

Evaluación de pacientes con patología respiratoria que efectúan vuelos en avión

IVÁN CAVIEDES S.* y RODRIGO SOTO F.**

Assessment of fitness to fly in patients with respiratory disease

To keep a pressure that allows human life, commercial airplanes need to pressurize their cabins, which mean an equilibration between the fuselage structure, the fuel consumption and the operational costs. In this condition they can only maintain cabin pressures of a simulated altitude of 8,000 feet. The Dalton's law indicates that the inspired partial pressure of oxygen is severely reduced, meaning a real hypoxic condition for humans. Another physical modifications that take place in this artificial media, such as low air humidity and reduced vital capacity because of abdominal gas decompression. These alterations are well tolerated by normal individuals, but this is not the case for chronic respiratory patients. They suffer a severe deterioration of their oxygenation. There are only limited studies about patients in these conditions. On the other hand, control has not been obligatory and the decision to allow the flight depends on the pulmonary physician's advice or on the patient's own decision. In this article we discuss general concepts about this merging problem and describe some rational ways to evaluate these patients based on available information.

Key words: Chronic obstructive pulmonary disease; commercial air flights; chronic respiratory patients; hypoxia challenge test.

Resumen

La necesidad de que los aviones comerciales presuricen su cabina para mantener presiones compatibles con la vida, requiere equilibrar la estructura del fuselaje, el consumo de combustible y el costo operacional, limitaciones que sólo permiten mantener presiones de cabina correspondientes a 8.000 pies (2.438 m). Según la ley de Dalton, esta altura sobre el nivel del mar implica una acentuada disminución de la presión inspirada de oxígeno, situación de hipoxia real para el ser humano. Otras alteraciones de este medio artificial afectan también la respiración normal, como la humedad ambiental de un 20% y la disminución de la capacidad vital por descompresión del gas abdominal. Estos cambios, habitualmente bien tolerados por un individuo normal, no lo son para pacientes con patología respiratoria crónica, en quienes se ha demostrado profundo deterioro de la oxigenación. Los estudios al respecto son limitados y basados en restringidas series de casos. Por otro lado, el control de este aspecto no ha sido obligatorio, por lo que la decisión de aconsejar el vuelo en avión en un paciente, depende del criterio de su médico o bien de la propia decisión del paciente. En este artículo presentamos conceptos generales de este problema emergente y planteamos algunas líneas racionales de evaluación.

Palabras clave: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica, vuelos comerciales, pacientes respiratorios crónicos, test de hipoxia.

* Servicio y Laboratorio Broncopulmonar, Clínica Alemana de Santiago.

** Hospital Clínico Fuerza Aérea de Chile.

*** Facultad de Medicina Clínica Alemana, Universidad del Desarrollo.

Introducción

Con el advenimiento de la aviación moderna los vuelos en avión comercial se efectúan en alturas crucero de 32.800 - 44.280 pies (10.000-13.500 m), lo que resulta incompatible con la vida, de tal modo que sus cabinas deben presurizarse para imitar alturas geográficas que semejen el hábitat humano. Por razones de peso, consumo de combustible y costo, es impracticable que logren mantener presiones de cabina a nivel del mar, de tal modo que su presurización habitual es de 565 mmHg, correspondiente a 8.000 pies (2.438 m), lo que en ningún caso significa una condición fisiológica normal.

La troposfera tiene una composición constante de gases, con aproximadamente un 78% de nitrógeno y un 21% de oxígeno; en la medida en que se asciende desde el nivel del mar, la presión barométrica disminuye logarítmicamente, con una reducción de la presión inspirada de oxígeno (PiO_2) de 149 a 108 mmHg (Figura 1). Si se efectúa una corrección según la presión barométrica correspondiente a una altura de 8.000 pies, equivale a respirar una fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) de apenas 0,15, situación en que todos los individuos disminuyen significativamente su oxigenación.

El centro respiratorio responde en forma compleja y no plenamente aclarada frente a la hipoxia, de hecho los cuerpos carotídeos dependen de la respuesta ventilatoria inherente del individuo frente a la hipoxia, la que determinada en forma experimental a nivel del mar, se correlaciona directamente con el comportamiento frente a la hipoxia por altura. No obstante la respuesta ventilatoria, en los individuos normales la pre-

sión arterial de oxígeno (PaO_2) desciende hasta valores de 54-64 mmHg (según la edad), en alturas de cabina de 8.000 pies, sin un impacto significativo en el contenido arterial de oxígeno, el que disminuye menos del 10%¹⁻³.

En condiciones fisiológicas, a medida que aumenta la altura, aumenta el trabajo respiratorio (Wr) por la necesidad de incrementar el volumen minuto para mantener una PO_2 adecuada, eliminando CO_2 , es decir aumentando la ventilación alveolar. A pesar de que la disminución de la densidad del aire aminora parcialmente el Wr al reducir la carga resistiva de la convección del gas, cualquier esfuerzo efectuado a mayor altura, implica incremento del volumen minuto proporcional a la disminución de la presión barométrica y por ende aumento del Wr . Individuos con respuesta ventilatoria inherente elevada, pueden incurrir en incrementos desproporcionados de Wr con la altura. Los pacientes con patología respiratoria crónica no sólo requieren de mayor Wr , sino que además sufren de una disminución de la capacidad pulmonar total por la restricción impuesta por la descompresión del gas abdominal, el que según la ley de Boyle aumenta su volumen en un 25%. Todas estas condiciones inciden en que pacientes con enfermedades respiratorias crónicas reduzcan su oxigenación hasta niveles críticos¹⁻³.

Los rangos de hipoxemia severa que alcanzan estos pacientes, plantean la necesidad de considerar si se requiere de oxígeno adicional o si se debe proibir su capacidad de viajar en avión^{1,4}. Akero y cols, en estudios recientes en pacientes con EPOC moderada a severa en condición estable, sin hipoxemia basal o con hipoxemia leve, y sin hipercarbia, han demostrado descensos

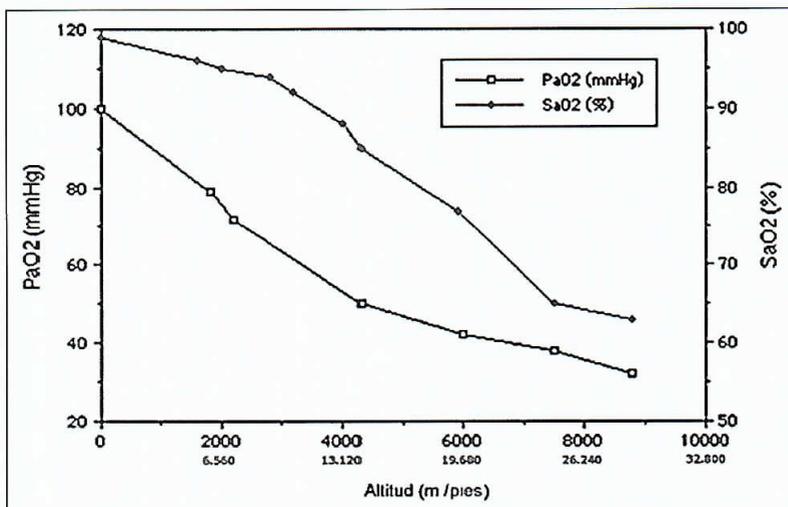


Figura 1. Presiones arteriales y saturaciones de oxígeno (SaO_2) según altura geográfica. La disminución de la PiO_2 en alturas de cabina de 8.000 pies (2.438 m), disminuye la PaO_2 en individuos normales a valores de 54 - 64 mmHg, según la edad. (Adaptado de: West J²).

profundos de la oxigenación, en especial frente a desplazamientos breves en la cabina, tanto en vuelos de duración moderada (5h, 40 min) como en condiciones de altura simulada. Estas observaciones han cuestionando la seguridad que aportarían valores normales de gases arteriales basales en estos enfermos, demostración que ha sido reafirmada, al obtenerse resultados semejantes en pacientes con patología pulmonar intersticial⁵⁻⁸.

Del billón de pasajeros anuales que se estima que viaja en vuelos comerciales desde el año 2003, se desconoce cuál es el universo de los pacientes con patología respiratoria que viaja; de hecho, en un estudio de 44 pacientes con EPOC severa que volaron en avión comercial durante un período de 28 meses, Dillard observó que sólo el 27% de ellos consultó un médico previo al viaje⁹. Se supone por lo demás, que en las próximas dos décadas el número de vuelos se duplicará.

El nivel de investigación y la evidencia disponible en pacientes con EPOC y con otras patologías asociadas, como cardiopatías, es escaso, basándose principalmente en series de casos. Además, el control de estos riesgos no ha sido obligatorio ni regular, incluso la información de los médicos respecto a este tema es limitada, como se ha demostrado en encuestas realizadas por correo¹⁰. Intentar prevenir el riesgo al que se exponen los pacientes con patología respiratoria crónica es materia del especialista en enfermedades respiratorias, razón que nos ha motivado a realizar esta revisión.

Métodos de evaluación funcional respiratoria

Para reducir el riesgo de los pacientes con patología respiratoria crónica, se han desarrollado varios documentos de consenso: la British Thoracic Society (BTS)¹¹ ha planteado recomendaciones con grados de evidencia para los pasajeros que vuelan en aviones comerciales, al igual

que la Aerospace Medical Association¹², basándose en las series de casos disponibles y en criterios de consenso. En nuestro país no se dispone de una normativa el respecto, dependiendo tanto la evaluación médica como la autorización para el vuelo del médico tratante. En individuos con patología respiratoria previamente establecida, pueden acontecer descompensaciones severas: hipoxemia profunda, fatiga ventilatoria, compromiso del sensorio, arritmias e infartos del miocardio. La evaluación debe considerar aspectos de importancia general, como la presencia de patología coronaria, anemias, enfermedades cerebrovasculares, cirugías recientes, inmovilización prolongada, tromboembolismo pulmonar, neoplasias e incluso el lugar de destino (Tabla 1).

La evaluación funcional se efectúa para identificar aquellos individuos que puedan desarrollar hipoxemia significativa durante el vuelo y las complicaciones derivadas de ella (Tablas 2, 3 y 4). Se han descrito básicamente tres métodos de evaluación funcional:

Test de los 50 metros

Se le describe regularmente en las publicaciones relacionadas con el tema. Se trata de un método sencillo, corresponde a simular la deambulación dentro de una cabina de avión, de hecho, las desaturaciones más profundas en pacientes con EPOC se han demostrado al desplazarse dentro del avión. Consiste en apreciar si el paciente es capaz de deambular 50 metros en plano sin apremio respiratorio. En estudios experimentales este esfuerzo ha sido homologado a un pedaleo en bicicleta ergométrica con cargas de 20 a 30 W o a marchas en tapiz rodante a una velocidad 2,4 - 3 km/h.

Es un predictor cuestionable desde el punto fisiológico; no corresponde a un test de marcha

Tabla 1. Algunos puertos de destino en América y su altura geográfica

Ciudad	País	Altura pies	Altura metros
Denver	Estado Unidos	5.280	1.609
México	México	7.091	2.149
Bogotá	Colombia	8.355	2.546
Quito	Ecuador	9.222	2.811
Portillo	Chile	9.842	3.000
La Paz	Bolivia	13.310	4.056

Tabla 2. Evaluación funcional respiratoria pre vuelo en adultos*

Los siguientes adultos deben ser evaluados previo a un vuelo en avión:

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica o asma severa (B)
Enfermedad pulmonar restrictiva severa (deformidades de la pared torácica o enfermedades neuromusculares), especialmente con hipoxemia y/o hipercapnia (C)
Fibrosis quística (C)
Síntomas respiratorios en vuelos previos (disnea, dolor torácico, confusión o síncope) (C)
Comorbilidad con patologías que empeoren con hipoxemia (enfermedad cerebrovascular, enfermedad coronaria, insuficiencia cardíaca) (C)
Tuberculosis pulmonar (C)
≤ 6 semanas de alta por enfermedad respiratoria aguda (C)
Neumotórax reciente (B)
Riesgo de, o tromboembolismo pulmonar previo (B)
Requerimiento preexistente de oxígeno terapia o ventilación mecánica (C)

Se recomienda la siguiente evaluación:

Historia y examen físico, con referencia a enfermedades cardiorespiratorias, disnea y experiencia previa en vuelos (C)
Espirometría (C)
Saturación de oxígeno por oximetría de pulso. Se prefiere tomar muestra de gases arteriales en caso de hipercapnia (C)
En individuos con SaO₂ basal entre 92-95%, con factores de riesgo asociados, se recomienda efectuar test de hipoxia (C)

*Adaptado de: Coker R et al¹¹. En paréntesis el grado de evidencia.

Tabla 3. Contraindicaciones, limitaciones y situaciones especiales para vuelos en avión*

1) No deben volar:

Pacientes con tuberculosis pulmonar activa hasta que sean considerados no contagiosos, (3 baciloscopías (-) en días consecutivos durante tratamiento, o cultivos negativos) (B)
Pacientes con Neumotórax cerrado (C)

2) Pacientes que han sido sometidos a cirugía torácica mayor:

En cirugía no complicada pueden volar 6 semanas después sólo si es imprescindible y con evaluación médica formal (C)
Algunas aerolíneas aceptan pacientes con lapsos < 2 semanas
Se desconoce el riesgo relativo de estas dos proposiciones

3) Pacientes con cáncer pulmonar:

El cáncer pulmonar no es una contraindicación *per se* para volar. Sin embargo, se deben considerar las patologías respiratorias asociadas (C)

4) Pacientes que utilizan equipos de soporte:

Los equipos de CPAP deben tener baterías adecuadas y deben ser desconectados antes del aterrizaje
Los pacientes dependientes de ventilación mecánica deben informar a la línea aérea de sus requerimientos al hacer la reserva. Se debe adjuntar un informe médico que indique el diagnóstico, resultado de exámenes recientes, equipamiento necesario e indicaciones del ventilador
Es necesario un acompañante paramédico
Se deben efectuar además los arreglos correspondientes para contar con el apoyo necesario en los terminales aéreos antes y después de los vuelos (C)

5) Logística de los vuelos en avión con oxígeno:

El oxígeno se indica regularmente a 2 L/min por naricera durante el vuelo
Se administra desde que se alcanza la altura crucero y se desconecta en el descenso
En pacientes con oxígeno terapia, se debe incrementar el flujo de oxígeno cuando se alcanza la altura crucero (B)

6) Circunstancias complejas:

En circunstancias de decisión compleja los pacientes pueden ser referidos para ser evaluados con test de hipoxia
Aún con oxígeno suplementario durante el vuelo, la seguridad total no puede ser garantizada

*Adaptado de: Coker R et al¹¹. En paréntesis el grado de evidencia.

Tabla 4. Evaluación funcional respiratoria pre vuelo en niños*

1) Recién nacidos:

En recién nacidos, se considera aconsejable esperar 1 semana después del nacimiento, para asegurar que el niño esté sano, antes de permitir el vuelo (C)

Si el niño ha presentado cualquier problema respiratorio neonatal, el viaje debe ser planificado con el pediatra y se debe considerar un test de hipoxia (B)

2) Niños dependientes de oxigenoterapia:

Cuando el vuelo es imperativo en niños dependientes de oxígeno, (incluyendo niños ex prematuros con enfermedades pulmonares crónicas como displasia broncopulmonar), los requerimientos de oxígeno deben ser titulados en un pletismógrafo corporal (B)

Dentro de un pletismógrafo el niño acompañado por uno de sus padres recibe oxígeno por una naricera. El aire de la cabina es diluido con nitrógeno hasta alcanzar una FiO_2 de 15%, monitorizando continuamente la SAO_2 . Cualquier caída en la saturación debe ser corregida ajustando el flujo de oxígeno por la naricera, que corresponde al flujo que se administrará durante el vuelo

*Adaptado de: Coker R et al¹¹. En paréntesis el grado de evidencia.

estandarizado como el test de marcha de 6 minutos. No se efectúan mediciones cuantitativas de la distancia, del grado de disnea, de la saturación ni del ritmo cardíaco, tampoco está definido quién y dónde se debe realizar. Su práctica es externa a los laboratorios de función pulmonar^{5,6,10}.

Ecuaciones predictivas

Consiste en utilizar una serie de ecuaciones predictivas que se han desprendido del estudio de pacientes con EPOC, que han sido sometidos a condiciones de hipoxia experimental controlada y en quienes se han medido los gases arteriales (Tabla 5). Algunas de estas ecuaciones incluyen el volumen espiratorio forzado en 1 segundo (VEF_1) como factor de corrección¹³⁻¹⁵. Son poco utilizadas por la comunidad médica, la fuerza de la evidencia para determinar la indicación de oxigenoterapia durante el vuelo no está definida y han sido rebatidas por publicaciones recientes.

Christensen, Seccombe y otros, no han demostrado correlación entre los valores basales de PaO_2 , VEF_1 y capacidad de transferencia de monóxido de carbono (DLCO), al estudiar el comportamiento de la oxigenación y la saturación de oxígeno en pacientes con patología pulmonar restrictiva y EPOC en condiciones de altura simulada con hipoxia hipo y normobárica. En sus estudios han determinado PaO_2 menores a las estimadas sobre la base del valor a nivel del mar, en especial en los pacientes con peor

oxigenación. Incluso los límites de oxigenación dentro de la cabina, de 50-55 mmHg, definidos como aceptables por algunas guías clínicas para que los pacientes con EPOC puedan volar, también han sido cuestionados^{6,11,16,17}.

Test de hipoxia

El test de hipoxia, es considerado el "gold standard", consiste en evaluar la respuesta individual frente a una fracción inspirada de oxígeno que simula la respirada a una altura de cabina de 8.000 pies. Es el test con fundamento fisiológico más sólido y con resultados más objetivos. En laboratorios de función pulmonar se efectúan regularmente estudios y adiestramiento en condiciones de hipoxia controlada, que se puede lograr en forma normo o hipobárica.

La hipoxia normobárica se puede inducir utilizando una mezcla gaseosa enriquecida con nitrógeno, la fracción inspirada de oxígeno que se desea crear, se determina calculando previamente la PiO_2 según tablas de presión barométrica. El método más sencillo es administrar la mezcla gaseosa por medio de una máscara de Venturi, aumentado el flujo de nitrógeno y controlando la estabilidad de la concentración de oxígeno inspirado con una celda analizadora. Otro método que requiere de un montaje más complejo y de mayor costo, consiste en utilizar la cabina de un pletismógrafo corporal y reemplazar el aire por una mezcla gaseosa conocida, con una concentración de 15% de oxígeno. Una variación de este método es utilizar un sistema Hood sobre la

Tabla 5. Ecuaciones para predecir hipoxemia durante el vuelo

- 1.- Relaciona la PaO₂ en altura (PaO₂ alt) con la PaO₂ a nivel del mar (PaO₂ mar).
PaO₂ alt (mmHg) = 0,41 x PaO₂ mar (mmHg) + 17.652
- 2.- Relaciona la PaO₂ en altura con la PaO₂ a nivel del mar, e incluye el VEF₁ en litros.
PaO₂ alt (mmHg) = 0,519 x PaO₂ mar (mmHg) + 11.855 x VEF₁ (L) - 1.760
- 3.- Relaciona PaO₂ en altura con la PaO₂ a nivel del mar e incluye el VEF₁ como porcentaje del predicho.
PaO₂ alt (mmHg) = 0,453 x PaO₂ mar (mmHg) + 0,386 x VEF₁ (% predicho) + 2,44
- 4.- Relaciona PaO₂ en altura con PaO₂ a nivel del mar e incluye la altura del vuelo.
PaO₂ alt (mmHg) = 22,8 - (2,74 x altura miles de pies/1.000) + 0,68 x PaO₂ mar (mmHg)

cabeza y hombros del paciente, ventilado con una fuente continua de oxígeno al 15%^{11,18-20}.

El método físicamente más preciso es el hipobárico, consiste en modificar la presión barométrica en una cámara hipobárica, sólo disponible en centros especializados, en que se efectúa estudio y adiestramiento a diferentes presiones (como el que se realiza en pilotos para reconocer defectos en sus fuentes de oxígeno o en individuos que se desempeñan en grandes alturas). Estos equipos son de una complejidad y costo sustancialmente superiores. Los métodos previamente mencionados, han sido debidamente estandarizados y sus resultados son comparables¹⁸.

La hipoxia controlada, corresponde a una técnica de provocación que permite detectar hipoxemias profundas o bien síntomas, signos o las alteraciones que pueda causar, por lo tanto, el control de la oxigenación, la monitorización cardíaca y la vigilancia médica son perentorios, además del consentimiento informado de las razones, riesgos y eventuales resultados del examen. Este estudio tiene variantes como evaluaciones en reposo, en bicicleta ergométrica con cargas bajas o marcha fisiológica en tapiz rodante. Otra modificación de estos métodos, es la que se está aplicando en centros de entrenamiento deportivo de alto rendimiento, en los que se entrena en condiciones de hipoxia normobárica en tiendas cerradas o con mezclas empobrecidas de O₂ en reposo, y con diversos grados de ejercicio, incluyendo ejercicio intenso en bicicleta ergométrica.

En el test de hipoxia clásico para la evaluación de vuelos en avión se hace respirar al paciente una FiO₂ de 15%, que se obtiene por medio de un flujo de nitrógeno administrado a través de una máscara de Venturi al 40% con circuito abierto. El estudio se efectúa con el

paciente cómodamente sentado, la estabilidad de la mezcla gaseosa se controla con una celda de oxígeno dentro de la máscara. Se monitoriza el ritmo cardíaco con electrodos en las posiciones standard para derivaciones bipolares (considerando la frecuente coexistencia entre patología respiratoria y cardíaca crónicas) y se controla continuamente la saturación de oxígeno (SaO₂)¹⁸.

El estudio se prolonga hasta obtener una estabilización de la SaO₂, con una duración máxima de 20 minutos. Si se observa desaturación sostenida bajo el 90% con un registro estable, se determina además la PaO₂ con una muestra de gases en sangre arterial. Algunos autores aconsejan incluso efectuar mediciones de gases arteriales al inicio y al final del examen. No hay criterios establecidos de suspensión del test, sin embargo, se considera razón de suspensión si el paciente presenta SaO₂ inferiores al 85%, disnea, ángor o extrasistolía supraventricular o ventricular frecuente, criterios que dependen del médico que lo realiza.

El estudio permite evaluar la condición del paciente frente a una condición de *hipoxia real controlada*, sin embargo, a pesar de la importancia de detectar previamente alteraciones en una condición de provocación vigilada, su difusión es limitada y poco disponible por razones de infraestructura, de tal modo que muchos pacientes efectúan vuelos en avión sin una evaluación adecuada.

Indicaciones

En general, aquellos pacientes con patología respiratoria crónica con VEF₁ o DLCO iguales o menores a 50%, o bien con hipoxemia o hiper-capnia, tienen una disminución moderada a severa de su capacidad funcional y requieren de una evaluación funcional pre vuelo, del mismo

modo que los pacientes con enfermedades respiratorias crónicas y comorbilidad cardíaca. Las indicaciones para efectuar evaluación funcional respiratoria pre vuelo, en adultos y niños se describen en las Tablas 2, 3 y 4.

En relación a la determinación de la SaO₂ a nivel del mar en estos pacientes, la BTS considera que individuos con una SaO₂ < 92%, o que estén siendo tratados con oxigenoterapia crónica, requieren necesariamente de oxígeno durante el vuelo (recomendación nivel B). Aquellos individuos con una SaO₂ > 95% o una SaO₂ > 92% con EPOC leve o moderado, sin hipercapnia ni agudización reciente, no requerirían de O₂ adicional (recomendación nivel C). Sin embargo, los pacientes en situación intermedia deben ser evaluados con el test de hipoxia (recomendación nivel B), (Tabla 6)¹¹.

Valoración del test de hipoxia

1. Si en el test de hipoxia el paciente conserva una PaO₂ > 55 mmHg (saturación de O₂ > 87%), no se requiere de oxígeno.
2. Si el paciente mantiene una PaO₂ entre 50 y 55 mmHg, (saturación de O₂ entre 85-87%), se le considera en condición límite. Sin embargo, el deterioro que se aprecia en la oxigenación al deambular, aconseja considerar la administración de O₂, decisión que depende en definitiva del médico tratante.
3. Si las saturaciones de oxígeno son inferiores, el paciente no sólo requiere de oxígeno, sino que también se debe definir si está realmente apto para volar¹¹.

Indicación de oxigenoterapia durante el vuelo en avión

La dosis de oxigenoterapia necesaria durante el vuelo no está bien establecida, actualmente es materia de convención y decisión del especialis-

ta en enfermedades respiratorias, al igual que la declaración de aptitud o inaptitud para el vuelo. Como concepto general, la indicación standard corresponde a flujos de O₂ ≥ 2 L/min, salvo en aquellos pacientes que se encuentren con oxigenoterapia crónica, en quienes se indican 2 L/min de O₂ sobre su dosis de oxigenoterapia basal^{11,12,21,22}.

Cramer y cols, en un estudio sencillo en pacientes con espirometría obstructiva (VEF₁ y DLCO medio de 40% y 48% respectivamente) y espirometría restrictiva (CVF, relación VEF₁/CVF y DLCO medios de 58, 81 y 38%), demostró que la inducción de hipoxia normobárica en un ambiente semejante al de una cabina de avión, era revertida al nivel basal suplementando oxígeno con un flujo de 2 L/min por naricera, resultado que concuerda con la práctica habitual²³.

Con el fin de precisar mejor la indicación de oxigenoterapia, se ha postulado también medir la oxigenación al administrar un flujo de oxígeno de 2 L/min durante 20 min, si se ha demostrado en el test de hipoxia una PaO₂ de 56 mmHg. Si la PaO₂ mejora, el paciente podría volar con oxígeno suplementario, si la PaO₂ no aumenta, se considera que el paciente definitivamente no está apto para volar³.

Conclusión

Los vuelos en avión comercial son una realidad del transporte actual, que se efectúan en un ambiente de hipoxia. Esta situación es bien tolerada por individuos normales, sin embargo, puede implicar un riesgo real en pacientes con enfermedades respiratorias crónicas, en especial con comorbilidad cardíaca. La información y el control al respecto es limitado, sin embargo, existen métodos para disminuir estos riesgos. El test de hipoxia normobárica es un instrumento útil en

Tabla 6. Resultado de la evaluación inicial

Tamizaje	Recomendación
SaO ₂ (nivel del mar) > 95%	No requiere O ₂ (B)
SaO ₂ (nivel del mar) 92 – 95%, sin factores de riesgo	No requiere O ₂ (C)
SaO ₂ (nivel del mar) 92 – 95% y factores de riesgo adicional*	Efectuar test de hipoxia (B)
SaO ₂ (nivel del mar) < 92%	Requiere oxígeno durante el vuelo (B)
Oxigenoterapia domiciliaria a nivel del mar	Aumentar flujo oxígeno durante el vuelo (B)

* Factores de riesgo adicional: hipercapnia, VEF₁ < 50% del predicho, cáncer pulmonar, patología pulmonar restrictiva con compromiso del parénquima (fibrosis pulmonar), deformaciones de la pared del tórax (cifoescoliosis) o compromiso de la musculatura respiratoria, ventilación mecánica, enfermedades cerebrovasculares o cardíacas, < 6 semanas del alta de descompensación de una enfermedad respiratoria o cardíaca crónica.

una condición de provocación controlada de hipoxia, que puede ser efectuado en laboratorios de función pulmonar para definir qué pacientes corren riesgos en estos viajes, quiénes requieren de oxígeno adicional, o bien quiénes no deben volar.

Bibliografía

- 1.- SCHOENE R. Limits of human lung function at high altitude. *The Journal of Experimental Biology* 2001; 204: 3121-7.
- 2.- JOHNSON A. Chronic obstructive pulmonary diseases. Fitness to fly with COPD. *Thorax* 2003; 58: 729-32.
- 3.- ROBSON A, HARTUNG T, INNES J. Laboratory assessment of fitness to fly in patients with lung disease: a practical approach. *Eur Respir J* 2000; 16: 214-9.
- 4.- SCHWARTZ J, BENCOWITZ H, MOSER K, et al. Air travel hypoxaemia with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 1984; 100: 473-7.
- 5.- AKERO A, CHRISTENSEN C, EDVARDBSEN A, et al. Hypoxaemia in chronic obstructive pulmonary disease patients during a commercial flight. *Eur Respir J* 2005; 25: 725-30.
- 6.- SECCOMBE L, KELLY P, WONG C, et al. Effect of simulated commercial flight on oxygenation in patients with interstitial lung disease and chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2004; 59: 919-20.
- 7.- CHRISTENSEN C, RYG M, REFVEM O, et al. Effect of hypobaric hypoxia on blood gases in patients with restrictive lung disease. *Eur Respir J* 2002; 20: 300-5.
- 8.- MORTAZAVI A, EISENBERG M, LANGLEBEN D, et al. Altitude-related hypoxia: risk assessment and management for passengers on commercial aircraft. *Aviat Space Environ Med* 2003; 74: 922-7.
- 9.- DILLARD T, BENINATI W, BERG B. Air travel in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Intern Med* 1991; 151: 1793-5.
- 10.- COKER R, PARTRIDGE M. Assessing the risk of hypoxia in flight: the need for more rational guidelines. *Eur Respir J* 2000; 15: 128-30.
- 11.- COKER R, BOLDY D, BUCHDAHL R, et al. Managing passengers with respiratory disease planning air travel: British Thoracic Society recommendations. *Thorax* 2002; 57: 289- 304.
- 12.- ÁLVAREZ D, BAGSHAW M, CAMPBELL M, et al. Medical guidelines for airline travel, 2nd edition. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 2003; 74: A1-A19.
- 13.- DILLARD T, ROSEMBERG A, BERG B. Hypoxemia during altitude exposure. A meta-analysis of chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1993; 103: 422-5.
- 14.- GONG H, TASHKIN D, LEE E, et al. Hypoxia altitude stimulation test. *Am Rev Respir Dis* 1984; 130: 980-6.
- 15.- DILLARD T, BERG B, RAJAGOPAL K, et al. Hypoxemia during air travel in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 1989; 111: 362-7.
- 16.- CHRISTENSEN C, RYG M, REFVEM O, et al. Development of severe hypoxaemia in chronic obstructive pulmonary disease patients at 2,438 m (8,000 ft) altitude. *Eur Respir J* 2000; 15: 635-9.
- 17.- CELLI B, SNIDER G, HEFFNER J, et al. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: S77-S120.
- 18.- DILLARD T, MOORES L, BILELLO K, et al. The preflight evaluation. A comparison of the hypoxia inhalation test with hypobaric exposure. *Chest* 1995; 107: 352-7.
- 19.- FISCHER R, LANG S, BRUCKNER K, et al. Lung function in adults with cystic fibrosis at altitude: impact on air travel. *Eur Respir J* 2005; 25: 718-24.
- 20.- OADES P, BUCHDAHL R, BUSH A, et al. Prediction of hypoxaemia at high altitude in children with cystic fibrosis. *BMJ* 1994; 308: 15-8.
- 21.- BERG B, DILLARD T, RAJAGOPAL K, et al. Oxygen supplementation during air travel in patients with chronic obstructive lung disease. *Chest* 1992; 101: 638-41.
- 22.- VOHRA K, KLOCKE R. Detection and correction of hypoxemia associated with air travel. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148: 1215-19.
- 23.- SUTHERLAND E, CHERNIACK R. Management of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2004; 350: 2689-97.
- 24.- CRAMER D, WARD S, GEDDES D. Assessment of oxygen supplementation during air travel. *Thorax* 1996; 51: 202-3.
- 25.- WEST J. Working at high altitude: medical problems, misconceptions and solutions. *The Observatory* 2004; 1178: 1-14.

Correspondencia a:

Iván Caviedes Soto

Clínica Alemana de Santiago

Av. Manquehue 1410, 8° piso, Vitacura.

Fono 2101101 - Fax 2101082

E-mail: icaviedes@mi.cl