



ACTA DE LA SESIÓN 4 DE NOVIEMBRE DE 2015

“La función pulmonar en alturas moderadas: El caso de la Ciudad de México”

Coordinador. Dr. José. Rogelio Pérez Padilla.

La hipoxemia de los habitantes de la Ciudad de México y de lugares en altura moderada-Dr. José. Rogelio Pérez Padilla.

El Dr. Pérez Padilla presentó los 4 temas que se abordarían en el simposio. Comentó que estas presentaciones se enmarcan en el hecho de que la Ciudad de México está a 2.2 km de altitud sobre el nivel del mar y que esto se considera una altitud moderada. En México hay zonas muy extendidas en el centro y valle de México que está en altitud moderada, alrededor de los 2.4 km de altura. Una altitud entre los 2.5 km y los 4 se considera como alta, entre 4 y 5.5 como muy alta y mayor a este valor como altura extrema. No hay habitantes regulares en altitudes extremas en ninguna parte del mundo. Comentó que en México el 49.6% de la población habita en altitudes moderadas entre 1.5 y 2.5 km de altura y el 4% en grandes alturas mayores a 2.5 km. En Perú la proporción es mucho mayor ya que el 25% de la población vive en altitudes mayores a 2.5 km.

El Dr. Pérez Padilla presentó algunas comparaciones de disponibilidad de oxígeno y fisiología respiratoria entre el nivel del mar y la de Ciudad de México, entre las que destacan, las siguientes:

- La Presión barométrica en la Ciudad de México corresponde al 77% de la del nivel del mar.
- La presión parcial de dióxido de carbono en sangre arterial (PaCO_2) en los habitantes de la Ciudad de México es 78% de la de los que viven en el nivel del mar.
- La saturación de O_2 en la hemoglobina en sangre circulante (SaO_2) es el 96.2% por la hemoglobina.
- Esta compensación se debe al incremento en la ventilación, que es uno de los mecanismos más importante de adaptación; así pues la cantidad total de oxígeno que entra a los pulmones por minuto (V_E) corresponde al 129% en los habitantes de la Ciudad de México con respecto a los habitantes a nivel del mar.
- Existe un incremento de la concentración de hemoglobina en los habitantes de la Ciudad de México causado por hipoxemia crónica.
- Cambia muy poco la presión de oxígeno venoso en los habitantes de la Ciudad de México debido a la adaptación.

Por otra parte el Dr. Pérez Padilla presentó un estudio poblacional realizado en Montevideo (35 m sobre el nivel del mar), Caracas (950 m sobre el nivel del mar) y en la Ciudad de



México (2240 m sobre el nivel del mar), en el que se encontró que en alturas moderadas se incrementa la hipoxemia durante el envejecimiento y también en sujetos obesos. Estos resultados muestran que existe un problema respiratorio potencial en nuestra ciudad debido al envejecimiento de la población y a la epidemia de obesidad.

En el estudio comentado se encontró que en la Ciudad de México hay un 6% de habitantes que están hipoxémicos que se debería manejar con aportación de oxígeno. Sin embargo sólo una baja proporción de ellos usan oxígeno y la mitad de los que sí usan no presentan hipoxia en reposo.

Dijo que para tener una visión más completa se requiere además de los parámetros evaluados en el estudio comentado, de la respirometría, las pruebas funcionales de intercambio gaseoso y la mecánica pulmonar.

Por otra parte en otro estudio realizado en el 2004, se comparó el peso al nacer en poblaciones de EUA, Tíbet en la zona de los Andes y se encontró que el vivir en alturas moderadas o altas se refleja en que la progeñie tiene un bajo peso al nacer; dijo que según estos estudios los niños deberían tener un bajo peso al nacer en la Ciudad de México pero no hay datos que corroboren esta hipótesis.

Asimismo recalcó que los resultados de los estudios presentados muestran que en la Ciudad de México se puede tener una incidencia muy alta de hipoxemia, mientras que esto no pasa en Tíbet, y en otros países con altitud alta, porque son distintas las estrategias de adaptación que presenta el ser humano en cada una de estas condiciones; estas adaptaciones no dependen del incremento de la presión de la arteria pulmonar en el caso de la altitud moderada.

Adicionalmente comentó que los habitantes de la Ciudad de México toleran subir a mayores alturas, pero tienen una menor tolerancia al ejercicio. Se desconoce si vivir en alturas moderadas, con el estrés que significa para el cuerpo, tenga repercusiones neuropsicológicas.

A nivel del mar hay más infecciones gastrointestinales, malaria tuberculosis (tb) asma y alergias, mientras que en altitudes moderadas como la de la Ciudad de México, son más frecuentes otras patologías como la neumonía, las muertes perinatales y por EPOC y otras enfermedades respiratorias más graves, como se pudo constatar en la pandemia de influenza del 2009.

También comentó que en la Ciudad de México no se presenta la enfermedad crónica de la montaña y sólo una mínima alteración de la visión nocturna, lo que llevaría a pensar que no hay un efecto muy marcado, sin embargo hay que considerar la altitud en la que vivimos en ciertos contextos, como puede ser al atender a los enfermos pulmonares que llegan al INER; hay que considerar en dónde viven y como pueden afectarse por la altitud.



Es posible que haya un efecto importante, sobre todo si tienen apnea nocturna; ya que se ha encontrado que en este tipo de casos, sin oxígeno se incrementa mucho la mortalidad.

La mecánica pulmonar en la ciudad de México-Dr. Juan Carlos Vázquez García. Director de Enseñanza del INER.

Para iniciar el Dr. Juan Carlos Vázquez describió los tres componentes que intervienen en la función respiratoria, que incluyen el intercambio gaseoso, las propiedades elásticas de los pulmones, así como el componente motor, en el que interviene la musculatura diafragmática. Asimismo hizo una descripción de la mecánica de la caja torácica y el papel que juega la gravedad tanto cuando el sujeto está de pie como cuando está acostado.

Describió cómo la espirometría es básica para evaluar el estado de salud y enfermedad, relatando las distintas pruebas diagnósticas que se realizan para determinar cuál de los componentes de la función respiratoria puede estar afectado en cada paciente. Así pues, el Dr. Vázquez comentó la relación de la espirometría, que es una prueba en la que se puede medir la función del aparato respiratorio a partir de la medición de flujos y volúmenes, con distintas afecciones respiratorias, como el enfisema, el asma y problemas torácicos.

Puso como ejemplo el diagnóstico de la enfermedad obstructiva crónica (EPOC) en la que se puede realizar el papel que juega en cada paciente el componente mecánico y el intercambio gaseoso.

Dentro de la espirometría hay algunos indicadores que se han usado para comparar la función respiratoria en varios grupos, como:

- La capacidad vital forzada, (FVC) que se refiere al máximo volumen de aire espirado, con el máximo esfuerzo posible, partiendo de una inspiración máxima. Se expresa como volumen (en ml) y se considera normal cuando es mayor del 80% de su valor teórico.
- El volumen espirado máximo después del primer segundo de la espiración forzada (FEV₁) Aunque se expresa como volumen (en ml), dado que se relaciona con el tiempo supone en la práctica una medida de flujo. Se considera normal si es mayor del 80% de su valor teórico.
- Relación FEV₁/FVC (FEV₁%): Expresada como porcentaje, indica la proporción de la FVC que se expulsa durante el primer segundo de la maniobra de espiración forzada. Es el parámetro más importante para valorar si existe una obstrucción, y en condiciones normales ha de ser mayor del 75%, aunque se admiten como no patológicas cifras de hasta un 70%.



El Dr. Vázquez relató que tanto el FVC como el FEV₁, dependen de la estatura, sexo y edad de las personas. Esto se ve de forma muy marcada en entre los latinoamericanos, según el estudio PLATINO, en el que es aparente que las mujeres tienen un FEV₁ y un FVC menor que los hombres entre los 40 y los 90 años de edad. En cuanto a la FEV₁ en los mexicanos, comentó que aumenta en los primeros 20 años de edad y que a partir de los 30 años disminuye en una proporción de 30 ml por año.

Comentó los determinantes de la función pulmonar en la población, dividiéndolos entre los que se presentan en la etapa maternal y prenatal que incluyen los genes, el tabaquismo, la nutrición, el peso al nacer y la prematuridad. En la etapa de crecimiento y desarrollo señaló los genes que intervienen en el desarrollo, los factores tempranos, las infecciones, el medio ambiente, la dieta y el ejercicio. En cuanto a la declinación y el envejecimiento dijo que participaban los mismos que en la etapa anterior, además de que resaltó el papel preponderante que tiene el tabaquismo.

Posteriormente el Dr. Vázquez presentó diversos estudios en los que se comparan los valores de espirometría entre los mexicanos y los valores internacionales de referencia, así como en la población estadounidense en la que se distingue la subpoblación mexicana, que tiene valores intermedios entre los caucásicos y los afro-americanos. Resaltó algunos artículos en los que se reporta los resultados de un estudio longitudinal de la función pulmonar en el Distrito Federal y muestran que cada vez se apartan más de lo predicho por los índices internacionales.

La capacidad del ejercicio en la Ciudad de México-Dr. Luis Torre Bouscoulet.

El Dr. Torre comentó que se ha reportado que hay diferente capacidad de hacer ejercicio a nivel del mar y en altitudes moderadas y altas.

Planteó las principales motivaciones para estudiar la capacidad de realizar ejercicio, entre las que se encuentran las siguientes:

- Realizar un diagnóstico diferencial en el caso de que un paciente presente disnea.
- Establecer el “Perfil” de respuesta al ejercicio de cada sujeto.
- Determinar los factores que limitan la capacidad de ejercicio.
- Permite cuantificar el grado de incapacidad de un paciente.
- Para realizar una valoración pre-operatoria.
- Diagnosticar el Asma inducida por ejercicio.
- Realizar la evaluación de tratamientos para padecimientos respiratorios.
- Rehabilitación de pacientes con padecimientos respiratorios.
- Dentro del proceso de un trasplante pulmonar.
- Pronóstico de los padecimientos pulmonares.

Comentó sobre las distintas pruebas que se pueden usar para la evaluación de la capacidad de realizar ejercicio que van desde los pocos complejos, hasta los que son muy complejos.



Así pues la manera menos compleja para esta evaluación es la realización de un cuestionario y en orden creciente de complejidad se encuentran,

Subir una escalera, realizar una caminata de 6 minutos (C6M), caminata corta y Prueba de Ejercicio Cardiopulmonar (PECP). La PECP permite evaluar el funcionamiento respiratorio, cardiovascular, metabólico, muscular y neurosensorial.

Presentó resultados que muestran que hay una relación inversa entre el consumo de oxígeno y la sobrevida en pacientes con EPOC.

Asimismo, describió las ventajas de la prueba de caminata de 6 minutos, desde el artículo en que se describió a esta prueba hasta su uso para determinar los parámetros de la capacidad respiratoria de los habitantes de la Ciudad de México.

Como conclusiones el Dr. Torre presentó las siguientes:

- La altitud modifica la capacidad para hacer ejercicio y debe ser tomada en cuenta para la interpretación de las pruebas
- Medir la capacidad de ejercicio es de gran importancia en la práctica clínica
- El médico “moderno” debe estar entrenado en la interpretación de algunas pruebas que evalúan la capacidad de ejercicio.
- En algunos aspectos, las pruebas sencillas (C6M) que evalúan la capacidad de ejercicio son tan buenas como las sofisticadas
- Existen datos de “normalidad” en adultos mexicanos para la prueba de caminata de 6 minutos y para la prueba cardiopulmonar de ejercicio

El control respiratorio en sueño y vigilia en la Ciudad de México-Dr. Armando Castorena Maldonado.

Para iniciar su presentación el Dr. Castorena presentó los efectos del sueño sobre la ventilación en condiciones normales a nivel del mar. Asimismo resaltó las diferencias que hay en hombres y mujeres; dijo que la respuesta ventilatoria hipóxica en sueño es diferente, mientras que la respuesta ventilatoria hipercápnica es igual.

En cuanto a otras variables que influyen en el control de la respiración al dormir presentó las siguientes:

1. Aumento de la resistencia respiratoria de la vía aérea superior.
2. Respuesta alertante cardiorespiratoria.

También presentó los mecanismos ligados al control de la ventilación durante el sueño, resaltando los siguientes:

1. Disminución de la tasa metabólica-disminución de la quimiosensibilidad.
2. Aumento en el flujo sanguíneo cerebral.
3. Cambios en la actividad neurológica.



En cuanto a la situación de la ventilación durante el sueño en México comentó que en condiciones normales al dormir disminuye la saturación de oxígeno alrededor del 2% y aumenta el bióxido de carbono en 2.4 mm Hg, y que existe una respuesta aguda a la altitud elevada que se caracteriza por apneas, respiración periódica e hipoxemia. Sin embargo en condiciones crónicas se presenta una adaptación y/o aclimatación a altitudes elevadas. Esto es importante ya que 140 millones de personas viven a más de 2.5 km de altitud en todo el mundo.

En el caso de México, el Dr. Castorena presentó un estudio en el que se incluyeron 19 pacientes con enfermedad pulmonar intersticial y 12 controles sanos a los que se les realizaron dos estudios polisomnográficos (basal y con oxígeno suplementario), en el que se encontró que los pacientes en México están más desaturados. En cuanto a los habitantes sanos de la Ciudad de México, el Dr. Castorena presentó un estudio con 12 hombres y 11 mujeres, nacidos y residentes en la Ciudad de México, de una edad promedio de 45 ± 14.9 años y un índice de masa corporal promedio de 24.7 ± 3.0 kg/m², en este estudio se encontraron valores normales en las pruebas de función respiratoria durante el sueño, en todos los sujetos.

En el caso de las poblaciones que viven en altitudes altas, el Dr. Castorena presentó la comparación de los habitantes de Tíbet y de Chile, en las que de manera interesante se encuentra que los de Tíbet están mejor adaptados, pues presentan un impacto menor en arritmias e hipoxemia y una mayor frecuencia de respiración periódica durante el sueño, que los chilenos.

También comentó que se han encontrado cambios genéticos en la población tibetana que causan que en condiciones de hipoxia, haya una mayor expresión del factor HIF-1 α , no así del factor HIF-2 α , mientras que en personas que viven en bajas altitudes, cuando se encuentran en condiciones hipóxicas, se elevan ambos factores.

Como conclusiones el Dr. Castorena señaló las siguientes:

- A moderada altitud (como en la que viven los residentes de la Ciudad de México) la ventilación durante el sueño muestra cambios de aclimatación, que se caracterizan por una menor oxigenación y bióxido de carbono, sin respiración periódica, y probablemente presenten más apneas.
- Esto puede causar un mayor impacto con enfermedades respiratorias.
- Podría haber diferencias de género.
- Los criterios de hipoxemia e hipoventilación durante el sueño tienen que redefinirse.

Es necesaria realizar investigación genética sobre la adaptación a la altitud en nuestra población.

***El texto de esta ponencia se encuentra disponible en la página de la ANM**