.4 | 39.0 ± 6.8 | 0.478 |
| EELV | | | | |
| Reposo | 4.0 ± 1.3 | 4.7 ± 1.3 | 3.4 ± 0.9 | <0.001 |
| Esfuerzo máximo | 3.2 ± 0.7 | 3.6 ± 0.7 | 2.8 ± 0.5 | <0.001 |
| Reserva ventilatoria* | 47.7 ± 15.3 | 45.5 ± 14.0 | 48.5 ± 14.3 | 0.104 |

Valores expresados como media ± D.E.

p, nivel de significancia estadística por t de Student para muestras independientes, en la comparación entre hombres y mujeres; VE: volumen minuto, VCO₂: producción de CO₂, EqCO₂: Equivalente de CO₂, EqO₂: equivalente de O₂, EELV: volumen pulmonar al final de la respiración.

*Reserva ventilatoria: 1 - VE/VVM

Para la generación de ecuaciones de referencia de las diferentes variables estudiadas en esta prueba, se evaluó la asociación con los datos antropométricos de la población (Tabla 6) y en la figura 2 se observa el comportamiento de estas variables en función de la edad y género.

Tabla 6. Correlación entre características generales y parámetros cardiopulmonares de la prueba de ejercicio realizado en cicloergómetro por muestra poblacional de la Ciudad de México (n= 341).

| | Carga máxima | VO ₂ Máx. | Pulso O ₂ Máx. | IC | VVM | VE |
|----------------------|--------------|----------------------|---------------------------|----------|----------|----------|
| Edad | -0.36 ** | -0.63 ** | -0.16 * | -0.02 NS | -0.25 NS | -0.09 NS |
| Peso | 0.52 ** | -0.03 NS | 0.63 ** | 0.64 ** | 0.50 NS | 0.49 ** |
| Talla | 0.71 ** | 0.38 ** | 0.73 ** | 0.75 ** | 0.77 NS | 0.66 ** |
| IMC | 0.08 NS | -0.41 ** | 0.22 ** | 0.23 ** | 0.04 NS | 0.19 * |
| SC | 0.61 ** | 0.09 NS | 0.71 ** | 0.70 ** | 0.61 ** | 0.51 ** |
| VE reposo | 0.53 ** | 0.33 ** | 0.58 ** | 0.57 ** | 0.49 ** | |
| Pulso O ₂ | 0.59 ** | 0.3 ** | | 0.55 ** | 0.52 ** | 0.71 ** |
| FEV ₁ | 0.77 ** | 0.56 ** | 0.72 ** | 0.80 ** | 0.85 ** | 0.51 ** |
| FVC | 0.77 ** | 0.53 ** | 0.74 ** | 0.84 ** | 0.85 ** | 0.54 ** |
| VVM | 0.76 ** | 0.51 ** | 0.70 ** | 0.73 ** | | 0.52 ** |

*Rs: Coeficiente de correlación de Spearman: p: nivel de significancia: *, p<0.01; **, p <0.001; NS, diferencias no significativas. Los parámetros de la prueba de ejercicio que no se muestran en esta Tabla (FC, EqCO₂, EqO₂, respuesta presora al esfuerzo, reserva ventilatoria y reserva cardiaca) no mostraron asociación con las variables antropométrica de peso y talla. Abreviaturas: IMC, índice de masa corporal; SC, superficie corporal; VE, volumen espirado; FEV₁, volumen espiratorio forzado del primer segundo; FVC, capacidad vital forzada; VVM, ventilación voluntaria máxima.*

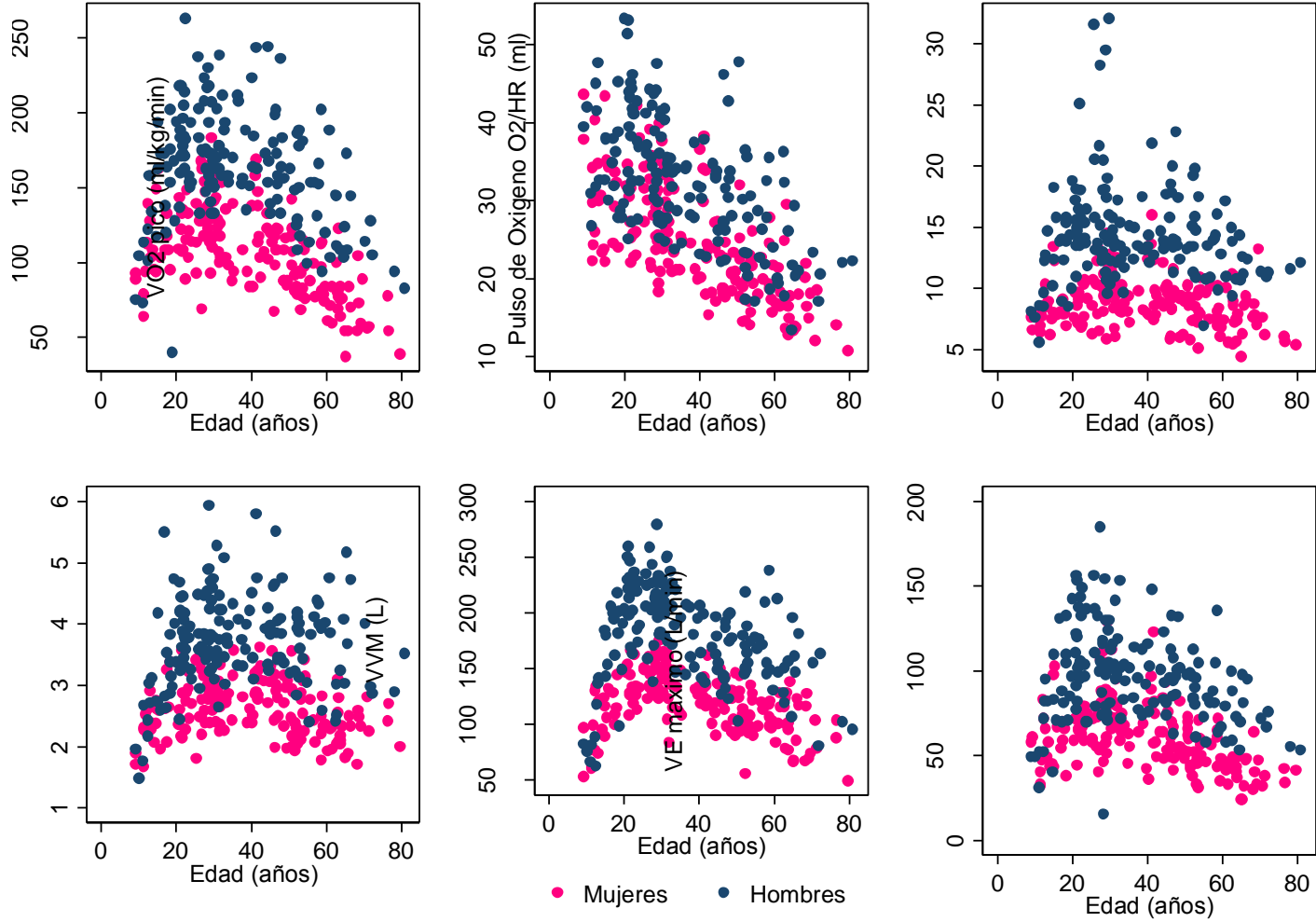


Figura 2: Comportamiento de parámetros metabólicos y cardioventilatorios en respuesta a la prueba de ejercicio en cicloergómetro, en función de la edad y género.

Se generaron a partir de estas asociaciones, las ecuaciones para los diferentes parámetros de la prueba de cardiopulmonar de ejercicio en cicloergómetro, Tablas 7-14.

Tabla 7. Ecuaciones con mejor predicción para carga máxima (watts), obtenidas en población de la Ciudad de México (2,240 m) mediante prueba de ejercicio incremental con cicloergómetro.

| | Constante | Edad | Log (edad) | Talla | VVM | Pulso O ₂ reposo (ml/lpm) | R ² | RMSE | p |
|-----------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------------------------------|----------------|---------------|------------------|
| Mujer (n=178) | -182.23 | -2.41 | 58.06 | 84.94 | 0.17 | 6.84 | 0.65 | 17.199 | <0.001 |
| | -225.58 | -2.94 | 74.30 | 100.52 | | 7.67 | 0.64 | 17.648 | <0.001 |
| | -191.36 | -2.48 | 62.56 | 96.30 | 0.20 | | 0.60 | 18.316 | <0.001 |
| | -243.30 | -3.10 | 81.77 | 116.41 | | | 0.58 | 19.00 | <0.001 |
| Hombre (n=163) | -248.56 | -3.31 | 93.82 | 86.32 | 0.10 | 7.81 | 0.58 | 22.70 | <0.001 |
| | -241.17 | -3.06 | 90.98 | 101.17 | 0.14 | | 0.50 | 24.73 | <0.001 |
| | -288.37 | -3.75 | 107.30 | 100.72 | | 8.18 | 0.57 | 22.80 | <0.001 |
| | -299.02 | -3.69 | 110.27 | 123.84 | | | 0.48 | 25.08 | <0.001 |

Edad en años, talla en m, VVM, ventilación voluntaria máxima; O₂/HR: pulso de O₂ en ml; R², coeficiente de determinación; RMSE= error cuadrático medio; p, nivel de significancia estadística. Se agregaron variables espirométricas y de rendimiento cardiaco a la ecuación para disminuir RMSE y mejorar su predicción.

Tabla 8. Ecuaciones con mejor predicción para VO₂pico (ml/kg/min), obtenidas en población de la Ciudad de México (2,240 m) mediante prueba de ejercicio incremental con cicloergómetro.

| | Constante | Edad | Edad ² | IMC | VE reposo | Talla | Peso | O ₂ /HR reposo | R ² | RMSE | p |
|-----------------------|--------------|--------------|-------------------|-------|-----------|--------------|--------------|---------------------------|----------------|-------------|------------------|
| Mujer (n=178) | 22.55 | -0.23 | | | | 12.06 | -0.25 | 2.09 | 0.63 | 4.34 | <0.001 |
| | 22.37 | -0.23 | | | | 15.03 | -0.20 | | 0.55 | 4.74 | <0.001 |
| | 41.69 | -0.21 | | -0.55 | 0.42 | | | | 0.58 | 4.60 | <0.001 |
| Hombre (n=163) | 19.05 | 0.29 | -0.006 | | | 18.66 | -0.40 | 1.94 | 0.55 | 5.51 | <0.001 |
| | 23.84 | 0.19 | -0.005 | | | 17.89 | -0.29 | | 0.45 | 6.03 | <0.001 |
| | 28.60 | -0.53 | 12.43 | -1.14 | | | | 1.66 | 0.52 | 5.63 | <0.001 |

Edad en años, talla en m, IMC en kg/m², VE, volumen minuto en L/min y O₂/HR: pulso de O₂ en ml. R², coeficiente de determinación; RMSE= error cuadrático medio; p, nivel de significancia estadística. Se agregaron variables espirométricas y de rendimiento cardiaco a la ecuación para disminuir RMSE y mejorar su predicción.

Tabla 8.1. Ecuaciones con mejor predicción para VO_2 pico (L/min), obtenidas en población de la Ciudad de México (2,240 m) mediante prueba de ejercicio incremental con cicloergómetro.

| | Constante | Edad | Edad ² | Watts _{max} | VVM | Talla | Peso | O ₂ /HR reposo | R ² | RMSE | p |
|-----------------------|-----------|--------|-------------------|----------------------|---------|---------|--------|---------------------------|----------------|-------|--------|
| Mujer (n=178) | -0.621 | 0.0028 | -0.00015 | | 0.00247 | 0.00967 | | 0.117 | 0.55 | 0.248 | <0.001 |
| | 0.22 | -0.007 | | 0.012 | | | | | 0.84 | 0.15 | <0.001 |
| | -0.54 | 0.005 | -0.0002 | | | 0.01 | 0.009 | | 0.48 | 0.27 | <0.001 |
| Hombre (n=163) | -0.86 | 0.0203 | -0.00039 | | 0.00262 | 1.11 | | 0.137 | 0.53 | 0.39 | <0.001 |
| | 0.53 | -0.005 | | 0.012 | | | | | 0.76 | 0.28 | <0.001 |
| | -1.11 | 0.0209 | -0.0004 | | | 0.016 | 0.0082 | | 0.405 | 0.44 | <0.001 |

VVM, ventilación voluntaria máxima; lpm, latidos por minuto; R², coeficiente de determinación; RMSE= error cuadrático medio; p, nivel de significancia estadística. Se agregaron variables espirométricas y de rendimiento cardiaco a la ecuación para disminuir RMSE y mejorar su predicción.

Tabla 9. Ecuaciones con mejor predicción para el Pulso de O₂ máximo (ml), obtenidas en población de la Ciudad de México (2,240 m) mediante prueba de ejercicio incremental con cicloergómetro.

| | Constante | Edad | Log (edad) | Peso | Talla | VE reposo | FC ^{1/2} reposo | FC reposo | R ² | RMSE | p |
|-----------------------|-----------|-------|------------|-------|-------|-----------|--------------------------|-----------|----------------|------|--------|
| Mujer (n=178) | 47.77 | -0.06 | | 0.09 | | | -8.50 | 0.42 | 0.47 | 1.46 | <0.001 |
| | 40.30 | -0.04 | | 0.06 | 3.80 | 0.15 | -8.27 | 0.41 | 0.52 | 1.40 | <0.001 |
| Hombre (n=163) | 107.09 | -0.07 | | 0.13 | | | -21.90 | 1.19 | 0.35 | 2.90 | <0.001 |
| | 94.20 | -0.27 | 7.10 | 0.076 | | 0.18 | -22.42 | 1.20 | 0.43 | 2.74 | <0.001 |

Edad en años, peso en kg, talla en m, VE: Ventilación minuto en L/min, FC: frecuencia cardiaca en reposo en latidos por minuto y FC^{1/2}: raíz de frecuencia cardiaca en reposo. R², coeficiente de determinación; RMSE= error cuadrático medio; p, nivel de significancia estadística. Se agregaron variables espirométricas y de rendimiento cardiaco a la ecuación para disminuir RMSE y mejorar su predicción.

Tabla 10. Ecuaciones con mejor predicción para la Capacidad Inspiratoria (L), obtenidas en población de la Ciudad de México (2,240 m) mediante prueba de ejercicio incremental con cicloergómetro.

| | Constante | Edad | Edad ² | Talla | R ² | RMSE | p |
|-----------------------|-----------|--------|-------------------|-------|----------------|------|--------|
| Mujer (n=178) | -2.01 | 0.0423 | -0.00055 | 0.025 | 0.44 | 0.37 | <0.001 |
| Hombre (n=163) | -4.43 | 0.039 | -0.00040 | 0.044 | 0.42 | 0.57 | <0.001 |

Edad en años y talla en cm. R², coeficiente de determinación; RMSE= error cuadrático medio; p, nivel de significancia estadística.

Tabla 11. Ecuaciones con mejor predicción para la Ventilación Voluntaria Máxima (L), obtenidas en población de la Ciudad de México (2,240 m) mediante prueba de ejercicio incremental con cicloergómetro.

| | Constante | Edad | Edad ² | Talla | FEV ₁ (L) | R ² | RMSE | p |
|-----------------------|-----------|------|-------------------|-------|----------------------|----------------|-------|--------|
| Hombre (n=163) | -22.50 | 2.44 | -0.03 | | 40.80 | 0.69 | 25.21 | <0.001 |
| | -271.5 | 2.77 | -0.04 | 245.9 | | 0.55 | 30.24 | <0.001 |
| Mujer (n=178) | 1.57 | 1.97 | -0.02 | | 32.32 | 0.71 | 16.39 | <0.001 |
| | -121.09 | 2.91 | -0.04 | 130.7 | | 0.58 | 19.72 | <0.001 |

Edad en años, talla en m y FEV₁ en L. R², coeficiente de determinación; RMSE= error cuadrático medio; p, nivel de significancia estadística.

Tabla 12. Ecuaciones con mejor predicción para la Ventilación minuto máximo (L/min), obtenidas en población de la Ciudad de México (2,240 m) mediante prueba de ejercicio incremental con cicloergómetro.

| | Constante | Edad | Log (edad) | VVM | Peso | VE reposo | Talla | R2 | RMSE | p |
|-----------------------|-----------|-------|------------|------|------|-----------|-------|------|-------|--------|
| Hombre (n=163) | -200.40 | -2.51 | 77.59 | | | | 68.93 | 0.29 | 23.16 | <0.001 |
| | -81.76 | -1.71 | 52.27 | 0.21 | | 1.32 | | 0.38 | 21.84 | <0.001 |
| Mujer (n=178) | -129.80 | -1.87 | 50.97 | | | | 52.73 | 0.41 | 14.08 | <0.001 |
| | -32.89 | -1.06 | 23.08 | 0.20 | 0.31 | 0.97 | | 0.49 | 13.12 | <0.001 |

Edad en años, talla en m, VVM ventilación voluntaria máxima en litros y VE, volumen minuto en litros. R², coeficiente de determinación; RMSE= error cuadrático medio; p, nivel de significancia estadística.

Se evaluaron los valores normales para la frecuencia cardiaca máxima (FCmax) y se compararon con la ecuación internacionalmente aceptada (FCmax = 220-edad), y se observó que la ecuación subestima la FCmax de nuestra población, por lo que se propone, tabla 13:

Tabla 13. Ecuación para FC máxima (l/min), obtenida en población de la Cd. de México (2,240 m) mediante prueba de ejercicio incremental con cicloergómetro.

| Constante | Edad | R ² | Root MSE | p |
|-----------|-------|----------------|----------|--------|
| 196.7 | -0.85 | 0.45 | 16.15 | <0.001 |

Edad en años. R², coeficiente de determinación; RMSE= error cuadrático medio; p, nivel de significancia estadística.

Así, con esta ecuación propuesta, la reserva cardiaca es agotada al esfuerzo pico (FCmax estimada-FCmax real), tabla 14:

Tabla 14. Reserva cardiaca (latido/min), obtenida en población de la Cd. de México (2,240 m) mediante prueba de ejercicio incremental con cicloergómetro.

| | Fórmula recomendada <i>FC max: 220 - edad</i> | Fórmula propuesta <i>FC max: 196 - edad(0.85)</i> | P |
|-------------------------|--|--|-----------|
| Reserva cardiaca Lpm | -0.395 ± 16.13 | 0 ± 16.12 | < 0.001 |
| % que se ocupó | 91.32 ± 9.77 | 99.76 ± 10.90 | < 0.001 |

Lpm, latido por minuto. p, nivel de significancia estadística.

Se evaluaron asociaciones de las variables antropométricas y espirométricas con la reserva ventilatoria y los equivalentes para CO₂ y O₂, sin encontrar asociación significativa. En las figuras 3-5 se gráfica el comportamiento de estas variables durante la carga incremental.

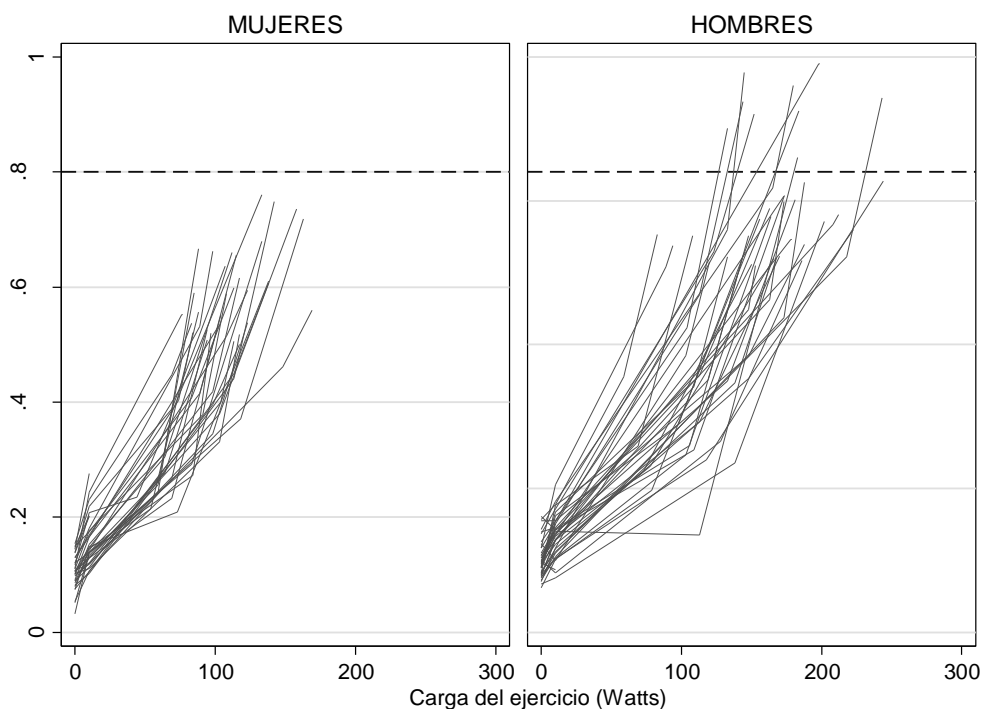


Figura 3. Comportamiento de la reserva ventilatoria ocupada (como porcentaje de la ventilación voluntaria máxima) durante el esfuerzo a carga incrementa en cicloergómetro, realizado por sujetos sanos residentes a la 2,240 m de altitud. l. Los hombres suelen ocupar más de su reserva ventilatoria al esfuerzo maximo ya que también realiza más esfuerzo físico.

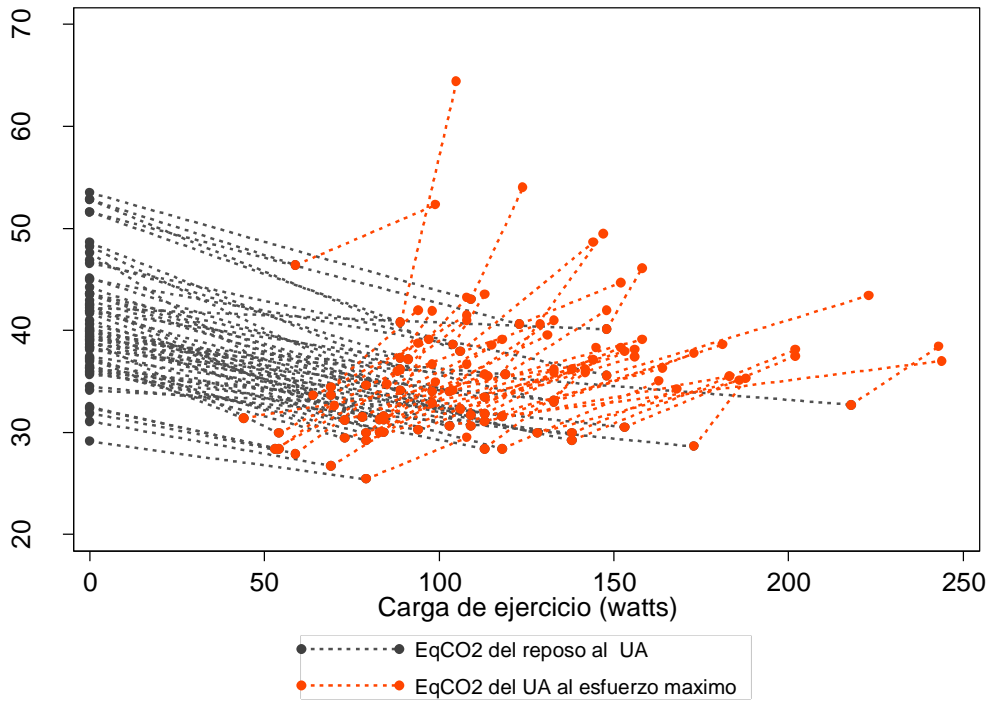


Figura 4. Se observa el comportamiento de la eficiencia ventilatoria ($EqCO_2$ o VE/VCO_2) en relación al esfuerzo incremental, realizado en cicloergómetro por sujetos sanos residentes a la 2,240 m de altitud. La ventilación suele ser más eficiente justo antes de que predomine el metabolismo anaeróbico, ya que el incremento del $EqCO_2$ ocurre por presencia de acidosis metabólica.

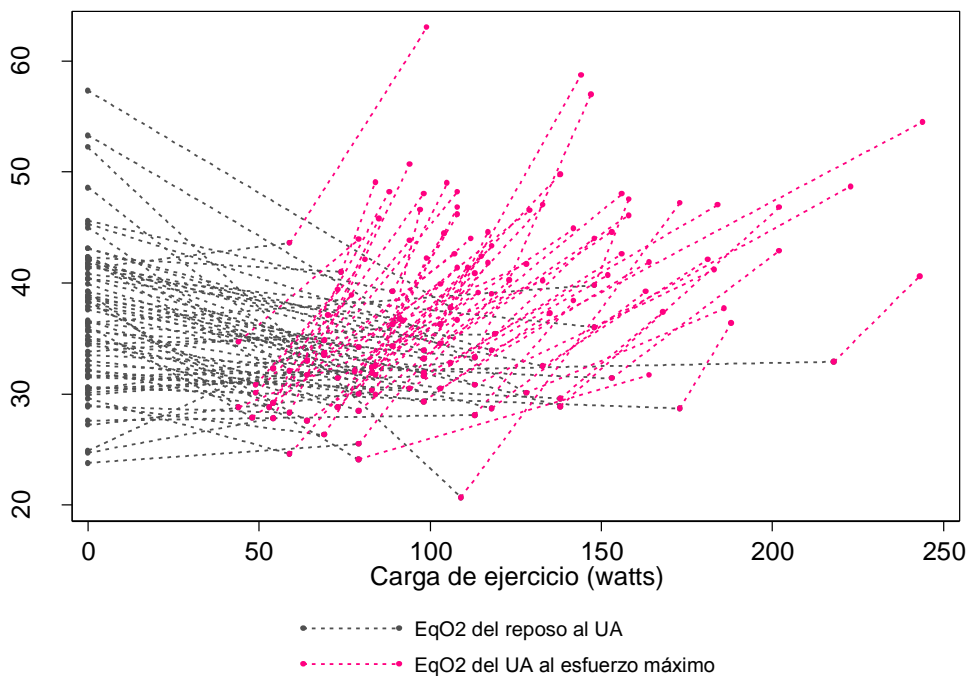


Figura 5. Se observa el comportamiento del equivalente de O₂ (EqO_2 o VE/VO_2) en relación al esfuerzo incremental, realizado en cicloergómetro por sujetos sanos residentes a la 2,240 m de altitud. Siendo el comportamiento de la eficiencia ventilatoria para el O₂ muy similar a la eficiencia ventilatoria del CO₂.

En la respuesta presora normal en una prueba de esfuerzo incremental se ha descrito que existe un incremento en la presión arterial sistólica (TAS), mientras que la presión arterial diastólica se mantiene o desciende ligeramente.

En nuestro estudio se observó como un incremento de la TAS de 6 ± 1.98 mmHg por cada MET realizado, la TAD aunque en algunos sujetos se mantuvo o descendió, en la mayoría se asoció con un incremento de 2.4 ± 0.7 mmHg por cada MET, Figura 6.

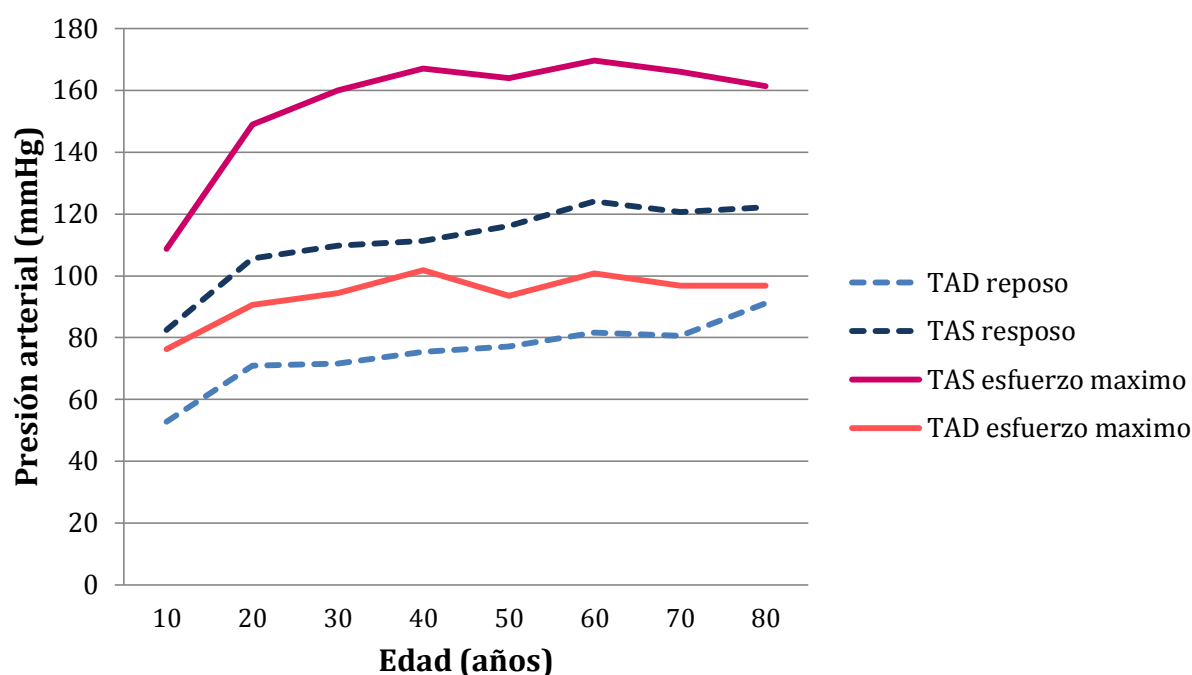


Figura 6. Comportamiento de la presión arterial en esfuerzo maximo con respecto a la edad. La actividad fue realizada por sujetos sanos residentes a 2,240 m de altitud, mediante protocolo con carga incremental en cicloergómetro.

Cuando se comparan los valores predichos para VO_2 máximo de nuestra ecuación con otras ecuaciones propuestas internacionalmente^{4, 13, 17,19, 21-26} (tabla 15) se observa que algunas ecuaciones predicen de manera adecuada el VO_2 máximo de algunos grupos de edad, a pesar de que todos estos estudios fueron realizados a nivel del mar, sin embargo, la ecuación utilizada en nuestro medio es la ecuación de Wasserman en donde se observa poco ajuste con sobreestimación (figuras 7 y 8):

Tabla 15. Ecuaciones de predicción para VO₂ pico (L/min) por cicloergómetro en hombres y mujeres por otros autores.

| ESTUDIO | No de sujetos | Edad | Ecuaciones |
|---------------------------|---------------|-------|--|
| HOMBRES | | | |
| Blackie 1989 | 47 | 55-80 | $3.015 + (0.0142 * \text{talla}) + (-0.0494 * \text{edad}) + (0.00257 * \text{peso})$ |
| Fairbarn 1994 | 111 | 20-80 | $-0.332 + (-0.031 * \text{edad}) + (0.023 * \text{talla}) + (0.0117 * \text{peso})$ |
| Itoh 2013 | 387 | 20-78 | $42.05 + (-0.268 * \text{edad}) + (-7.22 * \text{sexo}) + (-0.0811 * \text{edad} * \text{sexo})$ |
| Jones 1985 | 50 | 15-71 | $-3.76 + (0.034 * \text{talla}) + (-0.028 * \text{edad}) + (0.022 * \text{peso})$ |
| Magrani 2010 | 77 | 24+5 | $0.518 + (0.01016 * \text{watts}_{\text{max}}) + (0.01482 * \text{IMC}) + (-0.0292 * \text{edad})$ |
| Neder 2001 | 60 | 20-80 | $702 + (-24.3 * \text{edad}) + (12.5 * \text{peso}) + (9.8 * \text{talla})$ |
| Ong 2002 | 48 | 20-70 | $7.6929 + (-0.006 * \text{edad}) + (-0.3522 * \text{sexo}) + (0.0009 * \text{talla}) + (0.0052 * \text{peso})$ |
| Singh 1989 | 167 | 13-59 | $1.99 + (0.035 * \text{peso}) + (-0.04 * \text{edad})$ |
| Storer 1990 | 115 | 20-70 | $519.3 + (10.51 * \text{watts}_{\text{max}}) + (6.35 * \text{peso}) + (-10.49 * \text{edad})$ |
| Wasserman | 77 | 34-74 | $0.001 (0.79 * \text{talla} - 60.7) (50.75 - 0.372 * \text{edad})$ |
| Cooper | 58 | 6-17 | $(52.8 * \text{peso}) - 303.4$ |
| MUJERES | | | |
| Blackie 1989 L/min | 81 | 55-80 | $0.651 + (0.0142 * \text{talla}) + (-0.0115 * \text{edad}) + (0.00974 * \text{peso})$ |
| Fairbarn 1994 | 120 | 20-80 | $0.207 + (-0.027 * \text{edad}) + (0.0158 * \text{talla}) + (0.00899 * \text{peso})$ |
| Itoh 2013 | 362 | 20-78 | $42.05 + (-0.268 * \text{edad}) + (-7.22 * \text{sexo}) + (-0.0811 * \text{edad} * \text{sexo})$ |
| Jones 1985 | 50 | 15-71 | $-2.26 + (0.025 * \text{talla}) + (-0.018 * \text{edad}) + (0.01 * \text{peso})$ |
| Magrani 2010 | 30 | 25+6 | $-0.461 + (0.01043 * \text{watts}_{\text{max}}) + (0.007096 * \text{IMC}) + (0.01006 * \text{edad})$ |
| Neder 2001 | 60 | 20-80 | $372 + (-13.7 * \text{edad}) + (7.5 * \text{peso}) + (7.4 * \text{talla})$ |
| Ong 2002 | 47 | 20-70 | $7.6929 + (-0.006 * \text{edad}) + (-0.3522 * \text{sexo}) + (0.0009 * \text{talla}) + (0.0052 * \text{peso})$ |

VO₂pico: para casi todas las ecuaciones el valor esta en L/min, excepto para Neder, Ong, Storer y Cooper que se encuentra en ml/min y para Itoh en ml/kg/min. Edad en años, peso en kg, IMC: índice de masa corporal: kg/m² y talla en cm. Sexo esta codificado para Itoh como: 0: hombre y 1: mujer, y para Ong como: 1: hombre y 2: mujer

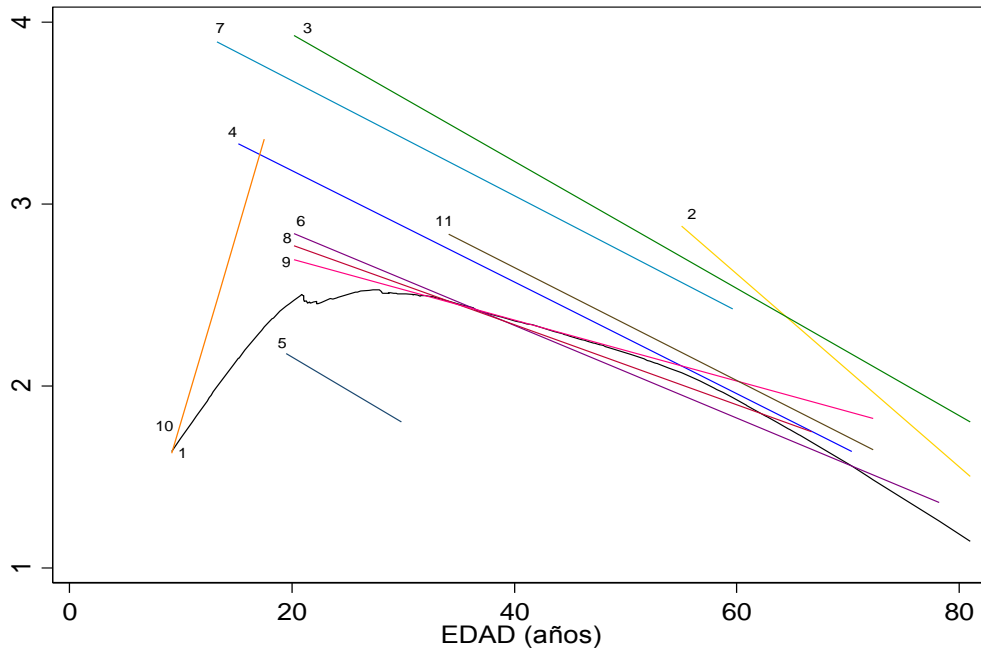


Figura 7. Comparación de los valores de VO_2 pico por cicloergómetro en hombres obtenidos por diferentes autores con la del modelo propuesto en este estudio. 1: Cid, 2017; 2: Blackie, 1989; 3: Fairbairn, 1994; 4: Jones, 1985; 5: Magrani, 2010; 6: Neder, 2001; 7: Singh, 1989; 8: Storer, 1990; 9: Itoh, 2013; 10: Cooper, 1984; 11: Wasserman, 1984.

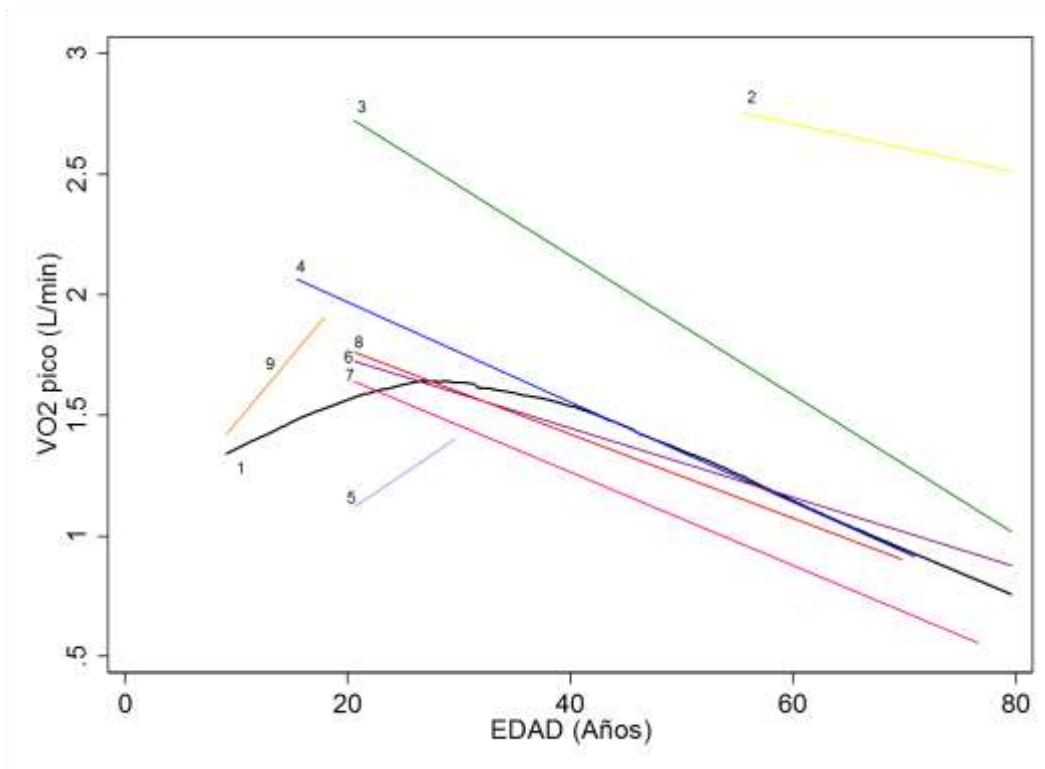


Figura 8. Comparación de los valores de VO_2 pico lograda por cicloergómetro en mujeres obtenidos por diferentes autores con la del modelo propuesto en este estudio. 1: Cid, 2017; 2: Blackie, 1989; 3: Fairbairn, 1994; 4: Jones, 1985; 5: Magrani, 2010; 6: Neder, 2001; 7: Storer, 1990; 8: Itoh, 2013; 9: Cooper, 1984.

Cuando se comparan los valores predichos para el trabajo máximo de nuestra ecuación con ecuaciones ya reportadas^{4, 17,19, 21,23}, (tabla 16) se observó que las ecuaciones sobreestiman el trabajo máximo logrado en la prueba de esfuerzo cardiopulmonar en nuestra población (figura 9 y 10):

Tabla 16. Ecuaciones de predicción para carga máxima lograda (Watts) en cicloergómetro en hombres y mujeres, reportadas por otros autores.

| ESTUDIO | No de sujetos | Edad | Ecuaciones |
|--|---------------|-------|---|
| HOMBRES | | | |
| Blackie 1989 | 47 | 55-80 | $1704 + (6.1 * \text{talla}) + (-26.1 * \text{edad}) + (0.04 * \text{peso})$ |
| Itoh 2013 Watts Protocol 10w=1 | 362 | 20-78 | $3.55 + (-0.02 * \text{edad}) + (-0.281 * \text{sexo}) + (0.00327 * \text{edad} * \text{sexo}) + (-0.465 * \text{protocolo})$ |
| Jones 1985 | 50 | 15-71 | $-2759 + (25.3 * \text{talla}) + (-9.06 * \text{edad})$ |
| Neder 2001 | 60 | 20-80 | $-45.4 + (-1.78 * \text{edad}) + (0.65 * \text{peso}) + (1.36 * \text{talla})$ |
| Ong 2002 | 48 | 20-70 | $4.1394 + (-0.0103 * \text{edad}) + (-0.3131 * \text{sexo}) + (0.0076 * \text{talla}) + (0.0058 * \text{peso})$ |
| MUJERES | | | |
| Blackie 1989 | 81 | 55-80 | $52 + (7.4 * \text{talla}) + (-13 * \text{edad}) + (3.78 * \text{peso})$ |
| Itoh 2013 Watts Protocolo 10w=1 | 362 | 20-78 | $3.55 + (-0.02 * \text{edad}) + (-0.281 * \text{sexo}) + (0.00327 * \text{edad} * \text{sexo}) + (-0.465 * \text{protocolo})$ |
| Jones 1985 | 50 | 15-71 | $-756 + (9.5 * \text{talla}) + (-9.21 * \text{edad}) + (6.1 * \text{peso})$ |
| Neder 2001 | 60 | 20-80 | $28.1 + (-1.19 * \text{edad}) + (0.96 * \text{talla})$ |
| Ong 2002 | 48 | 20-70 | $4.1394 + (-0.0103 * \text{edad}) + (-0.3131 * \text{sexo}) + (0.0076 * \text{talla}) + (0.0058 * \text{peso})$ |

Carga máxima: la ecuación propuesta, Itoh, Neder y Ong el valor esta en watts/min, para las ecuaciones de Blackie y Jones el valor esta en kilopondio/min (1 kpm=0.1634 watts). Edad en años, peso en kg y talla en cm. Sexo esta codificado para Itoh como: 0: hombre y 1: mujer, y para Ong como: 1: hombre y 2: mujer

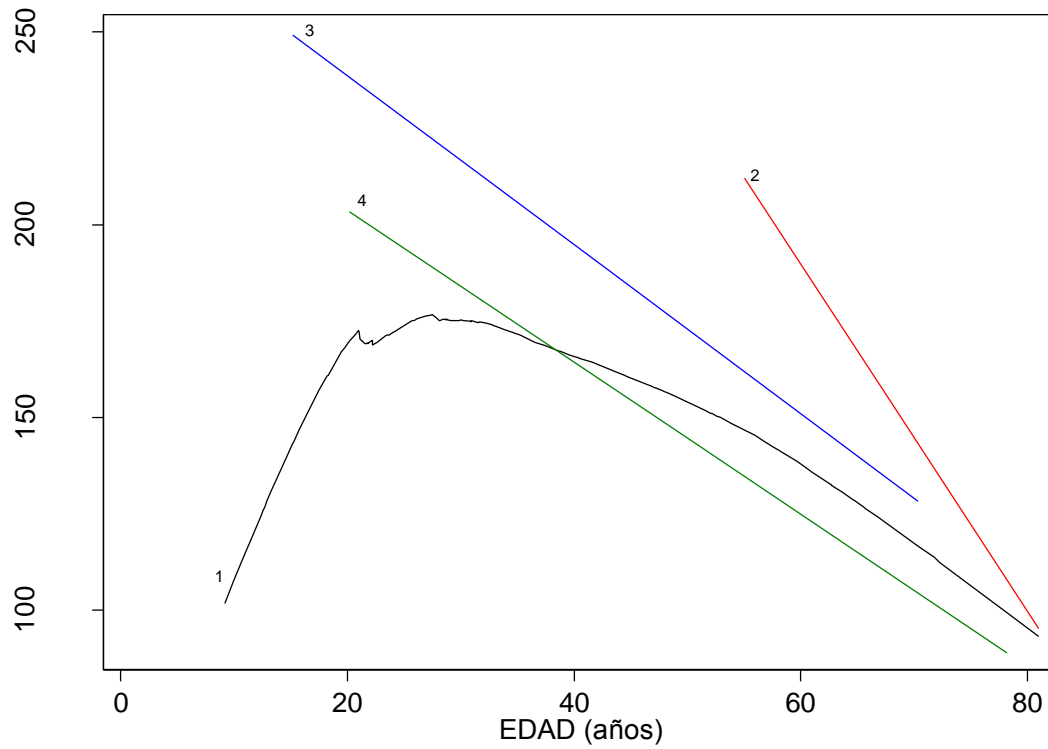


Figura 9. Comparación de los valores de carga máxima (Watts/min) por cicloergómetro en hombres obtenidos por diferentes autores con la del modelo propuesto en este estudio. 1: Cid, 2017; 2: Blackie, 1989; 3: Jones, 1985; 4: Neder, 2001.

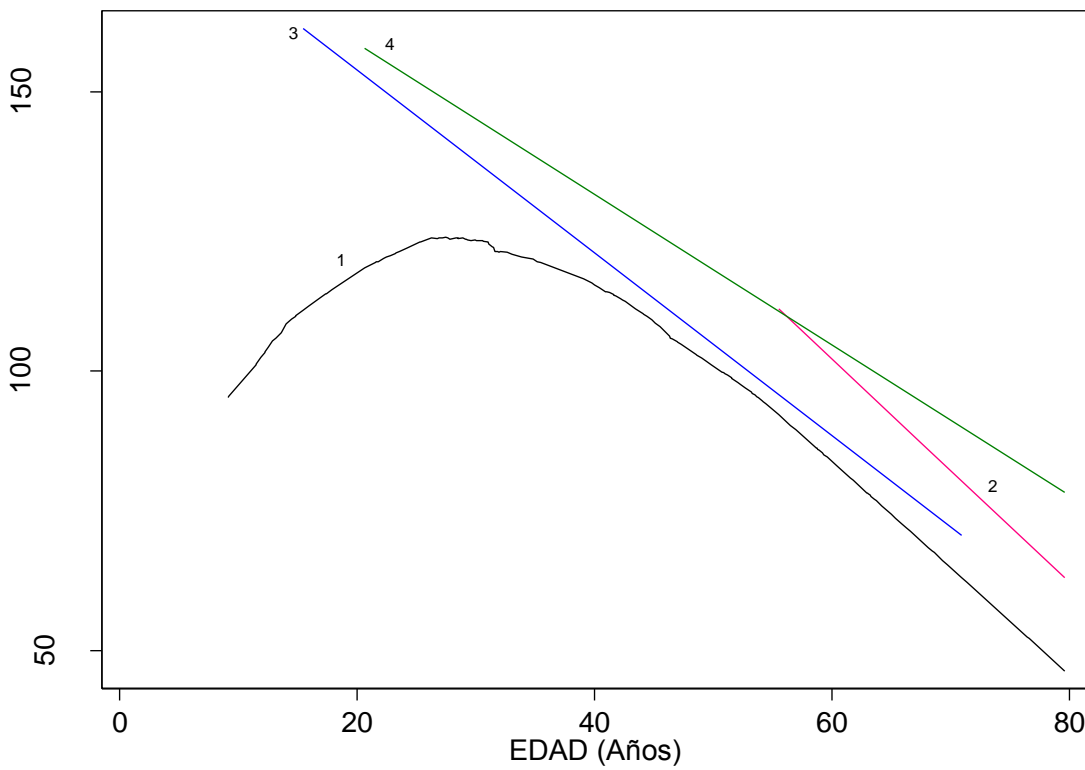


Figura 10. Comparación de los valores de carga máxima (Watts/min) por cicloergómetro en mujeres obtenidos por diferentes autores con la del modelo propuesto en este estudio. 1: Cid, 2017; 2: Blackie, 1989; 3: Jones, 1985; 4: Neder, 2001.

Tabla 17. Ecuaciones de predicción para capacidad inspiratoria (L) en hombres y mujeres reportadas por otros autores.

| ESTUDIO | No de sujetos | Edad | Ecuaciones |
|----------------------|---------------|-------|---|
| HOMBRES | | | |
| Rocca | 300 | 15-75 | $(\text{talla} * 35.978) - 2633$ |
| Rocca (IMC) | 300 | 15-75 | $(\text{talla} * 41.245) + (\text{IMC} * 65.005) - 5073$ |
| Garcia Rio | 132 | 65-80 | $2.327 + (-0.00000455 * \text{edad}^3) + (0.0000004124 * \text{talla}^3)$ |
| Neder | 50 | 20-80 | $(-0.011 * \text{edad}) + (0.0646 * \text{talla}) - 7.05$ |
| Marsh | 110 | 25-75 | $-1.37 + (0.54 * \text{sexo}) + (-0.014 * \text{edad}) + (2.83 * (\text{talla} / 100))$ |
| Tantucci | 80 | 65-85 | $1.889 + (\text{edad} * -0.0380) + (\text{talla} * 2.205)$ |
| Tantucci, BMI | 80 | 65-85 | $-0.372 + (\text{edad} * -0.030) + (\text{talla} * 2.047) + (\text{IMC} * 0.075)$ |
| Lisboa | 62 | >50 | $-1.0106 + (\text{edad} * -0.0284) + (\text{talla} * 2.2790) + (\text{peso} * 0.0281)$ |
| MUJERES | | | |
| Roca | 182 | 15-75 | $(\text{talla} * 27.637) - 1927$ |
| Roca, BMI | 182 | 15-75 | $(\text{talla} * 29.061) + (\text{IMC} * 52.737) + (\text{edad} * -8.271) - 3088$ |
| Garcia Rio | 189 | 65-80 | $1.771 + (-0.0254 * \text{edad}) + (0.00007121 * \text{talla}^2)$ |
| Neder | 50 | 20-80 | $(-0.012 * \text{edad}) + (0.071 * \text{talla}) + (0.019 * \text{peso}) - 1$ |
| Marsh | 102 | 25-75 | $-1.37 + (0.54 * \text{sexo}) + (-0.014 * \text{edad}) + (2.83 * (\text{talla} / 100))$ |
| Tantucci | 161 | 65-85 | $1.043 + (\text{edad} * -0.034) + (\text{talla} * 2.184)$ |
| Tantucci, BMI | 161 | 65-85 | $-0.709 + (\text{edad} * -0.030) + (\text{talla} * 2.553) + (\text{IMC} * 0.37)$ |
| Lisboa | 93 | >50 | $-0.7602 + (\text{edad} * -0.0241) + (\text{talla} * 2.7379) + (\text{peso} * 0.0043)$ |

Edad en años, peso en kg y talla en cm. IMC: índice de masa corporal: kg/m²

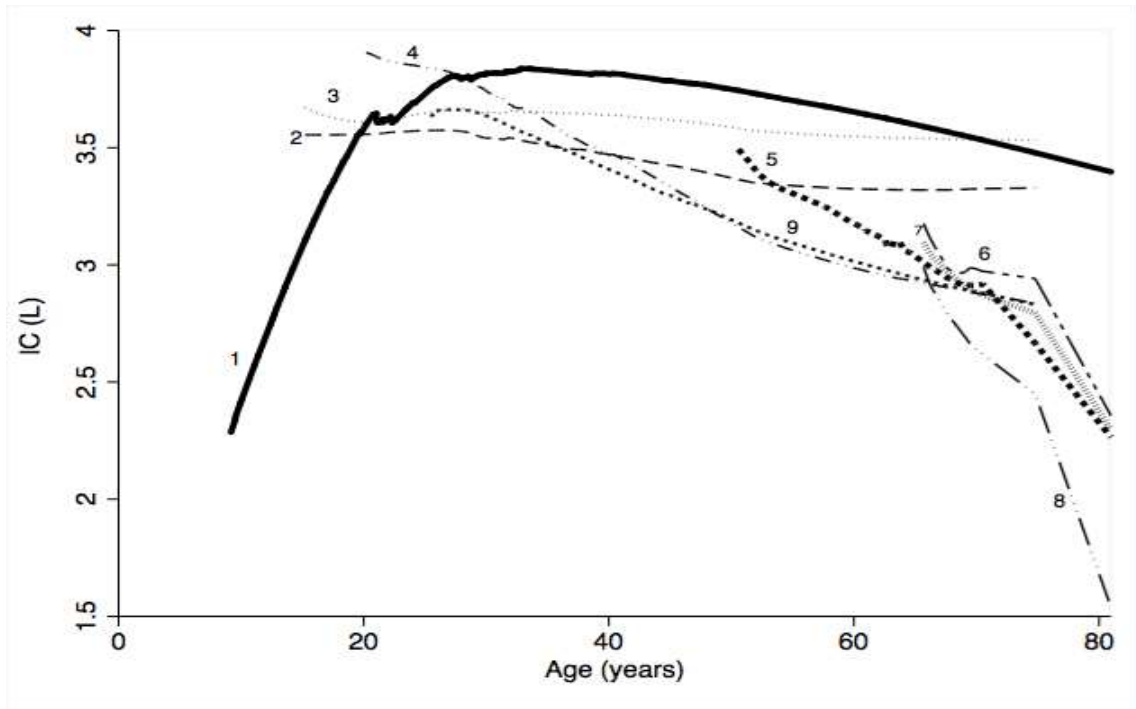


Figura 11: Comparación de los valores de capacidad inspiratoria máxima (L) en hombres obtenidos por otros autores con la del modelo propuesto en nuestro estudio. 1 Cid 2016, 2 Roca, 1998; 3 Roca (IMC), 1998; 4 Neder, 1999; 5 Lisboa, 2007; 6 Tantucci (IMC), 2005; 7 Tantucci, 2005; 8 García Río, 2009.

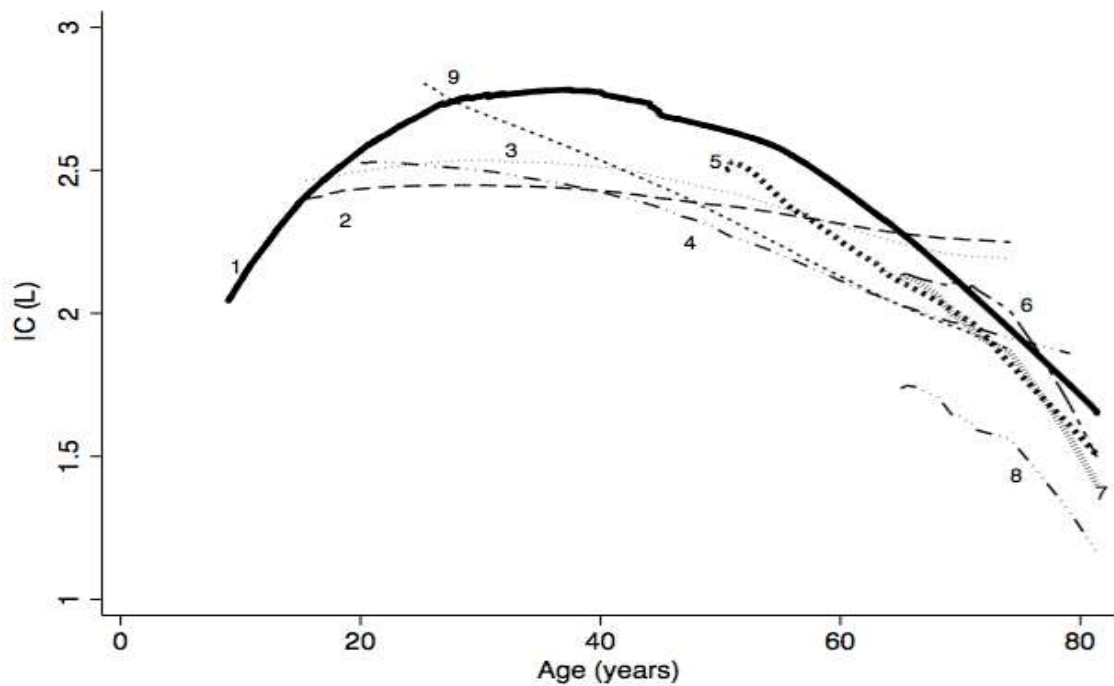


Figura 12. Comparación de los valores de capacidad inspiratoria máxima (L) en mujeres obtenidos por otros autores con la del modelo propuesto en nuestro estudio. 1: Cid, 2016, 2 Roca, 1998; 3 Roca (IMC), 1998; 4 Neder, 1999; 5 Lisboa, 2007; 6 Tantucci (IMC), 2005; 7 Tantucci, 2005; 8 García Río, 2009.

Tabla 18. Ecuaciones de predicción para Ventilación Voluntaria Máxima (L) en hombres y mujeres reportadas por otros autores.

| ESTUDIO | No de sujetos | Edad | Ecuaciones |
|-------------------------|---------------|-------|---|
| HOMBRES | | | |
| Bass, 1973 | 247 | 21-75 | $(3.65 * \text{talla}) - (0.814 * \text{edad}) - 76.78$ |
| Birath, 1963 | 62 | 20-65 | $180.5 - (0.1288 * \text{edad})$ |
| Cherniak, 1972 | 879 | 15-79 | $(3.02915 * \text{talla}) - (0.81621 * \text{edad}) - 37.94893$ |
| Hedenstrom, 1986 | 270 | 20-70 | $70 (3.943 * \text{talla}) - (0.7629 * \text{edad}) - 102.5$ |
| Kory, 1961 | 468 | 20-65 | $(3.404 * \text{talla}) - (1.26 * \text{edad}) - 21.4$ |
| Neder, 1999 | 50 | 20-80 | $199.1 - (1.12 * \text{edad})$ |
| Roa, 2013 | 130 | 17-78 | $78 (4.2776 * \text{talla}) - 159.01$ |
| MUJER | | | |
| Bass, 1973 | 247 | 21-75 | $127.43 - (0.629 * \text{edad})$ |
| Birath, 1963 | 58 | 20-65 | $113.1 - (0.618 * \text{edad})$ |
| Cherniak, 1972 | 452 | 15-79 | $(2.13844 * \text{talla}) - (0.68503 * \text{edad}) - 4.86957$ |
| Kory, 1961 | 50 | 20-80 | $147.4 - (0.76 * \text{edad})$ |
| Roa, 2013 | 153 | 16-68 | $(2.106 * \text{talla}) - 51.7555$ |

Edad en años, y talla en pulgadas.

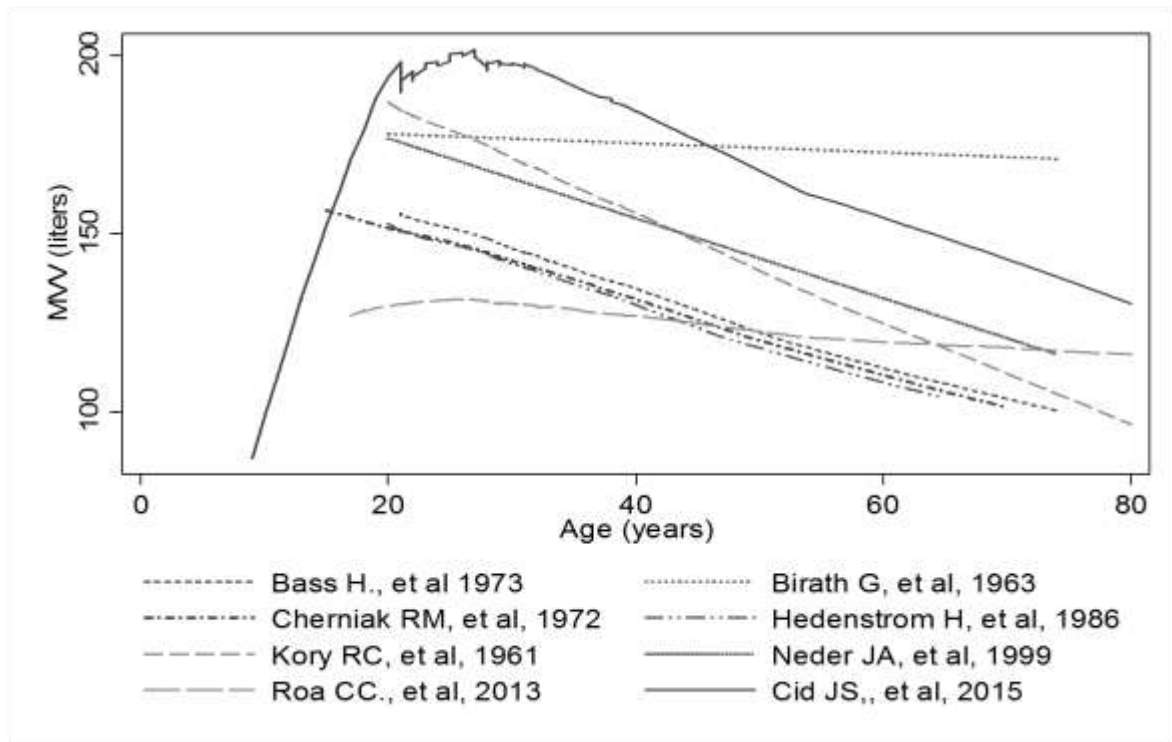


Figura 13. Comparación de los valores de la Ventilación Voluntaria Máxima (L) en hombres obtenidos por diferentes autores con la ecuación propuesta en nuestro estudio

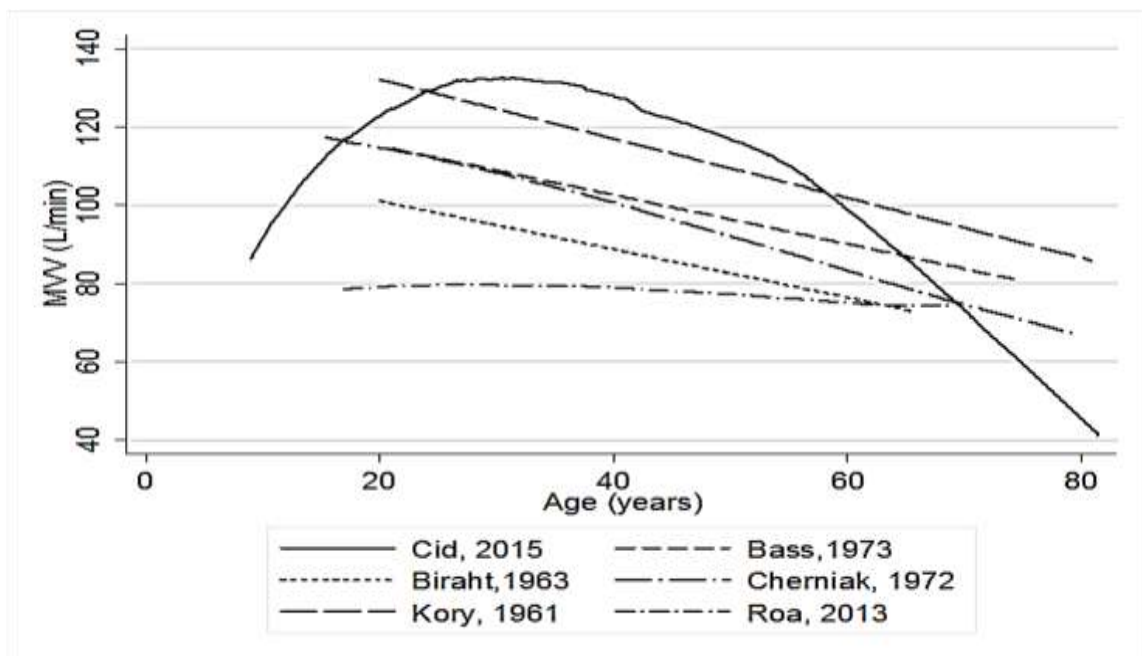


Figura 14. Comparación de los valores de la Ventilación Voluntaria Máxima (L) en mujeres obtenidos por diferentes autores con la ecuación propuesta en nuestro estudio

9. DISCUSIÓN:

El presente estudio describe los valores de referencia de las variables necesarias para la interpretación de la prueba cardiopulmonar de esfuerzo en cicloergómetro en población sana que radica con al menos 2 años de estancia a altitud moderada de 2240 metros sobre el nivel del mar (msm). Se excluyeron individuos fumadores, deportistas de alto rendimiento, individuos con obesidad y con enfermedad cardiaca o pulmonar. A diferencia de la mayoría de los estudios, se englobaron las etapas del crecimiento, la meseta y el envejecimiento de la función pulmonar y cardiovascular, con una población que va desde los 9 años hasta los 80 años de edad, utilizando métodos homogéneos y apegados a estándares internacionales lo que ofrece considerables ventajas.

Los principales predictores para la generación de las ecuaciones ya mencionadas fueron antropométricas (edad, género, talla y peso), como se describe en la mayoría de los estudios previos; sin embargo, también incorporamos predictores espirométricos (VVM) así como de rendimiento cardiaco (pulso de oxígeno) para mejorar la predicción de la variable dependiente (VO_2 pico, trabajo máximo) aunque son pruebas que no se acostumbran de rutina, o bien pueden ser obtenidas después de realizar la prueba, lo que es útil solamente si se carece de la medición directa del intercambio gaseoso.

El rendimiento físico valorado por una prueba cardiopulmonar de esfuerzo se valora por dos importantes variables: el **consumo máximo de O_2** (VO_{2max} : L/min o ml/kg/min) que refleja la integridad de los sistemas cardiovascular, respiratorio y muscular para lograr el transporte y metabolismo del mismo y constituye la capacidad aeróbica de un individuo; y el **trabajo máximo logrado** (watts/min o kilopondios/min), es decir, el trabajo externo realizado durante el ejercicio, parámetro estandarizable de manera consistente en las bicicletas. Ambas mediciones usualmente se expresan como porcentaje del predicho para las comparaciones intersujeto, ante la falta habitual de un seguimiento longitudinal de una población determinada. Dado que estas variables están influenciadas por varios factores, incluyendo la edad, género, talla, peso, actividad física habitual, existen diferentes ecuaciones de referencia que describen los valores esperados de VO_{2max} y trabajo máximo con variaciones considerables que dependen de la población estudiada y de los métodos utilizados para la prueba y para el análisis de los datos. Las guías internacionalmente recomendadas ATS/ERS 2003 para la estandarización de la prueba recomiendan principalmente dos ecuaciones de referencia: Jones y Hansen-Wasserman; sin embargo, las poblaciones estudiadas en esos estudios fueron pequeñas, estudiadas al nivel del mar, y en el estudio de Hansen-Wasserman los hombres eran artilleros, algunos fumadores, hipertensos y obesos y las mujeres no fueron incluidas para el estudio.

Comparadas con estas, el rendimiento físico (VO_2 pico y carga máxima) de nuestra población, residente a 2,240 m de altitud, fue menor o similar (para VO_2 pico), diferencia que puede explicarse por diferentes factores: poblaciones, protocolos de ejercicio y modelos de predicción heterogéneos. De manera importante, los estudios de referencia fueron realizados a nivel del mar, y el nuestro a 2,240 m, donde ya es claro que existen mecanismos de adaptación a la altitud como el incremento de la hemoglobina y hematocrito, incremento de la ventilación, y mayor excreción renal de bicarbonato. Las tallas de la población mexicana son menores que las de las poblaciones de referencia y llegan a ser extrapolaciones al aplicar las ecuaciones y por ende sujetas a errores considerables. De acuerdo con Peronnet y Cols (1989) y con Basset y Cols. (1999), en exposiciones agudas, o durante la aclimatización, la capacidad aeróbica desciende con la altitud y a 2,240 m es esperable un menor desempeño que a nivel del mar, lo cual se ha observado desde hace muchos años y pero quedó patente en los atletas que compitieron en los juegos olímpicos de 1968 en la ciudad de México, donde hubo un retroceso en los tiempos de las pruebas aeróbicas (5 km, 10 km y maratón) que en los siguientes juegos a una altitud baja se recuperaron. Al estimar el porcentaje del predicho del VO_2 pico con las ecuaciones de referencia reportadas en la literatura y al compararlos con nuestra población, observamos que en la mayoría de los estudios realizados a nivel del mar^{12-13, 16, 18, 25, 27} se sobreestiman los valores clasificando a nuestra población con una capacidad aeróbica baja (en promedio un 21% menor que las poblaciones estudiadas a nivel del mar), siendo una capacidad aeróbica mucho menor que lo estimado en estudios que han simulado el ejercicio en la altitud³⁹⁻⁴³ (Figura 15). Por otro lado llama la atención que los valores obtenidos por las ecuaciones de Magrani y Blackie son muy discordantes al compararse con los valores obtenidos en nuestra población; una de las posibles razones de esta discordancia es que en el modelo de Magrani, et al, incluyen en sus modelos el índice de masa corporal (que no utilizamos en nuestro modelos) y la carga máxima (Watts). Esta última variable obteniéndose solo *a posteriori* de la prueba incremental, dificultando mucho una estimación del VO_2max ; y respecto a Blackie y colaboradores una razón de estar discordancia, pudiera ser su tamaño de muestra mayor para la población mayor a 55 años. Sin embargo, los autores (Blackie y colaboradores) comentan que sus valores fueron muchos más altos que los estimados por las ecuaciones de Wasserman y Jones. Por otro lado también comparamos el trabajo máximo obtenido (watts) con los modelos de estimación ya reportados^{12, 16, 22} y observamos que el trabajo logrado en la altitud fue en promedio un 15% menor a lo ya reportado (Figura 16).

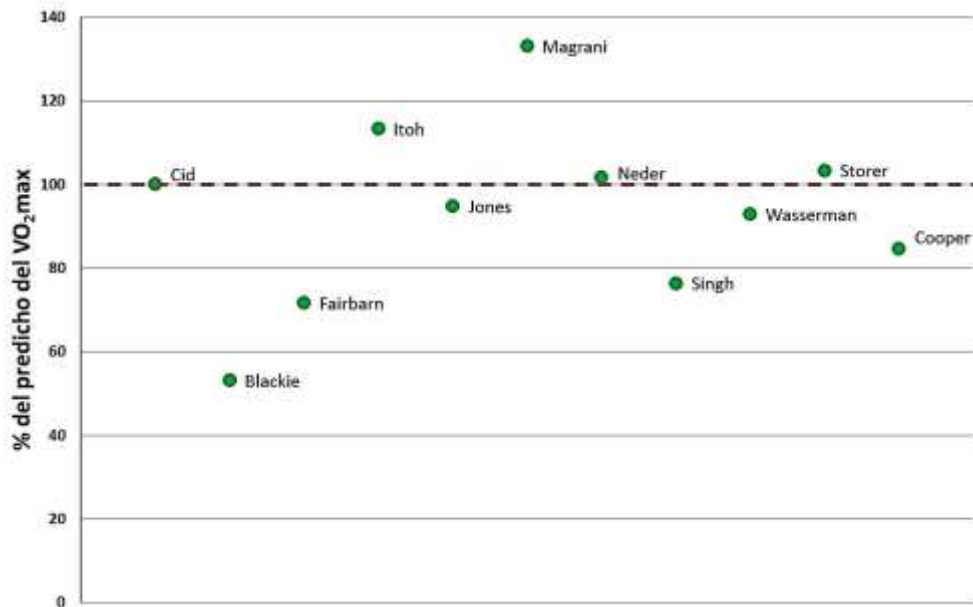


Figura 15. Comparación de los valores predichos para la estimación del VO₂pico en nuestra población, residente a 2,240 m de altitud, al utilizar las ecuaciones reportadas por otros autores.

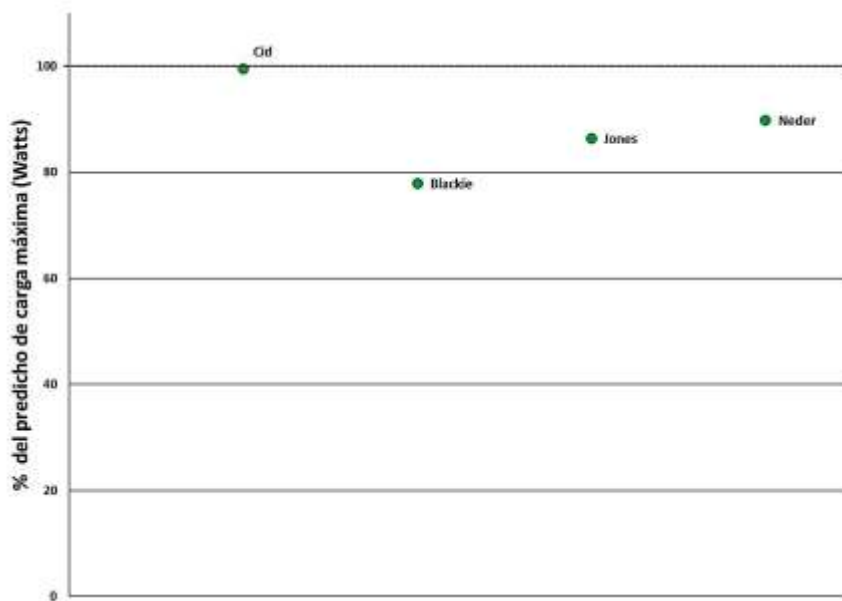


Figura 16. Comparación de los valores predichos para la estimación de la carga máxima en nuestra población, residente a 2,240 m de altitud, al utilizar las ecuaciones reportadas por otros autores.

Un factor que también influyen en el desempeño físico es la actividad física habitual que se estudió en nuestra población; sin embargo, no se mostró ninguna asociación con el trabajo logrado o el consumo pico de O₂.

Con respecto a la edad, en el presente estudio se observa que a edades tempranas el trabajo máximo logrado (watts/min) se incrementa de manera similar en niños y niñas durante el crecimiento y desarrollo, hasta lograr una meseta alrededor de los 20-35 años para después declinar lentamente a

razón de 1.82 watts/min (11 kpm) por año en mujeres y de 2.12 watts/min (13 kpm) por año en hombres, siendo estadísticamente significativa esta caída. Por otro lado, en nuestro estudio, no fue tan evidente la fase de incremento y meseta en el consumo de O₂ expresado como ml/kg/min; por el contrario, se observó que el consumo de oxígeno relativo al peso alcanzó su valor más alto durante la pubertad y adolescencia, y que tiende a disminuir a razón de 0.28 ml/kg/min por año de edad, sin existir diferencia significativa respecto al género.

Variables de rendimiento cardiaco

En nuestra población se observó, como ya se ha reportado en la literatura, que con el incremento de la edad, la frecuencia cardiaca tiende a disminuir, en este estudio se vio una disminución de 2.7 latidos por minuto por cada año. Otra variable importante para valorar la función cardiaca es el pulso de O₂ (O₂/HR), una medición no invasiva que se utiliza como un subrogado del volumen sistólico y del gradiente arteriovenoso de O₂ (ya que esta variable no puede ser medida directamente por métodos no invasivos), esta variable, al igual que el volumen sistólico depende principalmente de la superficie corporal. El pulso de O₂ no se vio afectado por la edad en reposo, manteniéndose prácticamente igual desde la infancia hasta la senectud, sin embargo se observó que el pulso de O₂ que se logró al pico del ejercicio es menor con el envejecimiento, figura 17.

La presión arterial (TA) tanto en reposo como en ejercicio se vio influenciada por la edad, siendo cada vez mayor conforme la población envejece y la respuesta presora al ejercicio fue muy similar a lo ya reportado: un incremento de la TA sistólica, aunque en menor cuantía que lo reportado en las guías ATS/ERS (6 ±1.98 mmHg por cada MET vs 8-12 mmHg), y la TA diastólica se mantuvo o descendió en algunos sujetos; sin embargo, en la mayoría se asoció con un incremento de no más de 3 mmHg por cada MET.

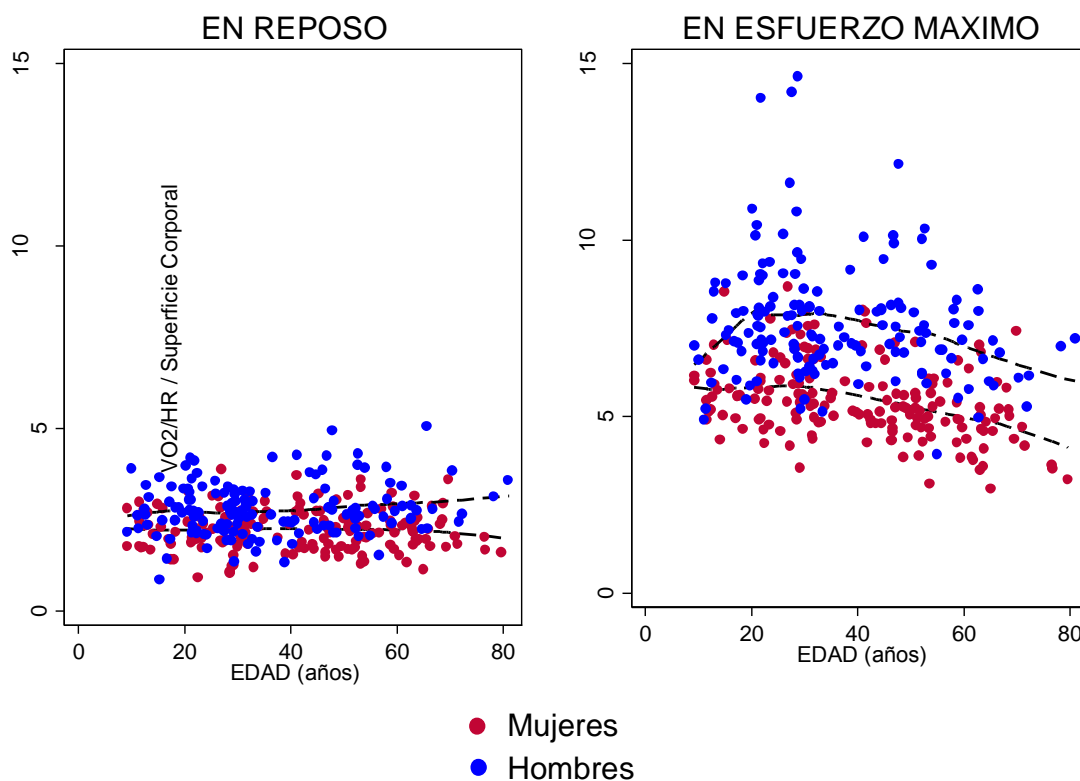


Figura 17. Comportamiento del pulso de O_2 ajustado con la superficie corporal en función de la edad y las fases del ejercicio.

Variables de función pulmonar

En nuestro estudio se observó un incremento de la función pulmonar (VVM e IC) de manera similar en niños y niñas durante el crecimiento y desarrollo, observando posteriormente una meseta alrededor de los 25-30 años para después declinar lentamente, lo cual puede ser explicado por la disminución del retroceso elástico, mayor rigidez torácica y disminución de la fuerza muscular con el envejecimiento.

Tanto la IC como la VVM al igual que otros valores espirométricos (FEV_1 y FVC) fueron mayores al compararse con los predichos de otros países²⁸⁻³⁸, después del ajuste con la edad, la talla, el peso y el género; esto es probablemente debido a diferentes causas:

- Mayor proporción torácica del segmento corporal superior.
- Probable contribución genética a la adaptación crónica a la hipoxia generada por la altitud (alta proporción de genes amerindios).
- Menor densidad del aire en la altitud la cual se ha observado que influye en la generación de altos flujos para las maniobras forzadas (FEV_1 y VVM).

En consecuencia, la obtención de ecuaciones para éstos parámetros de función pulmonar nos ayudará a una obtención de la capacidad inspiratoria por espirometría más simple que la obtención por pletismografía corporal, con un adecuado coeficiente de variación (0.035). Estos nuevos valores en la función pulmonar podrán ser de mayor utilidad para identificar hiperinflación pulmonar durante el reposo como en ejercicio, además de ser un factor de riesgo independiente para exacerbación aguda y mortalidad en EPOC por cualquier causa. Con respecto a VVM, en este estudio se observó que puede ser estimado por la multiplicación del FEV₁*45, en vez del recomendado por las guías ATS/ERS (35-40* FEV₁) que muestra una alta variabilidad (-50 a + 50L/min), por lo que el uso de las ecuaciones aquí recomendadas serán de mayor utilidad para la medición de la VVM y estimación de la reserva ventilatoria durante el esfuerzo.

Cabe mencionar que, aunque el objetivo principal de nuestro estudio fue realizar ecuaciones de predicción a partir de variables antropométricas, también hemos incluido en los modelos otras variables (Ventilación voluntaria máxima (VVM), pulso de O₂ en reposo y carga de trabajo máxima) para mejorar la predicción de las ecuaciones. Sin embargo, es probable que estos modelos no sean aplicables en la clínica diaria por el hecho de que no se puede contar con estas variables previo a la realización de la prueba, y estos datos no siempre estarán disponibles en todos los centros .

Dentro de las limitaciones de nuestro estudio está la distribución y características de los participantes por edad. Aunque la edad se adhiere a lo observado en la población mexicana, se incluyeron pocas personas de la tercera edad, lo cual puede reducir la eficacia de nuestras ecuaciones en esta población mayor. Nuestra muestra general fue por conveniencia, pero cabe notar que en la edad adulta estuvo conformada por residentes sanos de la Cd. de México abarcando todos los niveles socioeconómicos.

10. CONCLUSIONES

Las ecuaciones recomendadas por las guías ATS/ERS y las reportadas en otros estudios no predicen de manera adecuada las variables necesarias para la prueba cardiopulmonar de esfuerzo incremental realizado en cicloergómetro (VO_2 pico, trabajo máximo, VVM, IC, FC máxima, Pulso de O_2) por una población que habita a 2,240 m de altitud. En general, los valores de referencia del rendimiento cardiopulmonar (VO_2 pico, trabajo máximo) reportadas en la literatura sobreestiman el valor observado de la población mexicana, causando falsos positivos (clasificando a muchas personas sanas como enfermas), mientras que las ecuaciones que estiman la función pulmonar (IC y VVM) de otros autores tienden a subestimar los valores medidos de nuestra población con graves implicaciones clínicas al catalogar a un sujeto como sano cuando pudiera estar enfermo.

Por ello que sugerimos precaución al utilizar ecuaciones no realizadas en población mexicana sobre todo en residente a alturas moderadas, y ponemos las del presente trabajo a disposición de los que realizan las pruebas cardiopulmonares con ejercicio incremental en cicloergómetro.

11. REFERENCIAS

1. American Thoracic Society; American College of Chest Physicians. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;167(2):211-277.
2. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Whipp BJ, Casaburi R. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications, 3rd edition, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999: 145-177.
3. Roca J and Whipp BJ. Clinical exercise testing with reference to lung diseases: indications, standardization and interpretation strategies. ERS Task Force on Standardization of Clinical Exercise Testing. European Respiratory Society. *Eur Respir J* 1997; 10: 2662-2689.
4. Roca J, Burgos F, Casan P, et al." Pruebas de ejercicio cardiopulmonar". *Arch Bronconeumol* 2001;37:247-268.
5. Annalisa Cogo. The lung at high altitude. *Multidiscip Respir Med.* 2011; 6(1): 14–15.
6. Jeeves JT and Weil JT. Ventilatory Acclimatization to High Altitude. Barometric Pressure Reduced, *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*, 2011: 20-54
7. Mazzeo RS. Physiological responses to exercise at altitud: an update. *Sports Med.* 2008; 38 (1): 1-8.
8. West JB. Human responses to extreme altitudes. *Integrative and Comparative Biology*, 2006; 46 (1): 25-34
9. Stream JO, Luks AM and Grissom CK. Lung disease at high altitude. *Expert Rev Respir Med.* 2009; 3(6): 635-650
10. Bruce RA, Kusumi MS and Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J* 1973; 85 (4): 546-562.
11. Blackie SP, Fairbairn MS, McElvaney NG, Wilcox PG, Morrison NJ, Pardy RL. Normal values and ranges for ventilation and breathing pattern at maximal exercise. *Chest* 1991; 100 (1): 136-142.
12. Blackie SP, Fairbairn MS, McElvaney NG, Morrison NJ, Wilcox PG and Pardy RL. Prediction of maximal oxygen uptake and power during cycle ergometry in subjects older than 55 years of edad. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 1424-1429.
13. Hansen JE, Sue DY and Wasserman K. Predicted values for clinical exercise testing. *Am Rev Respir Dis* 1984; 129(2): S49-S50.
14. Weisman IM and Zeballos RJ. Cardiopulmonary exercise testing. *Pulm Crit Care Update* 1995;11:1–9.
15. Zeballos RJ and Weisman IM. Behind the scenes of cardiopulmonary exercise testing. *Clin Chest Med* 1994; 15: 193-213.
16. Jones NL, Makrides L, Hitchcock C, Chypchar T and McCartney N. Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. *Am Rev Respir Dis* 1985; 131(5): 700-708.




17. Jones NL, Summers E and Killian KJ. Influence of age and stature on exercise capacity during incremental cycle ergometry in men and women. *Am Rev Respir Dis* 1989; 140(5): 1373-1380.
18. Fairbarn MS, Blackie SP, McElvaney NG, Wiggs BR, Paré PD, Pardy RL. Prediction of heart rate and oxygen uptake during incremental and maximal exercise in healthy adults. *Chest* 1994; 105(5): 1365-1369.
19. Neder JA, Nery LE, Castelo A, Andreoni S, Lenario MC, Sachs A et al. Prediction of metabolic and cardiopulmonary response to maximum cycle ergometry: a randomised study. *Eur Respir J* 1999; 14: 1304-1313.
20. Quanjer PH, Stocks J, Cole TJ, Hall GL and Stanojevic S. Influence of secular trends and sample size on reference equations for lung function tests. *Eur Respir J* 2011; 37: 658–664.
21. Itoh H, Ajisaka R, Koike A, Makita S, Omiya K, Kato Y, et al. Heart rate and blood pressure response to ramp exercise and exercise capacity in relation to age, gender, and mode of exercise in a healthy population. *J Cardiol* 2013;61(1): 71-78 .
22. Neder JA, Nery LE, Peres C and Whipp BJ. Reference Values for Dynamic Responses to Incremental Cycle Ergometry in Males and Females aged 20-80. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164: 1481–1486.
23. Magrani P and Pompeu FA. Equations for predicting aerobic power (VO₂) of young Brazilian adults. *Arq Bras Cardiol* 2010; 94(6):763-770.
24. Ong KC, Loo CM, Ong YY, et al. Predictive values for cardiopulmonary exercise testing in sedentary Chinese adults. *Respirology* 2002;7(3):225-231.
25. Singh R, Singh HJ and Sirisinghe RG. Cardiopulmonary fitness in a sample of Malaysian population. *Japanese J Physiol* 1989;39(4):475-485.
26. Storer TW, Davis JA and Caiozzo VJ. Accurate prediction of VO₂max in cycle ergometry. *Med Sci Sports Exercise* 1990;22(5):704-712.
27. Cooper DM, Weiler-Ravell D, Whipp BJ and Wasserman K. Aerobic parameters of exercise as a function of body size during growth in children. *J Appl Physiol* 1984; 56:628–634.
28. Roca J, Burgos F, Barberà JA, Sunyer J, Rodriguez-Roisin R, Castellsagué J, et al. Prediction equations for plethysmographic lung volumes. *Respir Med.* 1998;92(3):454–60.
29. Lisboa C, Leiva A, Pinochet R, Repetto P, Borzone G, Díaz O. Reference values for inspiratory capacity in healthy nonsmokers over age 50 years. *Arch Bronconeumol.* 2007;43(9):485–489
30. Tantucci C, Pinelli V, Cossi S, Guerini M, Donato F, Grassi V, et al. Reference values and repeatability of inspiratory capacity for men and women aged 65-85. *Respir Med.* 2006;100(5):871–877.
31. Garcia-Rio F, Dorgham A, Pino JM, Villasante C, Garcia-Quero C, Alvarez-Sala R. Lung volume reference values for women and men 65 to 85 years of age. *Am J Respir Crit Care Med.* 2009;180(11):1083–1091

32. Bass H. The flow volume loop: normal standards and abnormalities in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1973; 63 (2): 171-176.
33. Birath G, Kjellmer I and, Sandqvist L. Spirometric studies in normal subjects II. Ventilatory capacity test in adults. *Acta Med Scand* 1963; 173 (2): 193-198.
34. Cherniak RM and Raber MB. Normal standards for ventilatory function using an automated wedge spirometer. *Am Rev Resp Dis* 1972; 106(1): 38-46.
35. Hedenström H, Malmberg P and Fridriksson HV. Reference values for lung function tests in men: regression equations with smoking variables. *Ups J Med Sci* 1986; 91(3): 299-310.
36. Kory RC, Callahan R, Boren HG and Syner JC. The Veterans Administration-Army cooperative study of pulmonary function. I. Clinical spirometry in normal men. *Am J Med* 1961; 30: 243-258.
37. Neder JA, Andreoni S, Lerario M and, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res* 1999; 32(6): 719-727.
38. Roa CC, Zaldivar CA, Salonga R, Bobadilla J, Lansang MA, Reodica R, et al. Normal standards for ventilatory function tests in adult Filipinos. *Philipp J Int Med* 2013; 51(1): 185-194.
39. Houston CS, Sutton JR, Cymerman A and Reeves JT. Operation Everest II: man at extreme altitude. *J Appl Physiol* 1987; 63(2):877-82.
40. Wehrlin JP and Hallèn J. Linear decrease in VO₂max and performance with increasing altitude in endurance athletes. *Eur J Appl Physiol* 2006 96: 404–412.
41. Gore CJ, Hahn AG, Scroop GS, et al. Increased arterial desaturation in trained cyclist during maximal exercise at 580m altitude. *J Appl Physiol* 1996; 80(6):2204-2210.
42. Grover RF, Weil JV, Reeves JT. Cardiovascular adaptation to exercise at high altitude. In Pandolf KB, ed. *Exercise and sport science reviews*. New York: Macmillan 1986;269-302
43. Jackson CG, Sharkey BJ. Altitude training and human performance. *Sport Med*. 1988; 6:279-284

12. ANEXOS:

a) CONSENTIMIENTOS:

- **CONSENTIMIENTO INFORMADO (ADULTOS)**

| | | | |
|---|---|--|---|
|  SALUD SECRETARÍA DE SALUD |  |  INER | INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ISMAEL COSÍO VILLEGAS |
|---|---|--|---|

PROYECTO: VALORES DE REFERENCIA DE LA PRUEBA CARDIOPULMONAR DE EJERCICIO A 2,240 METROS DE ALTITUD

HOJA DE INFORMACION Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

ESTIMADO PARTICIPANTE:

En el INER estamos haciendo un estudio para obtener los valores normales de una prueba llamada **Prueba de Ejercicio Cardiopulmonar** en la población mexicana del Distrito Federal teniendo como objetivo evaluar de forma global la capacidad de una persona para realizar ejercicio; siendo utilizada principalmente en pacientes con enfermedad respiratoria y cardiaca para valorar la limitación física, emitir un pronóstico, seleccionar candidatos para tratamientos específicos y evaluar la respuesta a dichos tratamientos.

Existen estudios donde se han obtenido valores normales para población no mexicana, por lo que con este proyecto se obtendrán valores de referencia para nuestra población.

El estudio consiste en lo siguiente:

1. Después de conocer las características de la prueba y haber firmado el consentimiento informado, llenará dos cuestionarios de salud y uno de nivel de actividad física
2. Se le programará en un lapso de 5 días una cita al Laboratorio de Fisiología Respiratoria del INER para la realización de la Prueba de Ejercicio Cardiopulmonar.
3. El día de la prueba, usted deberá presentarse con ropa y calzado cómodos, en ayuno de 2 hrs. y sin haber fumado o realizado ejercicio un día previo.
4. Se le realizarán mediciones de: estatura, peso, espirometría forzada y ventilación voluntaria máxima (pruebas respiratorias sencillas que tienen como objetivo medir su volumen pulmonar y su flujo de aire) y un electrocardiograma en reposo
5. Se le pedirá que suba al cicloergómetro (bicicleta fija) y se conectaran en usted dispositivos para monitorizar la oxigenación de la sangre, la presión arterial, el ritmo cardíaco, y se le colocará una mascarilla para el análisis del aire respirado durante la prueba.
6. Se iniciará la prueba con pedaleo constante y se irá incrementando la resistencia al pedaleo. El estudio durará aproximadamente 20-25 minutos y se finalizará la prueba cuando usted sienta fatiga, dolor en piernas o pecho o porque así usted lo solicite.
7. En la fase de reposo se le vigilará y se le retirarán todos los monitores. Se le repetirá la espirometría dando por finalizado el estudio. Los resultados del estudio se entregarán a usted ese mismo día.

Importante: parte de esta prueba involucra la evaluación de los gases de la sangre (O2 y CO2) implicando la toma de muestras de sangre durante el estudio (en promedio 3 muestras).

Por lo que en caso de estar interesado en esta evaluación, previo al inicio de la prueba se procederá a la colocación de un catéter arterial para la obtención de muestras sanguíneas. El procedimiento se llevará a cabo, previa asepsia del área, con la introducción de un catéter con aguja a nivel de la arteria radial (a nivel de la muñeca del brazo no dominante), siendo retirada ésta, permaneciendo el catéter y siendo fijado a la muñeca para evitar el movimiento de la línea arterial.

¿Qué beneficios tiene el participar en este estudio?

1. Con los datos obtenidos se formarán valores de referencia para la población mexicana que nos ayudará a evaluar de forma más precisa a los pacientes con enfermedades cardiopulmonares.
2. Los cuestionarios y la prueba no tendrán ningún costo para usted, en adición conocerá su capacidad integral para el ejercicio.

¿Qué riesgos tiene el estudio?

Durante toda la prueba existirá la supervisión continua de un técnico entrenado y un médico. Los posibles riesgos son mínimos siendo fatiga, sed, dolor de piernas o pecho y mareo en relación con el ejercicio.

Calleada de Tlalpan No. 4503, Col. Sección XVI, Deleg. Tlalpan, México, D.F., C.P. 14080
Tel. (55) 54 87 17 00 www.iner.salud.gob.mx

1/2

Continuación de la Hoja del Consentimiento informado

Este proyecto ha sido aprobado por el comité de Investigación Científica y Ética del INER.

"Se me ha informado que la participación del estudio es estrictamente voluntaria, que la información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. He tenido la oportunidad de leer el contenido de esta hoja y de hacer preguntas acerca de las dudas que esto genera.

Doy mi consentimiento informado para participar en el estudio. Estoy enterado de que dicho estudio implica contestar dos cuestionarios, registrar mi estatura y mi peso, realizar la espirometría y llevar a cabo la prueba de ejercicio cardiopulmonar."

Fecha: _____

Nombre y firma del participante

Testigo

Consentimiento informado para colocación de catéter arterial

"Doy mi consentimiento informado para la colocación de la línea arterial. Dicho procedimiento tiene como propósito obtener el libre acceso a la circulación sanguínea para la toma de muestras para el análisis de los gases arteriales, y estoy enterado (a) de los posibles riesgos que, aunque son poco comunes y transitorios, consisten en dolor, equimosis (moretones), edema, sangrado o parestesias (sensación de entumecimiento)."

Fecha: _____

Nombre y firma del participante

Testigo

Se me entrega una copia de esta hoja de consentimiento.

Si requiere más información acerca del estudio o de las citas programadas puede comunicarse con:
Dra. Silvia Cid Juárez 55-1636-3955 o al Comité de Ciencia y Ética del INER 5666-4539 ext.110

• **CONSENTIMIENTO INFORMADO (PARA PADRES)**



SALUD
SECRETARÍA DE SALUD





INER
INSTITUTO NACIONAL
DE ENFERMEDADES
RESPIRATORIAS
ISMAEL COSÍO VILLEGAS

PROYECTO: VALORES DE REFERENCIA DE LA PRUEBA CARDIOPULMONAR DE EJERCICIO A 2,240 METROS DE ALTITUD

HOJA DE INFORMACION Y CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PAPAS DE LOS MENORES DE EDAD

Yo _____, responsable directo del (la) niño(a) _____, de _____ años de edad, manifiesto que se ha obtenido su asentimiento y otorgo de manera voluntaria mi permiso para que se le incluya como sujeto de estudio en el Proyecto de Investigación médica **"VALORES DE REFERENCIA DE LA PRUEBA DE EJERCICIO CARDIOPULMONAR A 2240 METROS DE ALTITUD"**, luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto y sobre los riesgos y beneficios directos e indirectos de su colaboración en el estudio, y en el entendido de que:

- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para ambos en caso de no aceptar la invitación;
- Puedo retirarlo del proyecto si lo considero conveniente a sus intereses, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando mis razones para tal decisión
- No haremos ningún gasto, ni recibiremos remuneración alguna por la colaboración en el estudio;
- Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de la colaboración;
- En caso de que se presentaran efectos adversos para la salud de mi representado, recibirá la atención médica requerida siempre que esto sea producto de su colaboración en el estudio
- Puedo solicitar, en el transcurso del estudio, información actualizada sobre el mismo al investigador responsable, o bien llamar al Comité de Ciencia y Ética del INER 5666-4539 ext.110

Lugar fecha _____

Nombre y firma del responsable _____

Parentesco o relación con el participante _____

Nombre y firma del médico responsable: _____

Nombre y firma del Testigo: _____

Parte de esta prueba involucra la evaluación de los gases de la sangre (O2 y CO2), por lo que en caso de estar interesado en esta evaluación, previo al inicio de la prueba se le procederá al participante a colocar un catéter arterial para obtener aproximadamente 3 muestras sanguíneas. El procedimiento se llevará a cabo, previa asepsia del área y colocación de anestesia local, con la introducción de un catéter con aguja a nivel de la arteria radial (a nivel de la muñeca del brazo no dominante), siendo retirada ésta y permaneciendo el catéter hasta finalizar la prueba. Los posibles riesgos son poco comunes y transitorios, consisten en dolor, equimosis (moretones), edema, sangrado o parestesias (sensación de entumecimiento).

SI ACEPTO COLOCACIÓN DE LINEA ARTERIAL NO ACEPTO COLOCACIÓN DE LINEA ARTERIAL

Nombre y Firma del responsable del participante

Se me entrega una copia de esta hoja de consentimiento.
Si requiere más información acerca del estudio o de las citas programadas puede comunicarse con: 14080
Dra. Silvia Cid Juárez 55-1636-3955 o al Comité de Ciencia y Ética del INER 5666-4539 ext.110

1/1

• **ASENTIMIENTO INFORMADO (NIÑOS)**



PROYECTO: VALORES DE REFERENCIA DE LA PRUEBA CARDIOPULMONAR DE EJERCICIO A 2,240 METROS DE ALTITUD

HOJA DE INFORMACIÓN Y ASENTIMIENTO INFORMADO

ESTIMADO PARTICIPANTE:

Vamos a realizar una prueba de ejercicio en bicicleta fija llamada cicloergómetro para obtener valores normales de nuestra población mexicana que será útil para poder estudiar a las personas con enfermedades del pulmón o del corazón.

Solicitamos tu participación en este estudio para estudiar a las personas de tu edad y conocer como responden al ejercicio.

En caso de aceptar participar en nuestro estudio:

1. Se te programará una cita al Laboratorio de Fisiología Respiratoria del INER el cual tendrás que acudir con ropa y zapatos deportivos, deberás haber desayunado algo ligero 2 horas antes del estudio.
2. Se te pedirá que realices una pruebas sencillas de respiración y después subirás a la bicicleta fija donde se te colocarán unos dispositivos para medir tu oxigenación, tu presión arterial y tu ritmo cardiaco, también se te colocará una mascarilla para medir el aire que respiras.
3. Si tu así lo decides se te colocará un **catéter arterial** que consiste en dar un piquete en tu muñeca y colocar un tubito en tu arteria para obtener 2 pequeñas muestras de sangre para estudiar los gases que circulan en ella durante el ejercicio el cual se retirará al final la prueba, este procedimiento puede causarte un dolor leve y transitorio, moretón o sensación de adormecimiento transitorio.

SI ACEPTO COLOCACIÓN DE LINEA ARTERIAL

NO ACEPTO COLOCACIÓN DE LINEA ARTERIAL

Nombre y Firma del participante del estudio

4. Iniciarás a pedalear fácil la bicicleta fija, sin embargo, al pasar el tiempo te costará cada vez más trabajo pedalear
5. La prueba se acabará cuando presentes cansancio, dolor de piernas o cuando tú decidas terminar por otro motivo.

Podrás hacer las preguntas que quieras acerca del estudio en cualquier momento. Si en algún momento decides no hacer la prueba, no pasará nada, nadie se enojará contigo.

Si firmas este papel quiere decir que lo leíste, o alguien te lo leyó y que quieres participar en el estudio. Si no quieres estar en el estudio, no lo firmes.

Recuerda que tú decides estar en el estudio y nadie se puede enojarte contigo si no firmas el papel, si cambias de opinión o te quieres retirar después de iniciar el estudio.

Fecha: _____

Nombre y Firma del participante del estudio

Nombre y Firma del familiar responsable

Parentesco _____
Calzadita de Tlalpa No. 4502, Col. Sección XVI, Deleg. Tlalpa, México, D.F., C.P. 14080
Tel. (55) 54 87 17 00 www.iner.salud.gub.mx

1/1

b) CUESTIONARIOS:

• **CUESTIONARIO DE CRITERIOS DE INCLUSIÓN A LA PRUEBA**

**PROYECTO DE VALORES NORMALES DE PFR
CUESTIONARIO DE CRITERIOS DE INCLUSION Y EXCLUSION**

Nombre Completo: _____ Edad: _____ años

1. Sexo:

1 hombre 2 mujer

2. Fecha de nacimiento:

___ / ___ / ___
d d m m a a a a

3. Peso y Estatura:

_____ Kg _____ m

4: IMC _____ kg/m2 (No llenar esta parte)

8. ¿En los últimos 3 meses, ha fumado cigarrillos de fábrica o hechos a mano?

1 SI 2 NO

9. Si Usted ha fumado alguna vez, ¿ha fumado más de 400 cigarrillos (20 cajetillas de 20 cigarrillos) en toda su vida?

1 SI 2 NO

10. Si es Usted mujer, ¿está embarazada o cree estar embarazada?

1 SI 2 NO

ENFERMEDADES Y CIRUGIAS

¿ALGUNA VEZ EN SU VIDA UN MÉDICO LE HA DICHO QUE USTED PADECE O HA PADECIDO ALGUNA DE LAS SIGUIENTES ENFERMEDADES O QUE LE HAYAN PRACTICADO ALGUNA DE LAS SIGUIENTES CIRUGÍAS?

- | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
| 11. Asma bronquial o bronquitis asmática; | 1 <input type="checkbox"/> SI | 2 <input type="checkbox"/> NO |
| 12. Bronquitis Crónica | 1 <input type="checkbox"/> SI | 2 <input type="checkbox"/> NO |
| 13. Enfisema pulmonar | 1 <input type="checkbox"/> SI | 2 <input type="checkbox"/> NO |
| 14. Tuberculosis pulmonar | 1 <input type="checkbox"/> SI | 2 <input type="checkbox"/> NO |
| 15. Diabetes (Azúcar alta en la sangre) | 1 <input type="checkbox"/> SI | 2 <input type="checkbox"/> NO |
| 16. Ataque cardíaco o infarto al corazón | 1 <input type="checkbox"/> SI | 2 <input type="checkbox"/> NO |
| 17. Otras enfermedades del corazón | 1 <input type="checkbox"/> SI | 2 <input type="checkbox"/> NO |
| 18. Enfermedades Musculares o Neuromusculares | 1 <input type="checkbox"/> SI | 2 <input type="checkbox"/> NO |
| 19. Deformidades del tórax | 1 <input type="checkbox"/> SI | 2 <input type="checkbox"/> NO |
| 20. Enfermedades reumatológicas, como artritis reumatoide o lupus | 1 <input type="checkbox"/> SI | 2 <input type="checkbox"/> NO |
| 21. Cáncer pulmonar | 1 <input type="checkbox"/> SI | 2 <input type="checkbox"/> NO |
| 22. Otros cánceres | 1 <input type="checkbox"/> SI | 2 <input type="checkbox"/> NO |

7C. HACE CUÁNTOS AÑOS QUE TIENE UD. ESAS FLEMAS?

- 1 menos de 2 años
- 2 de 2 a 5 años
- 3 más de 5 años

Chiflido en el pecho/ Silbido/Sibilancia/Maullido de gato

8. ¿HA TENIDO UD. SILBIDO O CHIFLIDO EN EL PECHO EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES?

- 1 sí
- 2 no

[Si es "Sí", haga la pregunta 8A Y 8B; si es "No", pase a la pregunta 9]

8A. ¿EL SILBIDO O CHIFLIDO EN EL PECHO LO TUVO UD. SOLAMENTE CUANDO ESTUVO RESFRIADO EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES?

- 1 sí
- 2 no

8B. ¿EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES ALGUNA VEZ HA TENIDO UN ATAQUE (CRISIS) DE SILBIDO O CHIFLIDO EN EL PECHO ACOMPAÑADO DE FALTA DE AIRE?

- 1 sí
- 2 no

Falta de aire

9. ¿TIENE UD. ALGÚN PROBLEMA QUE NO LE DEJE MOVERSE O CAMINAR, QUE NO SEA UN PROBLEMA DE PULMÓN O DE CORAZÓN?

- 1 sí
- 2 no

[Si es "Sí", por favor pregunte y anote que problema(s) y entonces pase a la pregunta 11; si es "no" pase a la pregunta 10]

¿QUÉ PROBLEMA(S):

.....

.....

.....

10. ¿SIENTE UD. QUE LE FALTA AIRE CUANDO CAMINA MÁS RÁPIDO EN UN CAMINO PLANO O EN UNA PEQUEÑA SUBIDA?

- 1 sí
- 2 no

[Si es "Sí", pase a la pregunta 11; si es "no" continúe con la 10A.]

Instrucción para las preguntas desde la 10A hasta la 11D: cuando la respuesta a cualquiera de estas preguntas es "no", se continúa con la siguiente pregunta. Cuando la respuesta a una de ellas sea "sí", entonces se pasa inmediatamente a la pregunta 11.]

10A. ¿TIENE UD. QUE CAMINAR MAS LENTO EN UN CAMINO PLANO QUE LAS PERSONAS DE SU EDAD A CAUSA DE LA FALTA DE AIRE?

- 1 sí
- 2 no

10B. ¿TIENE UD. QUE DETENERSE A TOMAR AIRE CUANDO CAMINA POR UN CAMINO PLANO A SU PASO NORMAL?

- 1 sí
- 2 no

10C. ¿TIENE UD. QUE DETENERSE A TOMAR AIRE CUANDO CAMINA POR UN CAMINO PLANO DESPUÉS DE ANDAR UNOS 100 METROS O ALGUNOS MINUTOS?

- 1 sí
- 2 no

10D. ¿SU FALTA DE AIRE ES TAN FUERTE QUE NO LE DEJA SALIR DE LA CASA O NO LO DEJA CAMBIARSE DE ROPA?

- 1 sí
- 2 no

11. ¿ALGÚN MÉDICO LE HA DICHO A UD. QUE TIENE ENFISEMA EN LOS PULMONES?

- 1 sí
- 2 no

12. ¿ALGUNA VEZ EL MÉDICO LE HA DICHO A UD. QUE TIENE ASMA, BRONQUITIS ASMÁTICA O BRONQUITIS ALÉRGICA?

- 1 sí
- 2 no

[Si es "Sí", haga la pregunta 12A; si es "No", pase a la pregunta 13]

12A. ¿ACTUALMENTE TODAVÍA PADECE UD. ASMA, BRONQUITIS ASMÁTICA O BRONQUITIS ALÉRGICA?

1 sí 2 no

13. ¿ALGUNA VEZ EN LA VIDA EL MÉDICO LE HA DICHO QUE UD. TIENE BRONQUITIS CRÓNICA?

1 sí 2 no

[Si es "Sí", haga la pregunta 13A; si es "No", pase a la pregunta 14]

13A. ¿ACTUALMENTE TODAVÍA PADECE UD. BRONQUITIS CRÓNICA?

1 sí 2 no

14. ¿ALGUNA VEZ EN LA VIDA EL MÉDICO LE HA DICHO QUE UD. TIENE ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA (EPOC)?

1 sí 2 no

15. EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES, TOMÓ UD. CUALQUIER MEDICINA PARA SUS PULMONES O PARA SU RESPIRACIÓN?

1 sí 2 no

[Si la respuesta a la pregunta 15 fue "no" pase a la pregunta 17]

16. POR FAVOR, DÍGAME SOBRE CUALQUIER OTRA COSA QUE HASTA AHORA NO HAYA MENCIONADO QUE ESTÉ UTILIZANDO O HACIENDO PARA AYUDAR A SU RESPIRACIÓN O A SUS PULMONES. POR EJEMPLO: HOMEOPATÍA, EJERCICIOS PARA LA RESPIRACIÓN, FISIOTERAPIA, NATACIÓN, ACUPUNTURA, MASAJES, ALGÚN TIPO DE COMIDA ESPECIAL, ETC.

| Remedios u otras cosas | Código |
|------------------------|--------|
| | |
| | |
| | |
| | |

17. ¿ALGUNA VEZ EN SU VIDA, UN MÉDICO U OTRO PROFESIONAL DE LA SALUD LE HA PEDIDO QUE SOPLE EN UN APARATO (LLAMADO ESPIRÓMETRO O PICO DE FLUJO)? PARA CONOCER LA FUNCIÓN DE SU PULMÓN

1 sí 2 no

[Si es "Sí", haga la pregunta 17A; si es "No", pase a la pregunta 18]

17A. ¿HA UTILIZADO UD. ESE APARATO EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES?

1 sí 2 no

18. ¿ALGUNA VEZ EN SU VIDA, TUVO UD. ALGÚN PERÍODO DE TIEMPO EN QUE SUS PROBLEMAS DE RESPIRACIÓN (DE PULMÓN) FUERON TAN FUERTES QUE IMPIDIERON SUS ACTIVIDADES DIARIAS O LO HICIERON FALTAR AL TRABAJO?

1 sí 2 no

[Si es "Sí", haga la pregunta 18A; si es "No", pase a la pregunta 19]

18A. ¿CUÁNTAS VECES ESTUVO UD. ASÍ EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES?

_____ veces

[Si la 18A es > 0 continúe con la pregunta 18B; si la 18A es = 0 entonces pase a la pregunta 19]

18B. ¿CUÁNTAS VECES NECESITÓ UD. IR A VER AL MÉDICO A CAUSA DE ESTE PROBLEMA EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES?

_____ veces

[Aunque sea 0 veces haga la pregunta 18C]

18C. ¿CUÁNTAS VECES NECESITÓ SER HOSPITALIZADO A CAUSA DE ESTE PROBLEMA EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES?

_____ veces

[Si la 18C es > 0 continúe con la pregunta 18C1; si la 18C es = 0 entonces pase a la pregunta 19]

18C1. ¿CUÁNTOS DÍAS EN TOTAL ESTUVO UD. HOSPITALIZADO POR PROBLEMAS DEL PULMÓN EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES?

_____ días

Tabaquismo

AHORA LE VOY A PREGUNTAR SOBRE EL CONSUMO DE TABACO. PRIMERO, LE VOY A PREGUNTAR SOBRE CIGARROS.

19. ACTUALMENTE FUMA UD. CIGARROS INDUSTRIALIZADOS O HECHOS A MANO?

1 sí 2 no

[“Actualmente” significa cualquier cantidad de cigarros en los últimos 30 días. Si es “no” pase a la pregunta 20; si es “sí” continúe con las preguntas desde la 19A hasta la 19C]

19A. ¿CUÁNTOS CIGARROS FUMA UD. AL DÍA?

_____ cigarros/ día

19B. ¿QUÉ EDAD TENÍA CUANDO EMPEZÓ A FUMAR REGULARMENTE?

_____ años

[“Regularmente” significa por lo menos 1 cigarro cada 30 días]

19C. EN PROMEDIO, EN TODO EL TIEMPO QUE UD. LLEVA FUMANDO, ¿CUÁNTOS CIGARROS ACOSTUMBRA FUMAR AL DÍA?

_____ cigarros/ día

[Por favor, si el entrevistado no es un fumador actual pase a la pregunta 20; si es un fumador actual pase a la pregunta 22]

20. ¿ALGUNA VEZ EN SU VIDA HA FUMADO UD. CIGARROS?

1 sí 2 no

Si el entrevistado fumó menos de 20 cajetillas en toda su vida o menos de 1 cigarro al día en un año, entonces codifique como “no”.

[Si es “sí” haga la pregunta 21; si es “no” pase a la pregunta 22]

21. EN PROMEDIO, DURANTE EL TIEMPO QUE UD. FUMÓ ¿CUÁNTOS CIGARROS FUMABA AL DÍA?

_____ cigarros/ día

22. ¿ACTUALMENTE FUMA UD. PIPA O PURO?

1 sí 2 no

[“Actualmente” significa 50 o más pipas y/o puro en los últimos 30 días.

[Si es “sí”, pase a la pregunta 23; si es “no”, pase a la pregunta 22A]

22A. ¿ALGUNA VEZ EN SU VIDA, FUMÓ UD. PIPA O PURO?

1 sí 2 no

[Si el entrevistado nunca fumó (es decir, respondió “no” a las preguntas 20, 21, 22 y 22A), entonces pase a la pregunta 26]

[Si el entrevistado alguna vez fumó (es decir, respondió “sí” a cualquiera de las preguntas desde la 20 hasta la 22A), siga con la pregunta 23]

23. ¿ALGUNA VEZ EN SU VIDA UN MÉDICO LE ACONSEJÓ QUE DEJARA UD. DE FUMAR?

1 sí 2 no

[Si la respuesta es “sí”, haga la pregunta 23A únicamente si el entrevistado es un fumador actual (es decir, respondió “sí” a la pregunta 20 y/o a la 22). Si la respuesta es “sí”, pero el entrevistado es un exfumador, pase a la pregunta 24]

[Si la respuesta es “no”, pase directamente a la pregunta 24]

23A. ¿HA RECIBIDO ASESORÍA PARA DEJAR DE FUMAR EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES?

1 sí 2 no

• **CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA**

Nombre del participante: _____

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FISICA

Estamos interesados en averiguar acerca de los tipos de actividad física que hace la gente en su vida cotidiana. Las preguntas se referirán al tiempo que usted destinó a estar físicamente activo en los **últimos 7 días**. Por favor responda a cada pregunta aún si no se considera una persona activa. Por favor, piense acerca de las actividades que realiza en su trabajo, como parte de sus tareas en el hogar o en el jardín, moviéndose de un lugar a otro, o en su tiempo libre para la recreación, el ejercicio o el deporte.

Piense en todas las actividades **intensas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Las actividades físicas **intensas** se refieren a aquellas que implican un esfuerzo físico intenso y que lo hacen respirar mucho más intensamente que lo normal. Piense *solo* en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos **10 minutos** seguidos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿en cuantos realizó actividades físicas **intensas** tales como levantar pesos pesados, cavar, hacer ejercicios aeróbicos o andar rápido en bicicleta?

_____ días por semana

Ninguna actividad física intensa



Vaya a la pregunta 3

2. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física **intensa** en uno de esos días?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro

Piense en todas las actividades **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Las actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado que lo hace respirar algo más intensamente que lo normal. Piense *solo* en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos **10 minutos** seguidos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿en cuántos días hizo actividades físicas **moderadas** como transportar pesos livianos, andar en bicicleta a velocidad regular o jugar dobles de tenis? **No** incluya caminar.

_____ días por semana

Ninguna actividad física moderada



Vaya a la pregunta 5

4. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física **moderada** en uno de esos días?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro

Piense en el tiempo que usted dedicó a **caminar** en los **últimos 7 días**. Esto incluye caminar en el trabajo o en la casa, para trasladarse de un lugar a otro, o cualquier otra caminata que usted podría hacer solamente para la recreación, el deporte, el ejercicio o el ocio.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿En cuántos **camino** por lo menos **10 minutos** seguidos?

_____ días por semana

Ninguna caminata



Vaya a la pregunta 7

6. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro

La última pregunta es acerca del tiempo que pasó usted **sentado** durante los días hábiles de los **últimos 7 días**. Esto incluye el tiempo dedicado al trabajo, en la casa, en una clase, y durante el tiempo libre. Puede incluir el tiempo que pasó sentado ante un escritorio, visitando amigos, leyendo, viajando en ómnibus, o sentado o recostado mirando la televisión.

7. Durante los **últimos 7 días** ¿cuánto tiempo pasó **sentado** durante un **día hábil**?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro

• **CUESTIONARIO DE SALUD RESPIRATORIA PARA NIÑOS**



CUESTIONARIO DE SALUD RESPIRATORIA PARA NIÑOS

1

Fecha de llenado: / / Estado: folio:
DÍA MES AÑO

DATOS GENERALES DEL NIÑO(A)

1. Nombre de la escuela: _____
2. Nombre completo de su hijo(a): _____ / _____ / _____
NOMBRE(S) A. PATERNO A. MATERNO
3. Marque con una X el sexo de su hijo: 1 niño 2 niña
4. Fecha de nacimiento del niño(a): / /
DÍA MES AÑO
5. Lugar de nacimiento de su hijo(a): _____ / _____
DELEGACION O MUNICIPIO ESTADO
6. Marque con una X el nivel escolar de su hijo: 1 Preescolar 2 Primaria 3 Secundaria
 Anote: Grado: y Grupo:

ANTECEDENTES Y HABITOS EN CASA

1. ¿El niño(a) nació antes de los 9 meses, es decir, fue prematuro?
 1 Si 2 No
2. ¿De cuántos meses de embarazo nació el niño o niña?
 _____ Meses
3. ¿Cuál fue el peso de su hijo(a) al nacer?
 Ejemplo: 3.850 Kg | | | | | Kg
 _____ | _____ Kg
4. ¿Su hijo recibió leche materna los primeros tres meses de vida?
 1 Si 2 No
5. ¿La madre del niño (a) fumó durante el embarazo?
 1 Si 2 No
6. ¿El niño (a) necesitó terapia intensiva al nacer?
 1 Si 2 No
7. ¿El niño (a) necesitó oxígeno al salir del hospital?
 1 Si 2 No
8. ¿La madre del niño(a) fuma dentro de casa?
 1 Si 2 No
9. ¿El padre del niño (a) fuma dentro de casa?
 1 Si 2 No

10. Sin contar al padre y a la madre del niño ¿alguna otra persona fuma dentro de casa?
 1 Si 2 No
11. Sin considerar el kínder ¿Cuántos años de escuela COMPLETOS estudió el padre del niño?
 _____ Años
12. Sin considerar el kínder ¿Cuántos años de escuela COMPLETOS estudió la madre del niño?
 _____ Años
13. Marque con una X el combustible que utilizan en casa para cocinar (puede ser más de uno):

| | |
|----------------------|----------------------------|
| a) Electricidad..... | 1 <input type="checkbox"/> |
| b) Gas | 2 <input type="checkbox"/> |
| c) Leña | 3 <input type="checkbox"/> |
| d) Carbón..... | 4 <input type="checkbox"/> |
| e) Otro..... | 5 <input type="checkbox"/> |

 f) Especifique: _____
14. ¿Utilizan leña o carbón para calentar las habitaciones de la casa en forma habitual?
 1 Si 2 No
15. ¿Tiene ventanas el dormitorio o habitación donde duerme el niño(a)?
 1 Si 2 No

1

16. ¿Hay alguna avenida principal grande a menos de dos cuadras de la casa donde vive el niño(a)?

1 Sí 2 No

SALUD GENERAL

17. ¿Alguna vez en la vida algún médico le ha dicho que su hijo tenía o tiene alguna de las siguientes enfermedades:

- a) Enfermedades del corazón? 1 Sí 2 No
b) Enfermedades del hígado? 1 Sí 2 No
c) Enfermedades del riñón? 1 Sí 2 No
d) Reflujo gastroesofágico? 1 Sí 2 No
e) Problemas para pasar el alimento?
..... 1 Sí 2 No

18. Otras enfermedades que le haya diagnosticado un médico y que todavía tenga?
Especifique cual: _____

ACTIVIDAD FISICA

19. ¿Cuántos días a la semana su hijo(a) realiza ejercicio físico tan intenso que lo haga respirar rápido o agitadamente? :

_____ Días

20. Durante una semana normal, ¿Cuántas horas a la semana su hijo(a) ve televisión en promedio?

_____ Horas

HABITOS DE SUEÑO

21. ¿A qué hora acostumbra dormirse su hijo?

_____ : _____ PM

22. ¿A qué hora acostumbra despertarse su hijo?

_____ : _____ AM

23. ¿Con qué frecuencia ha notado que su hijo (a) ronque durante los últimos 6 meses?

- a) Nunca (menos de una noche al mes) 1
b) Algunas veces (1 a 2 noches por mes) 2
c) Frecuentemente (1 a 2 noches
por semana) 3
d) Por lo general (3 a 5 noches
por semana) 4

e) Siempre (todas la noches) 5

24. ¿Con qué frecuencia durante los últimos 6 meses, ha notado que el niño(a) deja de respirar por algunos momentos cuando está dormido?

- a) Nunca (menos de una noche al mes) 1
b) Algunas veces (1 a 2 noches por mes) 2
c) Frecuentemente (1 a 2 noches
por semana) 3
d) Por lo general (3 a 5 noches
por semana) 4
e) Siempre (todas la noches) 5

25. ¿Con qué frecuencia durante los últimos 6 meses ha notado que el niño(a) cuando duerme respira como si se estuviera ahogando?

- a) Nunca (menos de una noche al mes) 1
b) Algunas veces (1 a 2 noches por mes) 2
c) Frecuentemente (1 a 2 noches
por semana) 3
d) Por lo general (3 a 5 noches
por semana) 4
e) Siempre (todas la noches) 5

SALUD RESPIRATORIA

26. ¿Alguna vez ha escuchado que su hijo tenga silbidos o chiflidos en el pecho?

1 Sí 2 No

27. En los últimos 12 meses, ¿ha tenido su hijo silbidos o chiflidos en el pecho?

1 Sí 2 No

28. En los últimos 12 meses, ¿ha notado que su hijo tenga chiflidos o silbidos al respirar durante o después de correr o hacer ejercicio?

1 Sí 2 No

29. ¿Al niño(a) alguna vez en su vida le ha diagnosticado un médico alguna de las siguientes enfermedades respiratorias:

- a) Bronquitis 1 Sí 2 No
b) Sinusitis 1 Sí 2 No
c) Neumonía 1 Sí 2 No
d) Asma 1 Sí 2 No
e) Rinitis 1 Sí 2 No
f) Tuberculosis 1 Sí 2 No
g) Otitis 1 Sí 2 No
h) Fibrosis quística 1 Sí 2 No
i) Alergias 1 Sí 2 No

j) Bronquiolitis 1 Si 2 No
 k) Hiperreactividad bronquial 1 Si 2 No
 30. En los últimos 15 días, el niño(a) ha tenido alguna de las siguientes molestias?

a) Tos..... 1 Si 2 No
 b) Gripe..... 1 Si 2 No
 c) Dolor de pecho..... 1 Si 2 No
 d) Falta de aire..... 1 Si 2 No
 e) Fiebre..... 1 Si 2 No
 f) Dolor de oído..... 1 Si 2 No
 g) Dolor de garganta 1 Si 2 No

h) Chiflidos o silbidos en el pecho. 1 Si 2 No

31. Nombre completo de la persona que responde la encuesta:

_____ / _____ / _____
NOMBRE(S) A. PATERNO A. MATERNO

32. Parentesco de la persona que responde la encuesta: _____

33. Teléfono de contacto: lada (_____) número local: _____

34. Dirección: _____

¡Gracias por su participación!

Esta sección será llenada por el personal de salud

Fecha de medición: |_|_| / |_|_| / |_|_|_|_|
DIA MES AÑO

Mediciones antropométricas:

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Peso (kg): _ _ _ . _ _ | 2. Peso (kg): _ _ _ . _ _ |
| 1. Talla parado (cm): _ _ _ | 2. Talla parado (cm): _ _ _ |
| 1. Talla sentado (cm): _ _ _ | 2. Talla sentado (cm): _ _ _ |