

Programas de Atención / Oxigenoterapia

Tecnología en oxigenoterapia

1. Introducción

El incremento en la expectativa de vida, los avances en tecnología específica y la limitación de los recursos sanitarios generan una demanda creciente a nivel mundial de tratamientos médicos respiratorios crónicos en domicilio.

La oxigenoterapia crónica domiciliaria (OCD) ha demostrado que produce una mejoría en la supervivencia y en la calidad de vida de pacientes que padecen enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), en particular si se recibe más de 15 horas por día (2, 3).

Además, la OCD ha demostrado una reducción de la incidencia de internaciones hospitalarias debidas a reagudizaciones de causa respiratoria, incremento de la tolerancia al ejercicio y mejoría en los indicadores de calidad de vida.

El estudio British Medical Research Council (MRC) comparó pacientes hipoxémicos que reciben oxígeno al menos 15 h/ día, incluyendo las horas de sueño, con pacientes que no recibían oxígeno. Este trabajo demostró que el uso de oxígeno está asociado a una significativa reducción de la mortalidad. El Nocturnal Oxygen Therapy Trial (NOTT), al comparar oxigenoterapia continua (al menos de 19 hs/día) con oxigenoterapia de no más de 12 hs/día, incluyendo las horas del sueño, demostró una reducción adicional en la mortalidad al usar oxígeno en forma continua. La Organización Mundial de la Salud y el National Heart, Lung and Blood Institute (EEUU) han basado sus recomendaciones específicas sobre OCD en el consenso global para el manejo de enfermedades respiratorias crónicas (Global Obstructive Lung Disease initiative - GOLD)

Varias organizaciones profesionales, incluyendo la American Thoracic Society (ATS) y la European Respiratory Society (ERS) y la Asociación Argentina de Medicina Respiratoria (AAMR), disponen de guías y recomendaciones para indicar OCD incluyendo a pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), enfermedades restrictivas, hipertensión pulmonar primaria ó secundaria, con estabilidad clínica bajo régimen terapéutico completo, con una $Pa_{O_2} < 7.3 \text{ kPa}$ (55 mmHg) (correspondiente a una $SatHbO_2 < 88\%$).

Adicionalmente, un paciente en el que la Pa_{O_2} se encuentre entre 7.3-7.8 kPa (55-59 mmHg) y que tenga signos de hipoxia tisular, como hipertensión pulmonar, cor pulmonar, eritrocitosis ó falla ventricular derecha, deben también recibir OCD.

Una desaturación específica demostrada mediante test durante el ejercicio ó el sueño debe considerarse para realizar oxigenoterapia específicamente bajo estas condiciones.

En la actualidad, se observa un incremento creciente del uso de equipos sin depósito de oxígeno, y por lo tanto, libres de recargas domiciliarias. Así, se considera una nueva terminología para los mismos, la llamada "tecnología sin entrega de oxígeno".

Son equipos que funcionan a energía eléctrica domiciliaria ó por baterías recargables, y así los pacientes bajo oxigenoterapia domiciliaria pueden manejarse en forma independiente de proveedores de servicios a domicilio, optimizando la libertad de uso y reduciendo costos operativos y riesgos asociados a la recarga de reservorios de gases en domicilio.

De esta manera, se constituyen en equipos autónomos, suficientes por si mismos, tanto para necesidades estacionarias ó ambulatorias de oxigenoterapia.

Vale aclarar que siempre se deben considerar las limitaciones intrínsecas de estos nuevos equipos. Igual que con otros sistemas, el paciente deberá ser titulado específicamente con el equipo a utilizar, a fin de definir la dosis eficiente de oxígeno para todas las situaciones de uso (en reposo, ejercicio y sueño).

2. Concentradores de Oxígeno

Un concentrador es un equipo médico eléctrico que toma el aire ambiente (que contiene 21 % de oxígeno) y lo hace pasar a través de un tamiz molecular que retiene nitrógeno, para producir en la salida un aire enriquecido en oxígeno (95 % de oxígeno) a entregar al paciente. El concentrador de oxígeno usa un proceso de adsorción para remover el nitrógeno del aire. El adsorbente de elección es una de varias zeolitas sintéticas. La concentración de oxígeno entregada por un concentrador varía entre 90 a 95%, dependiendo del flujo usado (5 lts/min : 90 % , 1 lts/min: 95 %). El flujímetro puede ser ajustado entre 0 y 5 litros/minuto, dependiendo de la prescripción médica. La unidad puede ser también equipada con un flujímetro pediátrico para usar en niños con flujo prescripto bajo, entre 0.5-2 lpm. El concentrador funciona con electricidad, y el consumo de energía eléctrica es de aprox. 350 Watts-

El concentrador convencional pesa aprox. 25 kg (55 lbs) y posee ruedas que permite fácilmente movilizarlo en el hogar, de cuarto a cuarto. La máquina debe estar localizada donde haya buena circulación de aire, lejos de paredes y muebles. Existe un compresor dentro del equipo que emite un nivel sonoro regular que debe ser inferior a 40 dBA (medido a 1 metro del concentrador).

Si bien el equipo no pretende ser portátil, recientemente ha sido desarrollado un nuevo tipo de concentrador que permite llenar cilindros portátiles desde el equipo. Además, también existen concentradores portátiles, de peso inferior a 5 kg., que funcionan gracias a una batería, con autonomía variables de hasta varias horas de duración gracias a válvulas economizadoras incorporadas.

El concentrador dispone de algunas alarmas, como la de detección de falta de energía eléctrica, alta ó baja presión, alta temperatura, y de baja concentración de oxígeno. Finalmente, algunos modelos permiten que la unidad funcione como nebulizador de manera simultánea mientras provee oxígeno suplementario.

Con relación al mantenimiento técnico de los concentradores debemos considerar que disponen de un filtro de polvo recambiable en la entrada de aire ambiente. Siempre debe asegurarse que la entrada de aire no esté cubierta por elementos ajenos (cortinas, muebles,etc.) y que ingrese aire ambiente fresco. Este filtro debe ser higienizado con agua jabonosa al menos una vez a la semana y luego debe ser secado antes de reinsertarlo. La empresa abastecedora del equipo deberá siempre proveer al paciente un manual de uso aclarando cuántos filtros y con qué periodicidad deben ser cambiados. El concentrador debe ir a servicio de mantenimiento a la empresa cada aprox. 10.000 horas de uso ó anualmente, lo que suceda primero. En este momento se chequea para saber si produce la cantidad correcta de oxígeno. Si no se realiza el mantenimiento recomendado se incrementa el riesgo de que el equipo entregue una baja concentración de oxígeno.

CONCENTRADORES

Modelo	Nombre	Peso	Nivel sonoro	Escala de flujo (lpm)	Performance (% O₂ según flujo)	Consumo energía	Alarmas
Concentrador							

			(dBA)				
New Life Elite	Air Sep	24.5 kg. (54 lb)	NA	1-5 lpm	1-3lpm : 95-92% 4 lpm: 92 % ± 3 5 lpm: 90% ± 3	350 watts	Falta de energía. Alta/Baja presión. Baja conc. O2 (opcional)
Quiet Life 5	Air Sep	26 kg. (57 lb)	< 40 dBA	1-5 lpm	1-4 lpm:92%±3 5 lpm: 90%±3	285 watts	Falta de energía A/B presión. Baja conc. O2 (opcional) Alta temperat. Battery test
New Life Intensity	Air Sep	24.5 kg. (54 lb)	NA	2-8 lpm	2-7 lpm: 92%±3 8 lpm: 90%±3	410 watts	Falta de energía A/B presión. Baja conc. O2 (opcional) Alta temperatura Test batería
Invacare Platinum 10	Invacare	24.5 kg. (54 lb)	58 dBA	1-5 lpm	1 lpm: 95.6 5 lpm: 87 %	400 watts	
Nuvo	Nidek	22.7 kg. (50 lbs)	< 48 dBA	NA	NA	NA	NA
Millenium Respironics	Respironics	22.7 kg. (50 lbs)	43 dBA	1-5 lpm	2 lpm:94%±2 5 lpm: 92%±4	420 watts	NA
LifeStyle (Portátil)	Air Sep	4.4 kg. (9.7 lbs)	< 55 dBA	1-5 lpm	Duración de batería:50´ Recarga: 2 hs	42 watts	Start up. Batería. Desconexión

							Batería A/B presión Sobrecarga
Inogen One (Portátil)	Inogen One	4.4 kg. (9.7 lbs)	35 dBA	NA	Duración de batería: 3 horas Recarg a 3 hs (AC DC power)	NA	NA

3. Cilindros de Oxígeno gaseoso

Este es el método más antiguo para administrar oxígeno en forma permanente a domicilio. El oxígeno se comprime en un cilindro de acero a alta presión, frecuentemente a aprox. 200 atmósferas. Es almacenado en cilindros grandes (como los que se disponen en un hospital) ó algo más pequeños. Los primeros son muy pesados y precisan recambio frecuente porque su autonomía es limitada. Los cilindros pequeños agregan mayor portabilidad, pero son vaciados más rápidamente. Existen cilindros de aleaciones con aluminio que reducen un poco el peso, y así optimizan su portabilidad. Si estos cilindros se combinan con sistemas ahorradores ó economizadores de oxígeno (válvulas), pueden dar O₂ durante más de 5 horas de uso continuo. Los pequeños cilindros son usados como fuente portátil, en especial cuando el concentrador de oxígeno es la fuente principal de oxígeno en el domicilio

A pesar de que los cilindros gaseosos son grandes y pesados, ellos han sido el método primario para proveer oxigenoterapia de largo plazo en todo el mundo desde hace décadas. Sin embargo, deben actualmente considerarse segundos en frecuencia de uso a nivel mundial, detrás de los concentradores. Esta discrepancia está esencialmente basada en la relación entre el costo de la fuerza laboral disponible para llevarlos versus el costo de la tecnología a invertir en cada país ó región del mundo. En países desarrollados, como EEUU, Europa occidental y Japón, el uso de cilindros en el domicilio es muy bajo, estimado en menos del 10 % del total de pacientes bajo OCD. En países menos desarrollados, donde el costo laboral es bajo pero el costo de la tecnología es elevado, los cilindros representan aún la forma más frecuente de provisión para realizar oxigenoterapia domiciliaria.

Tamaños disponibles de cilindros

Existen diversos tamaños disponibles para uso domiciliario, desde los muy gran tamaño (6.000 ml. ó cilindros H) a los pequeños cilindros A. Además, varios proveedores han desarrollado cilindros portátiles. Específicamente para uso domiciliario, se han desarrollado cilindros con aluminio que tienen una reducción del peso de aproximado 50 % versus cilindros de acero.

El principal problema de ellos está asociado al limitado volumen de gas. Como vemos en la tabla 1, aún el gran cilindro H puede proveer un flujo de oxígeno continuo de 2 lt/min sólo durante 2 días. Por ello, los pacientes con estos cilindros deben adecuar un espacio de almacenamiento en el domicilio para varios cilindros, a fin de limitar el traslado de los mismos a una vez a la semana.

Un problema adicional es el de tener que cambiar el regulador de un cilindro cuando se vacía a otro lleno. Esto puede ser riesgoso para que lo realicen pacientes y/o familiares. Del mismo modo que en un hospital, está asociado a la sobre-oxigenación de ambientes un riesgo de incendio, la necesidad de evitar usos de lubricantes oleosos y aceites, y cuidados al manipularlos por el riesgo de caídas y traumatismos asociados del paciente ó familiares.

Cilindro de aluminio de oxígeno gaseoso válvula reguladora y manómetro



Válvula para cilindro de oxígeno



Regulador de oxígeno con flujímetro



Duración del flujo de oxígeno

Es importante y crítico considerar la duración estimada de flujo de oxígeno a pesar del tamaño del cilindro. La tabla 1 muestra la duración del flujo de oxígeno a 2 litros/min, para cada cilindro.

Duración del flujo de oxígeno en cilindros a 2 lt/min

Tamaño	Litros	Tiempo
H	6908	57 hs
M	3625	30 hs
E	616	5 h.
B	150	1 h, 15 min.
A	76	38 min.

Ventajas de los cilindros gaseosos

Los cilindros gaseosos siempre proveen cerca del 100 % de oxígeno y son capaces de entregar un rango muy amplio de flujo de oxígeno, a fin de satisfacer los requerimientos de un paciente. Por otro lado, los cilindros de oxígeno son disponibles de manera universal. Los cilindros gaseosos representan la fuente de oxígeno ideal para pacientes que precisen un flujo de oxígeno superior a 7 lts / min.

4. Sistemas de oxígeno líquido

A fines del siglo XIX, Von Linde describe la producción de oxígeno líquido. El oxígeno líquido es oxígeno enfriado a 183°C bajo cero (-297°F), punto en el cual vuelve líquido. Cuando se dispone en forma líquida, el oxígeno ocupa mucho menos lugar y puede ser almacenado en reservorios especialmente diseñados a tal fin. Hoy, los hospitales almacenan oxígeno en forma líquida en tanques grandes. Los sistemas domiciliarios de oxígeno líquido son esencialmente una versión en miniatura de los grandes tanques usados como almacenamiento en hospitales. El oxígeno líquido es almacenado en el domicilio en reservorios de 20, 30 o 40 litros, como se puede ver más adelante

En estos tanques la capacidad aislante no es perfecta y existe una pérdida continua de O_2 si no se usa, a tener en cuenta en el recambio de tanques. El oxígeno líquido es más seguro para manipular que el oxígeno comprimido debido a que es almacenado bajo mucha menos presión que el oxígeno comprimido (21 psi vs. 2,000 psi); cuando los tanques se mantienen en posición vertical, existe poco peligro de pérdida accidental de oxígeno. Se debe tener presente que existe riesgo de sufrir quemaduras de piel cuando se toma contacto directo con partes muy frías del tanque, durante la maniobra de recarga de la mochila ó reservorio portátil.

El paciente usa para salir del domicilio un pequeño tanque ó mochila, para uso ambulatorio ó portátil, previa instrucción para su adecuada manipulación y recarga de la mochila a partir el tanque madre. La empresa abastecedora rutinariamente llenará el tanque grande (llamado "madre"), dependiendo del flujo que use el paciente.

El tanque estacionario debe ser siempre colocado en una superficie nivelada y horizontal, a fin de minimizar la posibilidad de caída accidental.

Sistemas Freelox de oxígeno líquido y mochilas de oxígeno líquido para cargar



Mochila de oxígeno líquido cargándose en el tanque madre (Sistema Freelox)



Reservorios Domiciliarios de Oxígeno Líquido

Los reservorios son usualmente entregados al domicilio del paciente por el proveedor de oxígeno. Los tanques llenos pesan entre 45 y 73 kg.

Reservorio de oxígeno líquido (modelos)	Compañía	Peso	Capacidad (litros)	Escala de flujo (lt/min)	Índice de evaporación (Kg / day)	Autonomía 2 lt / min flujo continuo (horas)
Freelox	Taema	58.5 kg (128.7 lb)	32	0.25-7 lpm	0.6	192
Freelox	Taema	77 kg (169.4 lb)	44	0.25-7 lpm	0.6	264
Companion	Nellcor Puritan Bennett	31 kg (68.2 lb)	31	1-5 lpm	0.72	213
Companion	Nellcor Puritan	72.6 kg (159.4 lb)	41	0.25-6 lpm	0.72	281

	Bennett	7 lb)				
Pulsair	DeVilbiss Sunrise Medical	45 kg (99 lb)	25	0-15 lpm	0.58	175
Invacare	Invacare	57 kg (125 lb)	30	0.5 - 15 lpm	0.67	228
Invacare	Invacare	57 kg (125 lb)	40	0.25-6 lpm	0.67	287
Liberator	Caire	53.5 kg (117.7 lbs)	30	0.25-6 lpm	0.68	NA
Liberator	Caire	72 kg (158.4 lbs)	43	0.25-6 lpm	0.81	NA

Las mochilas de oxígeno líquido portátiles pueden ser de dos tamaños:.

- Mochilas portátiles: Las mochilas más pequeñas contienen menos que 0.7 litros de oxígeno líquido y pesan menos de 2,5 kg. Todos menos una tienen un ahorrador incorporado.
- Mochilas portátiles grandes: La unidad portátil “líquida” mayor contiene más de un litro de oxígeno líquido y pesa entre 3 y 4 kg. Ninguno posee ahorradores incorporados.

Se pueden hallar dos versiones—una con flujo continuo entre 0 y 6 Lpm y otra con flujo hasta 15 Lpm. Esta versión puede ser usada en pacientes con altos requerimientos de flujo, más de 6 Lpm.

5. Equipos para realizar oxigenoterapia ambulatoria

El reconocimiento de las necesidades reales de movilidad del paciente ha impulsado el desarrollo de sistemas compactos y livianos, movilizándolo al mercado desde el uso de cilindros tradicionales de acero a varias alternativas más livianas. El grado y magnitud de este desarrollo varía de país en país, sobre todo determinado por la estructura de reembolso de cada sistema individual de salud.

Las indicaciones clínicas de oxigenoterapia ambulatoria parecen haber sido universalmente adoptadas, y la prescripción debe ser confirmada mediante un test de marcha de 6 minutos usando el equipo y así poder definir el flujo a prescribir.

Aunque todas las fuentes de oxígeno domiciliario pueden ser clasificadas como “móviles ó portátiles”, un sistema realmente portátil requiere cumplir varios requisitos. Estos sistemas deben ser livianos y compactos, y capaces de proveer oxígeno por períodos prolongados. Tener en cuenta que todos los sistemas de oxígeno domiciliario (cilindros, oxígeno líquido y concentrador) pueden ser portátiles.

Esta tabla compara los tres sistemas:

Sistema	Peso	Duración máxima de flujo a 2lt/min
Tanque gaseoso (Cilindro de Aluminio E)	7.5 lbs (3.4 kg)	3 a 5 hs (com válvula economizadora)
Oxígeno líquido portátil	6 lbs (2.7 kg)	5 a 7 hs
Concentrador portátil	10 lbs (4.5 kg)	0,5 h a 4 hs.

A la hora de tomar una decisión entre mochilas de oxígeno líquido ó de gaseoso portátil, es necesario considerar lo siguiente:

- Si la necesidad de deambulación del paciente es diaria y para uso prolongado (trabajo, plan de rehabilitación respiratoria, etc.) se recomienda el oxígeno líquido portátil ó el concentrador portátil con dispositivo ahorrador.
- Si la necesidad de deambulación del paciente es poco frecuente, inferior a una vez a la semana, con una necesidad total inferior a dos horas por cada salida, el sistema ideal es el oxígeno en cilindros de aluminio ó el concentrador de oxígeno portátil.
- Los requerimientos para recarga de reservorios de oxígeno líquido incluyen una logística específica. Por ello, el costo involucrado afectará directamente la distribución de oxígeno líquido a cada domicilio, y consecuentemente, la accesibilidad, también.
- Las válvulas economizadoras (dispositivos ahorradores) de oxígeno fueron desarrolladas en un esfuerzo para mejorar la portabilidad, reduciendo el flujo, incrementando la autonomía de sistemas gaseosos, concentradores y mochilas de oxígeno líquido portátil

En caso que el paciente requiera viajar en vuelos comerciales, se deberá considerar las posibilidades actuales para acceder a oxigenoterapia en vuelo:

1. Recibir oxígeno mediante cilindros de oxígeno, provistos por las compañías aéreas, previa entrega de prescripción médica específica.
2. El paciente lleve su equipo concentrador portátil a bordo, lo que simplifica su disponibilidad, evita trámites y costos específicos asociados. Por este avance tecnológico, la Federal Aviation Administration (FAA) en EEUU aprobó hace pocos años un grupo seleccionado de equipos portátiles, autorizados para que los pacientes los puedan usar durante el vuelo. Los pacientes deben confirmar esto consultando la página web comercial de cada empresa aérea, en la sección servicios especiales, donde deberán presentar formularios específicos,

que siempre incluyen la prescripción médica correspondiente.

<p>Concentrador de oxígeno de 5 L/min con tubo cilindro de O2 de back up</p> 	<p>Concentrador de oxígeno portátil SimplyGO Philips Respironics</p> 	<p>Concentrador portátil de oxígeno EverGO Philips Respironics</p>  <p>Interface sensível ao toque: fácil de usar e controla todas as funções do EverGO, indicando claramente a vida útil da bateria e a configuração predefinida.</p> <p>Acceso conveniente às baterias: facilita a troca e recarga das baterias. Além disso, é possível carregar e operar o EverGO de maneira simultânea.</p> <p>Manutenção mínima: apenas um filtro de fácil remoção para limpeza que o próprio paciente pode realizar.</p> <p>Design discreto: parece uma bolsa comum ou estojo de fitadora.</p> <p>Leve: pesa menos de 4,5 kg.</p>
---	---	---

6. Dispositivos para administración de oxígeno

- Oxigenoterapia y Humidificación

No existen evidencias que la humidificación sea necesaria cuando el oxígeno es aportado mediante cánula nasal a un flujo inferior a 5 L/min. Estos hallazgos son explicados por el bajo output de vapor de agua de los vasos humidificadores y la pobre contribución del flujo de oxígeno a la ventilación minuto inspirada del paciente, teniendo en cuenta que la mayor parte del volumen corriente del paciente consiste en aire atmosférico. Además, el flujo de oxígeno en el vaso humidificador es a temperatura ambiente; cuando se incrementa a temperatura corporal, la humedad relativa cae. Estos hallazgos no corresponden a pacientes que reciben oxígeno a través de traqueotomía u oxígeno por vía transtraqueal (OTT), en los cuales el catéter ha saltado a la vía aérea superior. Para estos pacientes, la humidificación del gas inspirado es esencial aún a un bajo flujo (1 L/min). Los pacientes con OTT, quienes presentan un riesgo mayor de formación de tapón mucoso, inclusive aquellos que usan flujos elevados de oxígeno (> 5 L/min). Estos pacientes pueden beneficiarse con sistemas de oxígeno inspirado con alto flujo y humidificado con valores de temperatura y humedad constantes.



Paciente con sistema de alto flujo de oxígeno humidificado

- Cánula nasal.

El flujo continuo a través de una cánula nasal por la nariz, constituye la forma más frecuente para OCD. Es simple, confiable y generalmente bien tolerada. Estos catéteres vienen en diferentes tamaños y longitudes. La longitud típica del catéter es de aprox. 2 metros. La cánula nasal debe ser cambiada una vez cada mes, ya que se endurecen con el uso y se vuelven no confortables. La cánula puede higienizarse con agua jabonosa y secarse con un paño limpio.

Entrega un flujo bajo de oxígeno 100 % dentro de un volumen mayor de aire atmosférico (con 20.9% de oxígeno). Cada litro por minuto de flujo de oxígeno agrega entre 3 a 4% O₂ a la FIO₂. Una aproximación sería que 1 L/min incrementa la FIO₂ a 24%, 2 L/min a 28%, y 3 L/min a 32%. Sin embargo, estos pequeños incrementos son usualmente suficientes para aumentar el contenido arterial de oxígeno a los objetivos.

La FIO₂ para cualquier paciente dado es variable, dependiendo de la variación en la frecuencia respiratoria y patrón respiratorio, así como el proceso fisiopatológico subyacente. La FIO₂ está inversamente relacionada a la frecuencia respiratoria, o sea, una frecuencia respiratoria más rápida diluye el flujo de oxígeno dentro de la vía aérea nasal, y reduce la FIO₂.

- Dispositivos ahorradores de oxígeno (Válvulas economizadoras).

El objetivo de los dispositivos ahorradores de oxígeno es mejorar la portabilidad, movilidad y confort y hacer a los pacientes más activos.

Estos dispositivos han sido desarrollados en un esfuerzo para mejorar la portabilidad de la terapia de oxígeno, reduciendo el flujo y además hacer que los pacientes usen sistemas ambulatorios más pequeños y livianos, ó sistemas standard durante períodos prolongados. Otras ventajas incluyen una reducción de los costos globales de la OCD y la capacidad de tratar la hipoxemia refractaria más eficientemente. Existen tres dispositivos diferentes: cánula reservorio, dispositivo de entrega de oxígeno por pulso y catéter transtraqueal.

Tabla comparativa entre los dispositivos ahorradores de oxígeno

Dispositivo ahorrador	Cánula reservorio	Dispositivo de entrega por pulso	Catéter transtraqueal
Método de ahorro	Almacenamiento durante la espiración	Entrega precoz inspiratoria	Almacenamiento al final de la espiración; bypass del espacio muerto de la vía aérea superior.
Eficiencia (ahorro)	2:1-4:1	2:1-7:1	2:1-3:1
Confiabilidad	Buena	Mecánicamente complejo.	Riesgo de tapón mucoso.
Confort	Adecuado	Adecuado	Bueno
Cosmetica	Obstrucción	Adecuado	Mejor
Costo	Bajo	Elevado	Elevado
Ventajas únicas	Barato Fácil training Confiable Util en ejercicio	El más eficiente Alarmas programables.	Cosméticamente mejor No irritación nasal/oreja. Buena compliance. Reducción vent. Minuto
Desventajas	Ocupa el rostro	Mecánicamente complejo. Puede fallar.	Cuidados especiales + training. Complicaciones quirúrgicas. Tapón mucoso

Conector de oxígeno para ventilación mecánica no invasiva



Conector de oxígeno con puerto exhalatorio o whisper



7. Selección de la fuente de oxígeno

El oxígeno viene en tres tipos de sistemas: oxígeno como gas comprimido, oxígeno líquido y concentrador de oxígeno. Los temas clave son el tamaño y peso del dispositivo, la capacidad de almacenaje, costo y la capacidad de transferencia del oxígeno. Las características de cada uno están resumidas en la tabla 6. Los sistemas de gas comprimido y líquido vienen más pequeños y livianos actualmente.

Tipos de fuentes de oxígeno

Característica	Concentrador	Oxígeno comprimido	Oxígeno líquido domiciliario
Disponibilidad	Frecuente	Frecuente	Limitada
Costo para el sistema de salud	Bajo, pero el costo de la electricidad pago por el paciente (*)	Alto	Alto
Energía eléctrica	Precisa	No precisa	No precisa
Trasvase	No es posible	Limitado	Excelente
Uso ambulatorio	No es posible.	Bueno solo con ahorradores y cilindros de aluminio	Muy bueno solo ó con ahorrador
Tiempo de uso del reservorio fijo a 2 L·min ⁻¹	Continuo	2 días	8.9 días
Peso de la unidad portátil	Unidades portátiles disponibles, alto costo	Cilindro E 9,98 kg con carro	2,72 kg sin ahorrador
Tiempo de uso del sistema portátil a 2 L·min ⁻¹	No limitado	3 - 5 hs.	7 hs.

(*) Depende de los países.

8. Riesgos asociados al uso de oxígeno

Toxicidad del oxígeno: La OCD no posee riesgo severo ante su exposición crónica, y su objetivo será mantener una PaO₂ lo más cerca posible del nivel normal. Sin embargo, los pacientes con exposición a una elevada fracción inspirada de oxígeno (FIO₂ > 50%) pueden padecer toxicidad pulmonar, especialmente si la exposición es prolongada. El tipo de lesión pulmonar está relacionada a los radicales libres. Los cambios fisiopatológicos incluyen disminución de la

compliance pulmonar, reducción del flujo aéreo inspiratorio, reducción de la capacidad de difusión pulmonar y disfunción de la pequeña vía aérea. Mientras que estos cambios son bien reconocidos en cuidados intensivos respiratorios, con pacientes ventilados mecánicamente, recibiendo $FIO_2 > 50\%$, esta situación no es frecuente en la oxigenoterapia crónica domiciliaria, cuando se utilizan fracciones de oxígeno inspirado por debajo del 40%.

Retención de dióxido de carbono: Este no debe ser un factor limitante en la prescripción de OCD. Hubo un exagerado énfasis en que la administración de oxígeno puede terminar en “depresión respiratoria, tal como si puede suceder en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipercapnica. Este hecho ha causado una exagerada precaución para prescribir oxígeno a domicilio de forma crónica. La hipercapnia “inducida por oxígeno” en tratamiento crónico raramente ocurre y en la mayoría de los casos, la adecuada titulación del flujo de oxígeno necesario puede minimizar la probabilidad de hipercapnia, y cuando la hipercapnia está presente, el flujo de oxígeno debe ser titulado de manera serial usando gases en sangre. En todos los casos, la corrección de la hipoxemia debe ser prioritaria a la posible retención de CO_2 .

Riesgos físicos: En general, los accidentes por causas físicas mayores asociados con la oxigenoterapia domiciliaria son raros y pueden ser evitados mediante un buen entrenamiento del paciente y su familia. El riesgo físico más importante de la oxigenoterapia es el incendio causado por pacientes que encienden cigarrillos cuando el oxígeno está circulando por las cánulas nasales ó máscaras faciales. Tanto la cánula como el rostro del paciente pueden quemarse en presencia de fuego y oxígeno en altas concentraciones. Por ello, los pacientes, familiares y / o cuidadores deben ser advertidos sobre la prohibición de fumar cerca de oxígeno. Además, los cilindros de oxígeno comprimido no deben ser almacenados cerca de calentadores de agua, estufas a llama u otras fuentes de fuego ó llama. También un cilindro de oxígeno comprimido puede ser accidentalmente volcado, causando una explosiva desconexión del regulador ó válvula, tornándose en un peligroso misil. En relación a los reservorios de oxígeno líquido, si el paciente no toma las precauciones necesarias en el momento del tranvasado al reservorio portátil, pueden ocurrir quemaduras de piel severas por frío.

9. Innovación en el uso de oxígeno.

La investigación específica para optimizar los sistemas de oxígeno a domicilio es muy activa. Las recientes innovaciones que se han publicado son:

- **Concentradores con cilindros portátiles:** Se dispone en EEUU de concentradores de oxígeno que adicionalmente también son capaces de llenar cilindros de oxígeno gaseoso portátiles. Esta utilidad contribuye a independizar al paciente de la provisión de oxígeno y así reducir costos operativos y los inconvenientes de los sistemas portátiles a batería o de oxígeno líquido.
- **Telemedicina domiciliaria:** Se han desarrollado sistemas de conexión de los equipos domiciliarios a la compañía de home care ó al médico mediante telemetría a través de internet, enviando información respecto a la operación de la unidad, cumplimiento de la prescripción médica, y necesidad de mantenimiento preventivo. Aunque hoy esto se realiza en pocos centros urbanos de países europeos, la telemetría periódica de los pacientes y equipos en domicilio contribuirá a reducir costos operativos específicos y dar respuesta adecuada a los requerimientos de este particular tratamiento crónico.

El hecho que el número de pacientes bajo oxigenoterapia crónica domiciliaria continúa siendo incremental representa un factor atrayente para que la innovación en tecnología asociada a estos avances.

10. Conclusiones.

La identificación de criterios de evaluación ó indicación clínica y social para el uso de oxigenoterapia domiciliaria debe ser determinado mediante un proceso consensuado entre los neumólogos y decisores, en un contexto de desarrollo de guías globales para programas de tratamientos médicos domiciliarios.

Hoy, nosotros podemos usar varios sistemas portátiles o no, dependiendo de la necesidad del paciente de caminar fuera de su casa, de la accesibilidad a su domicilio y de la enfermedad respiratoria que padece.

Sin embargo, el sistema más razonable para recibir oxigenoterapia domiciliaria sigue siendo el concentrador de oxígeno estacionario. Problemas con la FiO_2 , flujo de O_2 y la portabilidad son claramente superados por el costo, sencillez de uso y ausencia de riesgos potenciales. Parece estar llegando el futuro, contando ya con concentradores de oxígeno con mayor rango de FiO_2 , mayor flujo y portabilidad.

Es muy factible que el bien conocido cilindro de oxígeno (gas comprimido) disminuirá su impacto y presencia práctica en el domicilio de los pacientes, excepto en países en desarrollo, donde la accesibilidad a fuentes de O_2 modernas puede estar limitada por falta de recursos y de información. Como un resultado de anticiparse a un mayor número de pacientes en todo el mundo que requerirán oxígeno a domicilio, un mejoramiento de esta tecnología será evidente en los próximos años.