

OXIGENOTERAPIA EN PLANTA DE HOSPITALIZACIÓN PEDIÁTRICA.

DEFINICIÓN:

La Oxigenoterapia es el aporte artificial de oxígeno (O₂) en el aire inspirado, por encima de la concentración de oxígeno normal (>21%).

Juan Ignacio Montiano^a, Concepción Salado^a, Rosa Rodríguez^b, Javier Urbano^b.

a) Hospital Universitario de Araba, Sede Txagorritxu. Vitoria.

b) Hospital Universitario Gregorio Marañón. Madrid.

Este protocolo está orientado para el tratamiento de cualquier niño que ingrese en una planta de hospitalización pediátrica, excluyendo aquellos que sean dependientes de soportes respiratorios mecánicos invasivos o no invasivos, por precisar éstos últimos de otro tipo de enfoque disciplinar.

1. ¿Qué es la oxigenoterapia?

Es el aporte artificial de oxígeno (O₂) en el aire inspirado, por encima de la concentración de oxígeno normal (>21%). Los objetivos de la oxigenoterapia son tratar o prevenir la hipoxemia y reducir el trabajo respiratorio y miocárdico. El oxígeno es un medicamento y por lo tanto debe estar prescrito y controlado por un médico.

2. Valoración del paciente e indicaciones.

a. Dificultad e insuficiencia respiratoria.

La dificultad respiratoria define la presencia de signos y síntomas de un patrón respiratorio anormal: aleteo nasal, taquipnea, retracciones de la pared torácica, estridor, quejido, disnea, sibilancias. La etiología de la dificultad respiratoria tiene un amplio diagnóstico diferencial.

ESCALAS:

1. Bronquiolitis.

- a. Wood-Downes modificada por Ferrés
- b. BROSJOD Score
- c. Escala ESBA

2. Asma:

- a. Pulmonary score

Dificultad respiratoria.

Causas pulmonares.

1-En el propio pulmón:

- Obstrucción de las vías respiratorias centrales (hipertrofia de adenoides y amígdalas, absceso periamigdalino, laringitis, epiglotitis, aspiración de cuerpo extraño...)
- Obstrucción de las vías respiratorias periféricas (asma, bronquiolitis, neumonía aspirativa...)
- Enfermedad alveolo-intersticial (neumonía lobar, neumonía intersticial, por hidrocarburos...)

2-En la bomba respiratoria:

- Caja torácica (cifoescoliosis, volet costal, distensión abdominal...)
- Tronco del encéfalo (Arnold-Chiari, síndrome de hipoventilación central, depresiones del SNC, traumatismos, hipertensión endocraneal, infecciones del SNC...)
- Médula espinal (traumatismos, mielitis transversa...)
- Neuromuscular (lesión del frénico, botulismo, Guillain-Barré, intoxicación por organofosforados...)

Causas extrapulmonares.

- 1.-Cardiovasculares (cortocircuito izda-decha, insuficiencia cardíaca congestiva, shock cardiogénico...)
- 2.-Metabólicas (cetoacidosis diabética, acidemia orgánica...)
- 3.-Renales (acidosis tubular renal)
- 4.-Hipertensión arterial
- 5.-Sepsis
- 6.-Sistema nervioso central (hipertensión intracraneal, encefalitis, edema pulmonar neurogénico, encefalopatía tóxica)

Diagnóstico diferencial de la dificultad respiratoria. Adaptado del Nelson 19ª edición.

MEDICIÓN DE OXIGENACIÓN

-Saturación de oxígeno (Sat O₂): proporción de glóbulos rojos cuya hemoglobina está unida al oxígeno, se mide generalmente por la pulsioximetría.

Gasometría:

-Presión arterial de O₂ (PaO₂): cantidad de oxígeno disuelto en el plasma

-Presión arterial de CO₂ (PaCO₂): la fracción disuelta transportada nos habla de la ventilación alveolar.

INDICACIONES:

-Hipoxemia aguda y crónica (PaO₂ <60mmHg, SaO₂ <92%).

-Insuficiencia respiratoria tipo II (hipoxia e hipercapnia: paO₂ <60mmHg -aire ambiente- paCO₂>50mmHg),

-Aumento del trabajo respiratorio y posibilidad de agotamiento, con disminución progresiva de la SaO₂.

-Durante y después de la reanimación cardiopulmonar.

-Signos y síntomas de shock.

-Bajo gasto cardíaco y acidosis metabólica.

La insuficiencia respiratoria (IR) se define como la incapacidad de los pulmones para aportar el oxígeno suficiente (IR hipóxica) o para eliminar el CO₂ (IR ventilatoria).

Estos signos y síntomas pueden medirse y compararse mediante escalas que incluyen parámetros clínicos (inspección y exploración) y la pulsioximetría para monitorizar la oxigenación. Existen diferentes escalas ampliamente utilizadas.

Al interpretar la pulsioximetría, que mide la saturación de la oxihemoglobina (SaO₂), se deben tener en cuenta algunas consideraciones:

1. Puede variar según el pH sanguíneo.
2. Se sobrevalora en intoxicaciones por monóxido de carbono y en la metahemoglobinemia, pues la medición es mayor que el valor real.
3. Un paciente con hipercapnia grave por insuficiencia ventilatoria puede tener valores normales en la pulsioximetría si recibe oxigenoterapia suplementaria.
4. No debería ser el único método de monitorización si el paciente presenta insuficiencia ventilatoria primaria, como la debilidad neuromuscular y la depresión del SNC, ni en los pacientes con mala perfusión o flujo pulsátil débil en las extremidades.

b. Indicaciones de oxigenoterapia.

Cualquier individuo con uno o más de las siguientes condiciones:

-Hipoxemia aguda y crónica (PaO₂ <60mmHg, SaO₂ <92%).

-Insuficiencia respiratoria tipo II (hipoxia e hipercapnia: presión arterial de O₂ <60mmHg -aire ambiente- presión arterial de CO₂>50mmHg),

-Aumento del trabajo respiratorio y posibilidad de agotamiento, con disminución progresiva de la SaO₂.

-Durante y después de la Reanimación cardiopulmonar.

-Signos y síntomas de shock.

-Bajo gasto cardíaco y acidosis metabólica.

A pesar de la falta de datos de apoyo, el oxígeno también se administra en las siguientes condiciones:

-Disnea sin hipoxemia.

-Después de una intervención quirúrgica, dependiendo de la recomendación del equipo quirúrgico.

-Tratamiento del neumotórax.

3. ¿De qué formas se puede aplicar?

El oxígeno se puede aportar frío y sin humidificar cuando se aplica en cánulas nasales y a flujos bajos, pues la vía aérea superior realiza esta función. Cuando lo aplicamos en mascarillas faciales, sin calor, conviene humidificarlo con dispositivos que interponen agua estéril entre el flujo y el paciente para conseguir una humedad relativa. Hay sistemas de agua estéril para inhalación que se presentan en

dispositivos individuales de diferentes volúmenes que se utilizan para un solo paciente.

Mascarillas:



Flujos y FiO2:

Flujo	Concentración de O2 aproximada
1 L/min	24%
2 L/min	28%
3 L/min	32%
4 L/min	36%
5 L/min	40%

Tipo Venturi:



Color	Flujo	FiO2
Azul	2 litros/minuto	24%
Blanco	4 litros/minuto	28%
Naranja	6 litros/minuto	31%
Amarillo	8 litros/minuto	35%
Rojo	10 litros/minuto	40%
Verde	15 litros/minuto	60%

a. Métodos de aplicación convencionales:

- i. **Cánulas o gafas nasales:** varios tamaños. Gran adaptabilidad al paciente. Hasta flujos de 3-4 L/min no precisarían humidificación, excluyendo los neonatos. Flujos mayores son mal tolerados y el aire frío y seco favorece la espasticidad bronquial y las lesiones en la mucosa nasal.
- ii. **Catéteres nasales** (2,5cm de longitud) tienen mayor diámetro y son menos restrictivas al flujo que las cánulas. Se debe poner cuidado en no obstruir por completo las fosas nasales. Los catéteres nasofaríngeos (7cm de longitud) que precisarían siempre humidificación y calor, por sortear la cavidad nasal.

iii. Mascarillas Faciales:

No siempre son bien toleradas e interfieren con la alimentación.

- 1. **Convencionales:** tamaño pediátrico y de adulto.
- 2. **Tipo Venturi:** permite aportar FiO2 preestablecidas mediante un dispositivo de ventana o unos adaptadores por colores, pudiéndose aportar hasta concentraciones del 60% con flujos de 2 a 15L/min. El flujo se administra según la FiO2 que se pretenda.
- 3. **Mascarillas con reservorio de reinhalación parcial.** Mediante una bolsa reservorio en el extremo inferior que se mantiene inflada por la fuente de gas se consigue una reinhalación parcial, alcanzando concentraciones de O₂ hasta el 60-70%.
- 4. **Mascarilla con reservorio sin reinhalación.** Son similares a las máscaras de reinhalación parcial, excepto por la presencia de unas válvulas unidireccionales que evitan que el aire espirado retorne a la bolsa. Es muy importante mantener un buen sello entre la mascarilla y la cara y aportar un flujo mínimo de 10 L/min para evitar reinhalación CO₂. Pueden alcanzar una FiO₂ del 80%.

OXIGENOTERAPIA DE ALTO FLUJO:

Los mecanismos por los que consigue efectos terapéuticos no están del todo claros. Se han descrito los siguientes:

1. Lavado del espacio muerto nasofaríngeo, favoreciendo la oxigenación y la eliminación de CO₂
2. Disminución de la resistencia inspiratoria al ofrecer un flujo igual o mayor que el flujo inspiratorio del paciente.
3. Mejora la complianza y elasticidad pulmonar al ser un aire caliente y húmedo, frente a la terapia con aire seco y frío, reduciendo el trabajo metabólico necesario para calentar y humidificar el aire.
4. Origina una baja presión positiva en la vía aérea principalmente en la espiración.
5. Aporta concentraciones elevadas, estables, de O₂.
6. Menor daño de la mucosa nasal y mejor aclaramiento de secreciones.

4. Evolución clínica.

Una vez establecida y aplicada la oxigenoterapia, junto con otros tratamientos que se hayan indicado para la patología causante del cuadro, el clínico ha de seguir valorando continuamente al paciente y viendo sus variaciones clínicas.

Es probable que con la aplicación de las cánulas nasales o las mascarillas faciales (siempre la mejor tolerada y que interfiera menos con alimentación, medicación...) el paciente presente una estabilidad en su cuadro y una mejoría progresiva, con lo que se continuará el tratamiento hasta la suspensión de dicha oxigenoterapia.

Puede que no consigamos el efecto deseado y veamos que la dificultad respiratoria no mejora o empeora, no responde al tratamiento y estamos al límite de la aplicación convencional de oxigenoterapia en una planta de hospitalización precisando importantes flujos en cánulas o mascarillas (aportando altas concentraciones de FiO₂ inspirado, >40%) para mantener saturaciones.

En estos casos hay que valorar una gasometría y la posibilidad de otro soporte respiratorio, que debe suponer el traslado del paciente a cuidados intensivos pediátricos.

Antes de llegar a esta situación de obligado traslado y dependiendo siempre de la clínica, el paso siguiente sería el empleo de la oxigenoterapia de alto flujo en cánulas nasales. Este es un soporte seguro que se viene empleando en plantas de Hospitalización Pediátrica.

5. La oxigenoterapia de alto flujo (OAF):

Es un soporte respiratorio empleado inicialmente en unidades de cuidados intensivos pediátricos y neonatales para el tratamiento de la insuficiencia respiratoria, y para el destete de ventilación mecánica. Se ha demostrado que esta terapia es asumible con seguridad en una planta de hospitalización pediátrica. Es un soporte de fácil aplicación, y que no genera sobrecarga en el trabajo de enfermería.

Se ha publicado un estudio multicéntrico, aleatorizado, con 1472 pacientes diagnosticados de bronquiolitis, en los que se demuestra que disminuyen las necesidades de otros soportes superiores frente al tratamiento convencional, y que no disminuye el tiempo de hospitalización ni los días de oxigenoterapia.

a. Indicaciones de la OAF en planta:

En aquellos pacientes con insuficiencia respiratoria moderada mantenida que no respondan al tratamiento médico establecido y a la oxigenoterapia a bajo flujo, sin esperar a grados mayores de dificultad/insuficiencia respiratoria:

- Bronquiolitis aguda moderada.
- Asma moderado.
- Otras insuficiencias respiratorias tipo 1

DISPOSITIVOS E INTERFASES:



b. Efectos terapéuticos de la OAF.

La OAF aporta oxígeno sólo o mezclado con aire, a través de un sistema de calentamiento y humidificación, pudiéndose conseguir altas concentraciones de oxígeno (100%), a temperatura corporal, con una humedad relativa adecuada (95-100%), es decir, de forma más fisiológica que las gafas o las mascarillas habituales.

Los mecanismos por los que consigue efectos terapéuticos no están del todo claros. Se han descrito los siguientes:

- Lavado del espacio muerto nasofaríngeo, favoreciendo la oxigenación y la eliminación de CO₂
- Disminución de la resistencia inspiratoria al ofrecer un flujo igual o mayor que el flujo inspiratorio del paciente.
- Mejora la complianza y elasticidad pulmonar al ser un aire caliente y húmedo, frente a la terapia con aire seco y frío, reduciendo el trabajo metabólico necesario para calentar y humidificar el aire.
- Origina una baja presión positiva en la vía aérea principalmente en la espiración.
- Puede aportar concentraciones elevadas y estables de O₂.
- Menor daño de la mucosa nasal y mejor aclaramiento de secreciones.

c. Seguridad de la OAF.

Se han descrito efectos secundarios menores: erosiones faciales (no más que con las cánulas de bajo flujo) y meteorismo en los lactantes más pequeños. Los problemas de infecciones inicialmente descritos están resueltos con los humidificadores actuales.

Es muy importante comprobar que las cánulas no obturen totalmente las fosas nasales para evitar lesiones por barotrauma, especialmente en lactantes pequeños y si se usan sondas nasogástricas al mismo tiempo. Y es recomendable utilizar sistemas que incorporen un sistema de alarma o una válvula de escape de sobrepresión en el circuito. A pesar de que no se ha podido establecer claramente una relación causa efecto, se han descrito casos esporádicos de síndromes de escape aéreo (neumotórax y neumomediastino), coincidiendo con el inicio de OAF en niños.

d. ¿De qué sistemas se dispone?

- i. **Humidificador de cascada.** Incluye un humidificador de burbuja o cascada, y una la tubuladura que permita el control de la temperatura (e idealmente disminuir la condensación de agua). Algunos sistemas incorporan una válvula de sobrepresión. La fuente de oxígeno se puede conectar a un caudalímetro o a un mezclador-caudalímetro. Precisa de una conexión a gafas nasales específicas de diversos tamaños.
- ii. **Humidificador de cartucho.** Aparato que integra un caudalímetro-mezclador, humidificador de cartucho altamente eficaz, y

OXIGENOTERAPIA DE ALTO FLUJO, VIGILANCIA:

1. Que exista fuga entre la cánula y la narina.
2. Que el reservorio de agua del humidificador estén siempre a su nivel.
3. El grado de condensación en la cánula nasal y de la tubuladura.
4. La temperatura del sistema. Si hay condensación excesiva disminuir la temperatura.
5. Mantener las tuberías en declive para que el agua no fluya hacia la cánula nasal.
6. Realizar una correcta fijación para evitar que la tubuladura se enrolle en el cuello.

FLUJO INICIAL, FLUJO MÁXIMO Y FIO2:

1. En lactantes. Se colocará en lo alto flujo a 2L / kg / min (hasta un máximo de 20 L / min)
2. En niños, el flujo pueden ser de hasta 25- 30 l / min, por lo tanto, 1 l / kg / min.
3. FiO2 se ofrecerá para alcanzar la saturación objetivo entre 92% y 97%.

un sistema de intercambio de calor servocontrolado. Hay disponibles sistemas con flujo limitado a 8 L/min (para neonatos y lactantes pequeños) y de alto flujo (hasta 50 L/min). Hay disponibles varios tamaños de gafas nasales (neonatales, pediátricas y de adulto).

e. Se debe vigilar.

Que exista fuga entre la cánula y la narina.

Que el reservorio de agua del humidificador estén siempre a su nivel.

El grado de condensación en la cánula nasal y de la tubuladura.

La temperatura del sistema. Si hay condensación excesiva disminuir la temperatura.

Mantener las tuberías en declive para que el agua no fluya hacia la cánula nasal.

Realizar una correcta fijación para evitar que la tubuladura se enrolle en el cuello.

f. Flujo inicial, flujo máximo, FiO2 y temperatura.

1. Por debajo de 2 L/min no parece que sea beneficioso utilizar un soporte de OAF en lactantes. La mayoría de estudios y guías clínicas recomiendan iniciar la OAF con un flujo creciente, valorando la tolerancia del paciente, y alcanzar un objetivo inicial de 2 L/kg/min en lactantes si lo tolera bien. No se conoce bien el límite máximo de flujo. Parece recomendable no exceder de 20 L/min en lactantes.
2. Cuanto mayores son los niños, menor será la proporción de flujo por peso. El objetivo del flujo inicial en niños mayores será 1-1,5 L/kg/min, con un límite razonable de 25- 30 L/min.
3. FiO2 se ofrecerá para alcanzar la saturación objetivo entre 92% y 97%.
4. La temperatura del gas se establece alrededor de 37 ° C para alcanzar una humidificación óptima. Si la habitación del paciente está fría, puede ser útil aislar la tubería o utilizar circuitos de respiración con cables calefactores para limitar la condensación y el rociado de gotas de agua en las fosas nasales del niño. Si el fenómeno continúa, la temperatura del calentador se puede reducir a un mínimo de 34 ° C.

g. ¿Controlaremos la pCO2? ¿Cuándo?

En general el control ha de ser clínico y con la pulsioximetría.

Se recomienda valorar realizar una gasometría en cada paciente si la evolución clínica no es la esperada, especialmente si se considera su traslado a la UCIP o si se trata de un paciente con problemas neuromusculares, con oxigenoterapia crónica, etc. Recordaremos que la gasometría venosa es útil para valorar el pH, menos útil para pCO2 (diferencia 8-12 mmHg respecto a arterial), y nada útil para pO2, puede plantearse también la gasometría capilar.



h. ¿Cuándo tendremos que pasar a otro soporte respiratorio?

Se han descrito como predictores de fracaso en bronquiolitis:

1. Mantenimiento o empeoramiento de la puntuación en la escala gravedad tras la primera hora de tratamiento.
2. Mantenimiento de la frecuencia respiratoria tras la primera hora.

Además:

1. Signos de alerta temprana: alteración de la conciencia, pérdida de confort, aumento de la dificultad respiratoria...
2. Pruebas complementarias alteradas: gasometría, imagen...

PREDICTORES DE FRACASO DE LA OXIGENOTERAPIA DE ALTO FLUJO:

Bronquiolitis aguda:

1. Mantenimiento o empeoramiento de la puntuación en la escala de gravedad tras la primera hora de tratamiento.
2. Mantenimiento de la frecuencia respiratoria tras la primera hora.

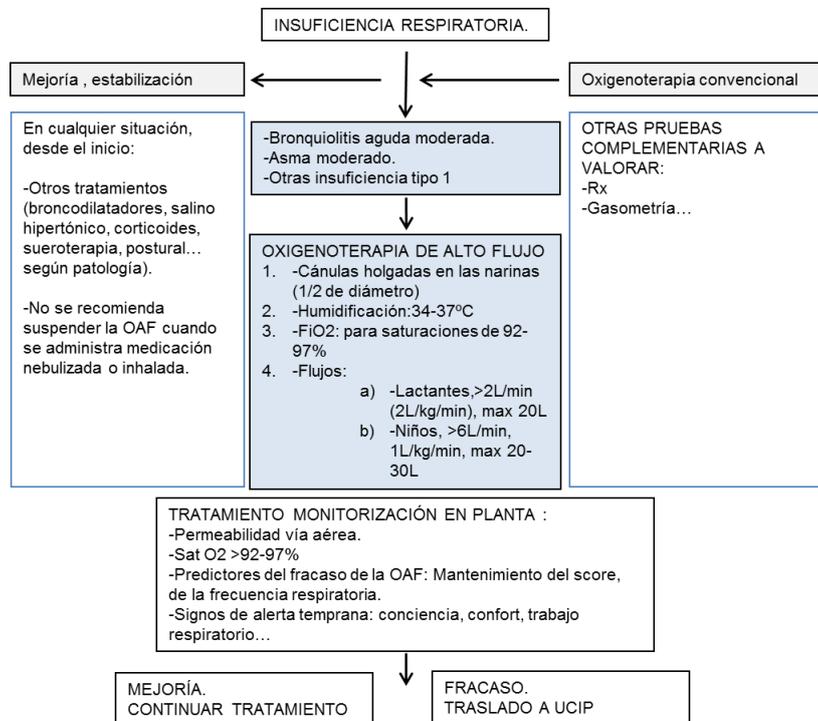
Además:

1. Signos de alerta temprana.
2. Pruebas complementarias: gasometría, imagen...

i. ¿Cómo realizaremos el destete?

Para el destete primero disminuimos la FiO₂, manteniendo el flujo y después vamos descendiendo el flujo, guiados por el trabajo respiratorio y la pulsioximetría, hasta retirarlo cuando permanece estable con 4L/min (lactantes pequeños con flujos menores 2L/min). Normalmente hay un periodo transicional con gafas nasales a bajo flujo, hasta la retirada total de la oxigenoterapia.

6. ALGORITMO DE ACTUACIÓN.



BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Abboud P.A. et al. Predictors of failure in infants with viral bronchiolitis treated with high-flow, high-humidity nasal cannula therapy. *Pediatr Crit Care Med* 2012 Vol. 13, No. 6
2. Balaguer M, et al. Bronchiolitis Score of Sant Joan de Deu: BROSJOD Score, Validation and Usefulness. *Pediatr Pulmonol.* 2016; 9999:1–7.
3. Dysart K, Miller TL, Wolfson MR, Shaffer TH. Research in high flow therapy: mechanisms of action. *Respir Med* 2009;103: 1400–1405.
4. Franklin D et al. : A randomized trial of High-Flow oxygen therapy in infants with bronchiolitis. *N Engl J Med* 2018;378:1121-31.
5. Franklin et al. : Early high flow nasal cannula therapy in bronchiolitis, a prospective randomised control trial (protocol): A Paediatric Acute Respiratory Intervention Study (PARIS). *BMC Pediatrics* (2015) 15:183
6. Frey B, Sham F. Oxygen administration in infants. *Arch Dis child Fetal neonatal Ed* 2003;88:F84-F88.
7. González F, González M.I., Rodríguez R. Impacto clínico de la implantación de la ventilación por alto flujo de oxígeno en el tratamiento de la bronquiolitis en una planta de hospitalización pediátrica. *An Pediatr (Barc).* 2013;78:210-5.
8. Hegde S, and Prodhon P. Serious Air Leak Syndrome Complicating High-Flow Nasal Cannula Therapy: A Report of 3 Cases. *Pediatrics* 2013;131:e939.
9. Kubicka ZJ, Limauro J, Darnall RA. Heated, Humidified High-Flow Nasal Cannula Therapy: Yet Another Way to Deliver continuous Positive Airway Pressure? *Pediatrics* 2008;121;82-88
10. Lampland AL, Plumm B, Meyers PA, Worwa CT, Mammel MC. Observational study of humidified high-flow nasal cannula compared with nasal continuous positive airway pressure. *J Pediatr.* 2009;154:177–82.
11. López-Herce J, Pilar-Orive J. Modalidades de ventilación no invasiva en niños. En: Medina A, Pons M, Martín-Torres F editores. *Ventilación no invasiva en pediatría.* 2.a ed. Madrid: ediciones Ergon; 2009. p. 49-60.
12. Luna Paredes M.C, Asensio de la Cruz O, Cortell Aznar I, Martínez Carrasco M.C, Barrio Gómez de Agüero M.I, Pérez Ruiz E, Pérez Frías J. y Grupo de Técnicas de la Sociedad Española de Neumología Pediátrica. Fundamentos de la oxigenoterapia en situaciones agudas y crónicas: indicaciones, métodos, controles y seguimiento. *An Pediatr (Barc).* 2009;71:161–174.
13. McKiernan C, Chua LC, Visintainer PF, Allen H. High Flow Nasal Cannulae Therapy in Infants with Bronchiolitis. *J Pediatr* 2010;156:634-8.
14. Milési et al.: High-flow nasal cannula: recommendations for daily practice in pediatrics. *Annals of Intensive Care* 2014 4:29.
15. Montiano Jorge J.I. y Salado Marin C. Oxigenoterapia de alto flujo en planta de hospitalización. *An Pediatr* 2015;82:210-2
16. Pilar Orive J, López Fernández Y, Morteruel Arizkuren E. Oxigenoterapia de Alto Flujo (OAF). Disponible en: http://www.secip.com/publicaciones/protocolos/cat_view/68-protocolos/118-oxigenoterapia-de-alto-flujo
17. Ramos Fernández JM, et al. Validación de una escala clínica de severidad de la bronquiolitis aguda. *An Pediatr (Barc).* 2014;81(1):3---8



18. Ruza F, De La Oliva P, Almeida L. Insuficiencia respiratoria. En: Cobos N, Pérez Yarza E.G editores. Tratado de neumología infantil. 2.a ed. Madrid: ediciones Ergon, 2009. p.43-62.
19. Sarnaik A.P, Clark J.A. Dificultad e insuficiencia respiratoria. En: Kliegman R.M, Staton B.F, St. Geme J.W, Schor N.F and Behrman R.E editores. Nelson Tratado de Pediatría. 19.a ed. Elsevier España, S.L. 2013. p.330-337.
20. Sreenan C, Lemke RP, Hudson-Mason A, Osiovich H. Highflow nasal cannulae in the management of apnea of prematurity: a comparison with conventional nasal continuous positive airway pressure. Pediatrics. 2001;107:1081–1083
21. Torrey SB, Parson PE, Wiley JF. Continuous oxygen delivery systems for infants, children, and adults. [Monografía en línea]. Walthman (MA): UpToDate; 2017 [acceso 25 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.uptodate.com/>
22. Urbano Villaescusa J, Mencía Bartolomé S, Cidoncha Escobar E, López-Herce Cid J, Santiago Lozano M.ªJ, Carrillo Álvarez A. Experiencia con la oxigenoterapia de alto flujo en cánulas nasales en niños. An Pediatr (Barc). 2008;68:4-8