



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE MEDICINA**

**SECRETARIA DE SALUD**

**INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES  
RESPIRATORIAS  
"ISMAEL COSÍO VILLEGAS"**

**ESPECIALIDAD EN:  
NEUMOLOGIA**

**GRADIENTE ALVEOLO ARTERIAL EN  
SUJETOS SANOS EN ALTITUD  
MODERADA DURANTE LA PRUEBA DE  
EJERCICIO CARDIOPULMONAR**

**TESIS  
PARA OBTENER EL GRADO DE MEDICO ESPECIALISTA EN:  
NEUMOLOGIA**

**PRESENTA  
DR. MARCO VINICIO TAFOLLA MANZO**

**TUTOR Y ASESOR:  
DRA. SILVIA CID JUAREZ**



**MÉXICO, DF., OCTUBRE DE 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

---

**SECRETARIA DE SALUD  
DIRECCIÓN DE ENSEÑANZA  
INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS  
“ISMAEL COSÍO VILLEGAS”  
NEUMOLOGÍA**

▪

---

**DR. JUAN CARLOS VÁZQUEZ GARCÍA**  
DIRECTOR DE ENSEÑANZA

---

**DRA. MARGARITA FERNÁNDEZ VEGA**  
SUBDIRECTOR DE ENSEÑANZA

---

**DRA. MARIA DEL CARMEN CANO SALAS**  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE POSGRADO

---

**DRA. SILVIA CID JUAREZ**  
ASESOR Y TUTOR DE TESIS DE TITULACIÓN EN NEUMOLOGÍA  
MEDICO ADSCRITO AL LABORATORIO DE FISILOGÍA  
RESPIRATORIA.

## DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS:

- A mis padres Nemecio Tafolla Manzo y Lidia Manzo Rodríguez, por su apoyo incondicional, su amor. El ejemplo y la imagen que han dejado en mi han permitido que llegue a estas instancias.
- A mis hermanas Andrea Celeste Tafolla Manzo y Aida Inés Tafolla Manzo por siempre escucharme y contar con ellas en todo momento, por los momentos invaluable que hemos vivido, por la paciencia y perseverancia.
- A mi pareja Alba Y. González Hernández, por siempre estar presente, por sus consejos, su apoyo, por el amor, cariño y paciencia durante este proceso de preparación académica el cual hemos pasado juntos.
- Al Dra. Silvia Cid Juárez por ser mi tutora y amiga, por sus enseñanzas y apoyo en la elaboración de este trabajo.
- A mis amigos tanto dentro como fuera de Hospital, por hacer de estos años un recuerdo perdurable a través de los años.
- A todos aquellos médicos que fungieron como maestros, gracias por sus enseñanzas, por su paciencia y por su tiempo.

*¡Gracias!*

## ÍNDICE

1. Introducción	5
2. Planteamiento del problema	7
3. Justificación	7
4. Pregunta de Investigación	8
5. Hipótesis	8
6. Objetivos	9
7. Material y métodos	
a. Diseño del estudio	10
b. Población en estudio	10
c. Metodología	11
d. Procesamiento y análisis estadístico	11
8. Definición de variables	12
9. Implicaciones éticas	14
10. Resultados	15
11. Discusión	19
12. Conclusiones	20
13. Referencias Bibliográficas	21
14. Anexos	22

## 1. INTRODUCCIÓN

La prueba de ejercicio cardiopulmonar proporciona información relevante acerca del funcionamiento del cuerpo en respuesta al ejercicio. Valora rendimiento cardiovascular y ventilatorio durante un estímulo de intensidad variable con la finalidad de analizar la respuesta fisiológica pulmonar y cardíaca ante las demandas metabólicas del músculo esquelético.<sup>1</sup>

Es una prueba útil para valorar de manera integral enfermedades cardíacas, pulmonares y metabólicas<sup>2</sup>. Donde la premisa fundamental es el intercambio de O<sub>2</sub> inhalado y el CO<sub>2</sub> exhalado durante el estrés fisiológico generado por el ejercicio.<sup>1</sup>

Las indicaciones para realizar una prueba de ejercicio cardiopulmonar son múltiples entre las cuales destacan: evaluación de tolerancia al ejercicio, disnea de origen desconocido, valorar enfermedades cardiovasculares y respiratorias, prueba preoperatoria de diversas nosologías pulmonares, como prueba de rehabilitación pulmonar y con fines de valorar incapacidad laboral.<sup>1,2</sup>

Los apartados valorados por la prueba son:

Respiratorio: Intercambio gaseoso y alteraciones mecánicas de la ventilación. Cardiovascular: Circulación pulmonar y sistémica, cardiopatías. Neuromuscular: Mecanismos de utilización de oxígeno.<sup>1,3</sup>

Durante el ejercicio se genera un incremento en el metabolismo el cual se expresa en la captura de O<sub>2</sub> por el organismo la cual incrementa conforme aumenta la intensidad del ejercicio. Cada paso en la cadena de entrega y utilización de ejercicio supone un trabajo coordinado entre los distintos órganos y sistemas; el corazón distribuye la sangre con O<sub>2</sub> a la circulación sistémica previamente oxigenada por los capilares pulmonares, generando la captación por parte de los músculos corporales.<sup>3,1</sup>

La respuesta respiratoria ante el ejercicio se basa principalmente en el aporte de O<sub>2</sub> y en la eliminación de CO<sub>2</sub> producto de la actividad metabólica muscular.<sup>1</sup> Esta eliminación constante de CO<sub>2</sub> se conoce como ventilación eficiente ya que evita la hipercapnia e hipoxemia en caso de persistir el estímulo de CO<sub>2</sub>.

La ventilación eficiente depende de la integridad neuronal, caja torácica y músculos.<sup>2</sup>

En cuanto a la respuesta cardiovascular para mantener el aporte de O<sub>2</sub> de acuerdo a las demandas metabólicas es necesario realizar cambios fisiológicos como la elevación de la presión sistólica, reducción de las resistencias vasculares periféricas, aumento del retorno venoso y de la frecuencia cardíaca.

Por lo tanto la prueba de ejercicio cardiopulmonar es útil en la detección de enfermedades cardiovasculares, pulmonares o neuromusculares.<sup>1,3</sup>

*Reuschlein* et al durante la prueba de ejercicio máximo observaron la disminución en la  $PaO_2$  y  $SaO_2$  en sujetos sanos, considerando una mala adaptación del sistema pulmonar a la demanda de ejercicio. *Hanel* et al sugirieron como causa de hipoxemia durante el ejercicio a una alteración en la difusión por presencia de líquido en el espacio intersticial secundaria a la liberación de radicales libres de  $O_2$  durante el estrés del ejercicio máximo.<sup>1,3,2</sup> Sin embargo no se evidencio cambios en el gradiente alveolo arterial durante posterior a la toma de gases arteriales.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La prueba de ejercicio cardiopulmonar es util para el conocimiento de la fisiologia cardiopulmonar, su uso en sujetos sanos principalmente atletas con fines de acondicionamiento fisico ha evidenciado la presencia de hipoxemia expresada como una disminucion en la  $PaO_2$  y  $SaO_2$  definida arbitrariamente como una disminucion de la  $PaO_2$  por debajo de 1 kPa de la inicial o  $SaO_2$  por debajo de 95%. Este fenomeno se ha visto relacionada con liberacion de agentes proinflamatorios, sustancia oxigeno reactivo, alteraciones en la difusion e inclusive alteraciones hepaticas por disminucion de la circulacion esplacnica.

## **3. JUSTIFICACIÓN**

El ensanchamiento del gradiente alveolo arterial durante la prueba de ejercicio cardiopulmonar en sujetos sanos podria ayudar en el diagnostico de patologias con involucro cardiopulmonar.

La obtención de GA-a en altitud en sujetos sanos podrá ser utilizado como referencia en futuras pruebas cardiopulmonares en sujetos sanos.

#### **4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Existe un aumento del Gradiente alveolo arterial en sujetos durante la prueba de ejercicio cardiopulmonar en altitud ?

#### **5. HIPÓTESIS**

1.- El gradiente alveolo arterial no se modifica en altitud moderada en sujetos sin comorbilidades durante la prueba de ejercicio cardiopulmonar.

## **6. OBJETIVOS**

### **- GENERAL**

- Describir el comportamiento del  $pO_2$  y  $pCO_2$  en altitud moderada.

### **- ESPECIFICOS**

- Describir el gradiente alveolo arterial durante la prueba de ejercicio cardiopulmonar en altitud en sujetos sanos.
- Identificar mecanismos de hipoxemia en los sujetos que lo presente.

## **7. MATERIAL Y METODOS:**

### **a. DISEÑO DEL ESTUDIO**

Estudio de investigación clínica observacional, retrospectivo.

### **b. POBLACIÓN DE ESTUDIO**

Población de la ciudad de México.

- **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**
  - Mayor a 15 años de edad
  - Sanos pulmonares por interrogatorio
  - Residentes del Distrito Federal
  - Consentimiento o asentimiento informado de colocación de catéter arterial para la PECP
  
- **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**
  - Cualquier síntoma de enfermedad pulmonar, cardíaca o cualquier otra enfermedad.
  - Fumadores.

### **c. METODOLOGIA**

Se solicitó al servicio de fisiología respiratoria la base de datos de los pacientes que realizaron la prueba de ejercicio cardiovascular. En esta prueba se utilizaron sujetos sanos sin comorbilidades. Se descartaron aquellos pacientes los cuales contaran con comorbilidades cardiovasculares, pulmonares o de cualquier aparato o sistema. Se registró los datos gasométricos, durante el reposo, umbral y pico máximo de ejercicio. Se comprobó previo a inicio de protocolo de ejercicio la adecuada colocación arterial así como funcional de el catéter arterial. Posterior en la base de datos se extrajeron los resultados de acuerdo a promedio y por grupo etario.

### **d. PROCESAMIENTO, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Las variables continuas se describieron como medias y desviación estándar o como medianas y RIC de acuerdo a su distribución, las variables categóricas como frecuencias y porcentajes. Se utilizó el paquete estadístico STATA para la realización de relaciones significativamente estadísticas.

## 8. DEFINICIÓN DE VARIABLES

### INDEPENDIENTES

DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Edad	Años transcurridos desde el nacimiento a la fecha del estudio	Númerica discreta	Años cumplidos
Sexo	Sexo del individuo	Nominal dicotómica	0 )Femenino 1) Masculino
Escolaridad	Grado de estudio completo de la persona al momento del estudio	Númerica discreta	Ninguno Alfabeto Primaria Secundaria Bachillerato o técnico Licenciatura o más
Nivel socioeconómico	Status que posee el paciente y su familia, su estilo de vida y el ambiente en el que se desenvuelve y el perfil educativo.	Númerico discreto	1 2 3 4
Comorbilidades	Padecimientos concomitantes a EPI-AR.	Nominal.	Diabetes mellitus Alcoholismo Cáncer
Altitud	Nivel en metros por arriba del mar.	Númerico discreto	Bajo: 0-999 mts Moderada: 1000-2999 mts Elevada: > 3000 mts.

• **DEPENDIENTES**

DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
pH:	Potencial de hidrogeniones.	Cuantitativa discreta	Escala 1-14
pCO2:	Presión parcial de bióxido de carbono arterial	Cuantitativa discreta	milímetros de mercurio (mmHg)
Po2:	Presión parcial de oxígeno arterial.	Cuantitativa discreta	milímetros de mercurio (mmHg)
SatO2:	Saturación arterial de oxígeno	Cuantitativa discreta	Porcentaje
Ga-AO2	Gradiente de oxígeno alveolo-arterial. Mide la diferencia entre la concentración de oxígeno alveolar y la concentración de oxígeno arterial	Cuantitativa discreta	Milímetros de mercurio (mmHg)

## **- "IMPLICACIONES ÉTICAS**

Este es un estudio de cohorte, se realizó una revisión de expedientes así como entrevista de los pacientes. No se aplicó ningún procedimiento terapéutico ni quirúrgico alguno, sólo se recabó la información de los estudios solicitados en el manejo habitual de estos pacientes. El estudio permitió conocer el comportamiento clínico de los gases arteriales durante la prueba de ejercicio cardiopulmonar, para posteriormente ser usados como valores de referencia en la población mexicana.

## 10. RESULTADOS

Total 216 sujetos con gasometría en reposo. Un total de 113 hombres y 103 mujeres. Los cuales presentaron las siguientes características basales:

	<b>Hombre</b> 114 (52.78%)	<b>Mujer</b> 102 (47.22%)	<b>P</b>
Edad	36.61 ± 14.70	43.48 ± 14.34	0.0002
Talla	1.71 ± 0.08	1.56 ± 0.07	0.0000
Peso	74.13 ± 11.60	60.95 ± 9.01	0.0000
IMC	25.45 ± 3.40	24.86 ± 3.43	0.2129
VVM lts	188.45 ± 38.10	123.29 ± 23.67	0.0000
FEV1 lts	4.04 ± 0.67	2.78 ± 0.51	0.0000
FVC	4.91 ± 0.79	3.38 ± 0.57	0.0000
IC	3.81 ± 0.66	2.65 ± 0.43	0.0000
VC	5.03 ± 0.73	3.43 ± 0.53	0.0000
FEV1/FVC	82.21 ± 4.44	81.99 ± 4.29	0.7047

### En general

	Reposo	UA	Pico
Watts	0	105.19 ± 39.40	140.40 ± 43.21
VO2/kg/min	4.91 ± 1.21	21.21 ± 6.64	28.65 ± 8.26
VCO2	298.20 ± 84.04	1436.29 ± 539.47	2127.10 ± 701.15
RER	0.90 ± 0.11	1.00 ± 0.04	1.15 ± 0.65
FR	14.25 ± 3.34	28.51 ± 6.64	40.47 ± 9.15
VE	13.20 ± 3.87	49.52 ± 19.50	82.65 ± 29.73
EqCO2	39.74 ± 5.18	32.23 ± 4.51	36.79 ± 5.17
EqO2	36.00 ± 6.37	31.99 ± 4.49	40.55 ± 6.66
EELV	4.12 ± 1.28	3.37 ± 0.78	3.35 ± 0.71

### Hombres

	Reposo	UA	Pico
Watts	0	124.33 ± 38.58	167.21 ± 36.15
VO2/kg/min	5.18 ± 1.21	23.41 ± 6.60	32.49 ± 7.40
VCO2	339.12 ± 80.61	1720.28 ± 541.10	2575.17 ± 589.51
RER	0.90 ± 0.10	1.00 ± 0.04	1.10 ± 0.10
FR	14.09 ± 3.34	28.11 ± 6.46	41.46 ± 9.04
VE	15.04 ± 3.69	58.75 ± 20.29	99.52 ± 26.70
EqCO2	40.44 ± 5.02	32.33 ± 4.80	37.39 ± 4.95
EqO2	36.42 ± 6.02	31.97 ± 4.71	40.75 ± 6.23
EELV	4.77 ± 1.22	3.81 ± 0.70	3.74 ± 0.63

### Mujeres

	Reposo	UA	Pico
Watts	0	84.51 ± 28.58	110.30 ± 28.33
VO2/kg/min	4.62 ± 1.15	18.79 ± 5.85	24.41 ± 7.05
VCO2	251.36 ± 60.60	1126.55 ± 329.60	1621.13 ± 420.51
RER	0.91 ± 0.11	1.00 ± 0.02	1.22 ± 0.95
FR	14.42 ± 3.37	28.79 ± 6.73	39.29 ± 9.21
VE	11.13 ± 2.92	39.43 ± 12.47	63.84 ± 20.34
EqCO2	38.98 ± 5.30	32.12 ± 4.21	36.13 ± 5.37
EqO2	35.53 ± 6.78	32.00 ± 4.30	40.34 ± 7.18
EELV	3.39 ± 0.85	2.89 ± 0.50	2.85 ± 0.43

### En general

	Reposo	UA	Pico
pH	7.43±0.02	7.36±0.04	7.33±0.05
pCO2	30.20±3.44	30.29±4.15	27.18±4.54
PO2	71.24±5.88	71.77±7.11	73.42±6.74
HCO3	19.97±2.00	16.84±3.25	13.96±3.47
EB	-2.85±1.86	-6.76±2.92	-9.87±3.87
SaO2	94.03±1.56	92.95±1.87	92.39±2.25
lactato	1.19±0.69	5.71±2.45	8.96±3.57
<b>GA-a (respeta RER del reporte)</b>	3.97±5.74 3.33 (-0.15 – 7.33)	10.63±8.14 9.45 (6-13.57)	14.89±7.45 14.49 (9.96-18.08)
<b>GA-a (RER reposo 0.8 y UA 1)</b>	7.52 (3.22 – 11.61) 7.96 ± 6.79	10.58±8.08	14.89±7.45 14.49 (9.96-18.08)

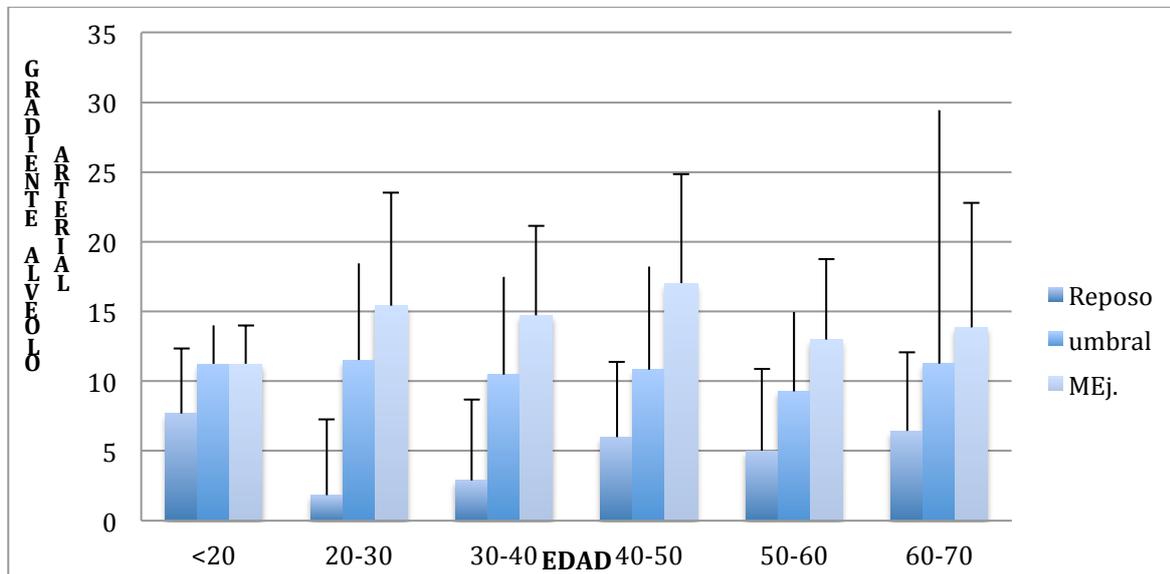
### Hombres

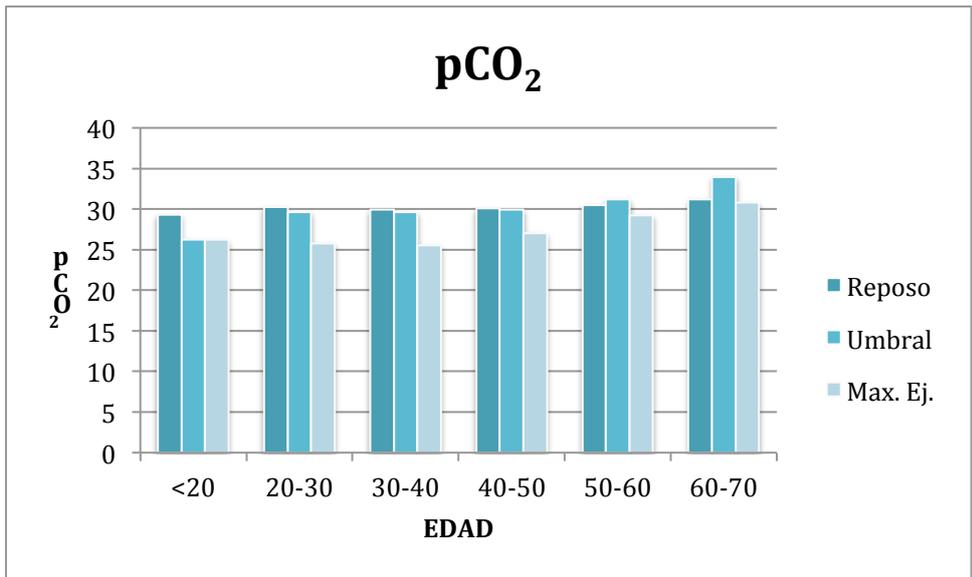
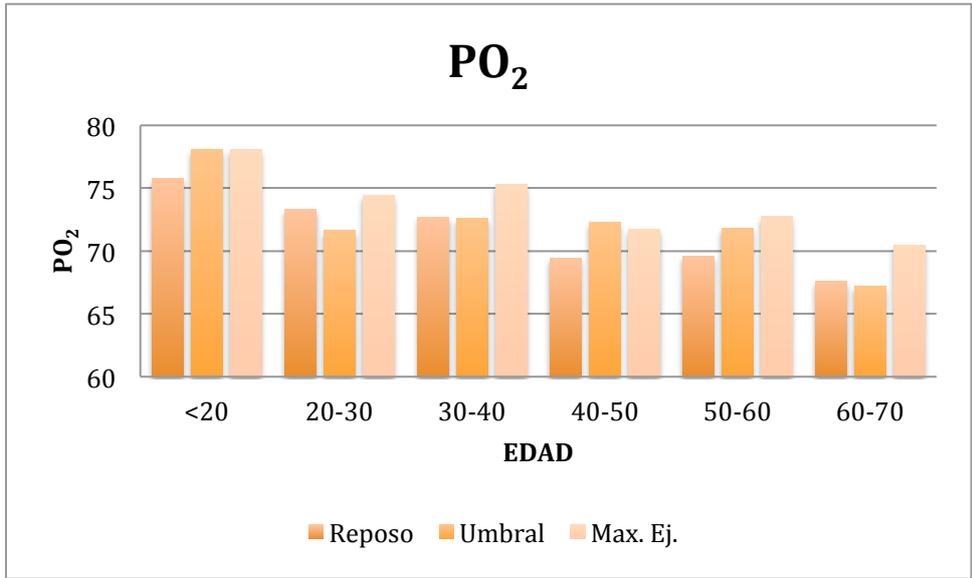
	Reposo	UA	Pico
pH	7.43±0.02	7.36±0.04	7.32±0.05
pCO2	30.77±3.32	30.73±4.43	26.87±4.47
PO2	71.07±5.61	70.88±5.87	72.93±6.90
HCO3	20.31±1.84	17.19±2.89	13.66±2.80
EB	-2.52±1.67	-6.65±2.88	-10.28±4.29
SaO2	94.02±1.42	92.63±2.06	92.13±2.13
lactato	1.34±0.71	6.05±2.75	9.84±4.00
<b>GA-a (respeta RER del reporte)</b>	3.46±5.70 2.85 (-0.75-6.6)	11.04±6.93 10.30 (7-13.90)	15.47±8.34 15.22 (9.85-18.75)
<b>GA-a (RER reposo 0.8 y UA 1)</b>	7.26±6.39 5.90(2.85-11.59)	10.95±6.94	15.47±8.34 15.22 (9.85-18.75)

### Mujeres

	Reposo	UA	Pico
pH	7.43±0.02	7.37±0.04	7.34±0.04
pO2	29.65±3.43	29.84±3.67	27.56±4.64
PCO2	71.36±6.18	72.91±8.38	74.03±6.59
HCO3	19.65±2.08	16.47±3.63	14.32±4.11
EB	-3.19±1.99	-6.86±2.97	-9.38±3.30
SaO2	94.00±1.71	93.34±1.56	92.71±2.37
lactato	1.03±0.63	5.29±1.96	7.95±2.72
<b>GA-a (respeta RER del reporte)</b>	4.52±5.78 3.57 (0.675 – 8.16)	10.03±9.42 7.71 (5.14 – 11.80)	14.18±6.28 13.89 (9.98-17.95)
<b>GA-a (RER reposo 0.8 y UA 1)</b>	8.71 ± 7.18 7.88 (3.65 - 12.14)	10.04 ± 9.28 7.80 (5.40- 11.34)	14.18±6.28 13.89 (9.98-17.95)

	<20 años	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
Hombres	9	45	17	20	15	7
Mujeres	2	21	18	25	21	16





## 11. DISCUSIÓN

En el estudio realizado para la prueba de ejercicio cardiopulmonar se contaron con 216 pacientes, hombres (n=113), mujeres (n=103) sin diferencia estadística, sin embargo hubo mayor cantidad de mujeres mayores de 50 años (n=37) vs hombres mayores de 50 años (n=22). Ocasionando de manera inicial y esperada gradiente alveolo arterial discretamente mas elevados sin relevancia estadística.

El gradiente alveolo arterial presento un incremento durante las mediciones de umbral aeróbico y pico de ejercicio  $10.58 \pm 8.08$  y  $14.89 \pm 7.45$  respectivamente, permaneciendo dentro de los parámetros de normalidad para la edad promedio de los pacientes.

*Hanel et al* en su estudio realizado encontrar aumento del gradiente alveolo arterial probablemente secundario alteraciones agudas en al difusión ocasionando principalmente por presencia de liquido en el espacio alveolar y espacio intersticial producto de la ruptura microvascular. Sin embargo el aumento no fue significativo ni rebaso los valores ajustados para la edad de los atletas durante la prueba.

En cuanto al comportamiento de los gases arteriales: En  $pO_2$  se obtuvieron cifras mayores en sujetos menores de 40 años (73.93 mmHg) vs mayores de 40 años (68.87 mmHg). Durante el umbral aeróbico y el pico de ejercicio no se evidenciaron disminución de la  $pO_2$  por debajo de la medida inicial promedio por grupo etario. *Reuschlein et al* encontraron disminución de la  $pO_2$  por debajo de la inicial (reposo) en comparación con la respuesta máxima a ejercicio en atletas de alto rendimiento, explicando la probable mala adaptación del cardiopulmonar ocasionada por liberación de mediadores de inflamación, presencia de micro sangrado alveolar.

En nuestro estudio no se encontró disminución de la  $pO_2$  inclusive hubo un incremento durante el umbral y ejercicio máximo.

En  $pCO_2$  no hubo diferencia en cifras entre los diferentes grupos etarios como media en reposo de 30.20 mmHg. Durante el umbral la  $pCO_2$  se mantuvo con escasos cambios; en ejercicio máximo se presente una disminución de los valores de  $CO_2$  siendo mayor en los sujetos cuya edad era menor de 50 años con promedio de 26.14 mmHg vs 30.02 mmHg en sujetos mayores de 50 años.

## **12. CONCLUSIONES:**

El gradiente alveolo arterial en altitud moderada en sujeto sanos, no se ve ensanchado en nuestra prueba, tampoco se observaron cambios significativos en el comportamiento de gases de arteriales, principalmente el pO<sub>2</sub> como había sido descrito previamente en otros estudios realizados.

Por el momento aun pendiente el análisis estadístico final para comparar el comportamiento de ambos gases arteriales así como su relación con el gradiente alveolo arterial.

### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. Am J Crit Care Med. 2003; 167:211-277.
2. Nielsen HB. Arterial desaturation during exercise in man: implication for O<sub>2</sub> uptake and work capacity. Scand J Med Sci Sports. 2003; 13: 339-358.
3. Ilarraza-Lomeli H. Prueba de ejercicio con analisis de gases espirados. Arch Cardiol Mex.2012; 82 (2): 160-169.
4. Carter R et al. Use of transcutaneous oxygen and carbon dioxide tensions for assesing indices of gas exchange during exercise testing. Respir Med. 2000; 94: 350-355.
5. Forman D, Myers J, et al. Cardiopulmonary exercise testing: relevant but underused. Postgraduate Medicine. 2010; 122 (6): 1-16.

## 14. ANEXOS

### 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 hs, 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 conectarán en usted dispositivos para monitorizar la oxigenación de la sangre, la presión arterial, el ritmo cardiaco, 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 refiera 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 (O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>) 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.

### **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

### **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

**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

**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/m<sup>2</sup> (No llenar esta parte)

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

1  SI                                      2  NO

**9. Si Usted ha fumado alguna vez, ¿Ha fumado más de 400 cigarros (20 cajetillas de 20 cigarros) 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  
CIRUGÍAS**

**¿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 cardiaco 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
Especifique: _____		
23: ¿Ha recibido tratamientos de quimioterapia para cáncer?	1 <input type="checkbox"/> SI	2 <input type="checkbox"/> NO
24: ¿Ha recibido tratamientos de radioterapia para cáncer?	1 <input type="checkbox"/> SI	2 <input type="checkbox"/> NO
25. ¿Ha recibido medicamentos con Amiodarona (Cordarone) para el corazón?	1 <input type="checkbox"/> SI	2 <input type="checkbox"/> NO
26. ¿Ha recibido alguna vez tratamiento para Tuberculosis?	1 <input type="checkbox"/> SI	2 <input type="checkbox"/> NO
27. ¿Lo han operado alguna vez del tórax, pulmones o corazón?	1 <input type="checkbox"/> SI	2 <input type="checkbox"/> NO
28. ¿Lo han operado alguna vez del abdomen, por arriba del ombligo?	1 <input type="checkbox"/> SI	2 <input type="checkbox"/> NO
29. ¿Lo han operado de los ojos en los últimos tres meses?	1 <input type="checkbox"/> SI	2 <input type="checkbox"/> NO
30. ¿Lo han operado de los oídos en los últimos tres meses?	1 <input type="checkbox"/> SI	2 <input type="checkbox"/> NO
31. ¿Se le ha reventado el oído en los últimos tres meses?	1 <input type="checkbox"/> SI	2 <input type="checkbox"/> NO
32. ¿Le han diagnosticado de anemia en los últimos tres meses?	1 <input type="checkbox"/> SI	2 <input type="checkbox"/> NO