



Disponible en ligne sur
SciVerse ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com



RECOMMANDATIONS

Recommandations pour l'oxygénothérapie chez l'enfant en situations aiguës et chroniques : évaluation du besoin, critères de mise en route, modalités de prescriptions et de surveillance^{☆,☆☆}

Recommendations for pediatric oxygen therapy in acute and chronic settings: Needs assessment, implementation criteria, prescription practices and follow-up[◇]

G. Aubertin^a, C. Marguet^b, C. Delacourt^c,
V. Houdouin^d, L. Leclainche^e, M. Lubrano^f,
O. Marteletti^g, I. Pin^h, G. Pouesselⁱ, J.-L. Rittié^j,
J.-P. Saulnier^k, C. Schweitzer^l, N. Stremler^m,
C. Thumerelleⁿ, A. Toutain-Rigolet^o, N. Beydon^{p,*},
Le Groupe de recherche sur les avancées en
pneumologie pédiatrique (GRAPP)

^a Unité fonctionnelle de pneumologie pédiatrique, hôpital Armand-Trousseau, AP–HP, 75012 Paris, France

^b Service de pédiatrie et d'allergologie, hôpital Charles-Nicolle, CHU de Rouen, 76031 Rouen cedex, France

^c Service de pneumo-allergologie pédiatrique, hôpital Necker-Enfants–Malades, AP–HP, 75015 Paris, France

^d Unité fonctionnelle de pneumologie et centre de ressources et de compétences pour la mucoviscidose, hôpital Robert-Debré, AP–HP, 75019 Paris, France

^e Service de pédiatrie spécialisée, Croix-Rouge française, hôpital d'Enfants-Margency, 95580 Margency, France

[☆] Ces recommandations sont publiées conjointement dans les *Archives de Pédiatrie et la Revue des Maladies Respiratoires*. Merci de citer ces recommandations de la façon suivante : Aubertin G, Marguet C, Delacourt C et al. Recommandations pour l'oxygénothérapie chez l'enfant en situations aiguës et chroniques : évaluation du besoin, critères de mise en route, modalités de prescription et de surveillance. *Arch Pediatr* 2012;19:528–36.

^{☆☆} Communication : présentation orale au Congrès francophone pédiatrique de pneumologie et d'allergologie, novembre 2012, Paris.
[◇] These guidelines are jointly published in the *Archives de Pédiatrie and the Revue des Maladies Respiratoires*. Please reference these guidelines as follows: Aubertin G, Marguet C, Delacourt C et al. Recommandations pour l'oxygénothérapie chez l'enfant en situations aiguës et chroniques : évaluation du besoin, critères de mise en route, modalités de prescription et de surveillance. *Arch Pediatr* 2012;19:528–36.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : nicole.beydon@trs.aphp.fr (N. Beydon).

^f Département de pédiatrie médicale, hôpital Charles-Nicolle, CHU de Rouen, 76031 Rouen, France

^g Service de pédiatrie, centre hospitalier de Lens, 62300 Lens, France

^h Département de pédiatrie, hôpital Nord, CHU de Grenoble, 38043 Grenoble cedex 9, France

ⁱ Service de pédiatrie, centre hospitalier de Roubaix, 59056 Roubaix, France

^j Service de pneumo-allergologie pédiatrique et mucoviscidose, hôpital des Enfants, 31059 Toulouse cedex, France

^k Service de réanimation pédiatrique, hôpital Jean-Bernard, 86021 Poitiers cedex, France

^l Service de médecine infantile, hôpital d'Enfants, 54511 Vandœuvre-lès-Nancy cedex, France

^m Centre de ressources et de compétences pour la mucoviscidose, hôpital d'Enfants de la Timone, 13385 Marseille cedex 5, France

ⁿ Service de pneumologie infantile, hôpital Jeanne-de-Flandre, 59037 Lille cedex, France

^o Médicentre, clinique du Val-d'Ouest, 69160 Écully, France

^p Unité fonctionnelle de physiologie—explorations fonctionnelles respiratoires, hôpital Armand-Trousseau, AP—HP, 26, avenue du Docteur-Arnold-Netter, 75012 Paris, France

Disponible sur Internet le 6 mai 2013

Résumé Le Groupe de recherche sur les avancées en pneumo-pédiatrie (GRAPP) a élaboré en 2010 sous l'égide de la Société pédiatrique de pneumologie et d'allergologie (SP2A) des recommandations sur l'évaluation du besoin, les critères de mise en route, les modalités de prescription et de surveillance de l'oxygénothérapie chez l'enfant, en situations aiguës et chroniques. Ces recommandations ont été réalisées selon les modalités du consensus formalisé de la Haute Autorité de santé (HAS) à partir d'une lecture, par un groupe d'experts, de la bibliographie en langue anglaise et française. Les recommandations ont ensuite été validées par un second groupe d'experts. Seules les recommandations sont présentées dans ce texte court, la totalité du texte (argumentaire + recommandations) est accessible sur le site de la Société française de pédiatrie : www.sfpediatrie.com.

© 2013 Publié par Elsevier Masson SAS pour la SPLF.

Summary Recommendations for acute and long-term oxygen therapy (needs assessment, implementation criteria, prescription practices, and follow-up) in children were produced by the Groupe de Recherche sur les Avancées en Pneumo-Pédiatrie (GRAPP) under the auspices of the French Paediatric Pulmonology and Allergology Society (SP2A). The Haute Autorité de Santé (HAS) methodology, based on the Formalized Consensus, was used. A first panel of experts analyzed the English and French literature to provide a second panel of experts with recommendations to validate. Only the recommendations are presented here, but the full text (arguments + recommendations) is available at the website of the French Paediatric Society: www.sfpediatrie.com.

© 2013 Published by Elsevier Masson SAS on behalf of SPLF.

L'oxygénothérapie est fréquemment utilisée chez l'enfant en situation aiguë (d'urgence), plus rarement de manière chronique. Elle nécessite une évaluation rigoureuse des besoins en oxygène (O₂) et du terrain sur lequel porte l'indication pour éviter les oxygénothérapies inutiles, voire délétères. La Société pédiatrique de pneumologie et d'allergologie (SP2A) a proposé, en mai 2010, d'établir des recommandations sur l'évaluation des besoins en O₂ chez l'enfant, les modalités de prescription et de surveillance d'une oxygénothérapie en dehors de la ventilation invasive ou non invasive et de la période néonatale. Le champ de recherche devait concerner à la fois l'insuffisance respiratoire aiguë et l'insuffisance respiratoire chronique. La méthodologie choisie a été celle de la Haute Autorité de santé (HAS, www.has-sante.fr), selon le guide « Bases

méthodologiques pour l'élaboration de recommandations professionnelles par consensus formalisé ».

Les recommandations ont été rédigées après une étude de la littérature et une analyse des pratiques par un groupe de pilotage composé 14 membres experts dont 2 coordonnateurs (G.A., N.B.). Le niveau de preuve scientifique (coté de 1 à 4) et la gradation des recommandations (cotées de A à C) étaient déterminés selon le « guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations » publié par l'Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé (Anaes) en janvier 2000, de la façon suivante :

- [A] : une recommandation de grade A est fondée sur une preuve scientifique établie par des études de fort niveau de preuve (niveau 1) ;

- [B] : une recommandation de grade B est fondée sur une présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve ou des études de cohorte (niveau 2) ;
- [C] : une recommandation de grade C est fondée sur des études de moindre niveau de preuve, comme des études cas-témoins (niveau 3), des études comparatives avec des biais importants, des études rétrospectives, des études épidémiologiques descriptives ou des séries de cas (niveau 4) ;
- en l'absence de preuve scientifique, des recommandations ont été proposées et gradées comme correspondant à un avis d'experts recueilli au sein des membres du groupe de pilotage. Le groupe d'experts estime cette recommandation importante et pertinente car fondée sur une pratique clinique.

Pré-requis

Techniques de mesure objective des échanges gazeux

Elles ont été étudiées dans les références [1–13].

Différentes techniques d'évaluation des échanges gazeux sont disponibles. Les mesures sanglantes sont les plus précises mais elles ont laissé la place en pratique courante à des mesures non invasives, faciles à répéter ou capables de fournir des enregistrements prolongés. Les mesures sanglantes restent indispensables dans certaines situations.

Mesures sanglantes

Le *gold standard* de la mesure des pressions partielles artérielles en oxygène (PaO_2) et en dioxyde de carbone (PaCO_2) est la gazométrie artérielle. [A]

La technique du prélèvement capillaire artérialisé pour la mesure de la PaO_2 et de la PaCO_2 peut être utilisée chez l'enfant [A]. Un prélèvement capillaire doit être obtenu en moins de 30 s. [B]

Il est recommandé pour la mesure de la PaO_2 d'avoir recours à un prélèvement rigoureusement artériel ou capillaire artérialisé à l'oreille [A].

Il est recommandé pour la mesure de la PaCO_2 d'avoir recours à un prélèvement rigoureusement artériel ou capillaire artérialisé ou non [A]. La mesure en veineux de la pression partielle en dioxyde de carbone (PvCO_2) est bien corrélée à la PaCO_2 mais la surestime. Cependant, une PvCO_2 normale (< 46 mmHg) permet d'exclure une hypercapnie [B].

Il est recommandé pour le prélèvement [B] :

- de le sceller immédiatement ;
- de l'analyser soit immédiatement à l'air ambiant, soit dans un délai inférieur à 30 min en le conservant dans la glace.

Mesures non sanglantes

La saturation percutanée en O_2 (SpO_2) peut être utilisée pour estimer la PaO_2 , sauf s'il existe une anémie, une intoxication au monoxyde de carbone, une méthémoglobinémie, une hémoglobine anormale ou une polyglobulie [C]. Dans

ces rares circonstances, la surveillance de la PaO_2 par la SpO_2 n'est pas possible.

Il est recommandé pour la mesure de la SpO_2 :

- d'utiliser un oxymètre de pouls dont l'algorithme supprime les artéfacts liés aux mouvements, notamment pour les enregistrements continus [C] ;
- de mesurer la SpO_2 au doigt (ou à l'orteil) plutôt qu'à l'oreille [C] ;
- de vérifier le bon fonctionnement du capteur, en utilisant de préférence un capteur à usage unique ;
- de privilégier les capteurs souples à enroulement [C] ;
- de vérifier l'absence de sources d'erreur de mesure : capteur mal positionné ou exposé à une forte luminosité, mouvements, vernis à ongle (noir, vert ou bleu), pigmentation cutanée (surtout en cas d'hypoxémie $< 85\%$), troubles hémodynamiques avec bas débit, hypothermie ou hypoxémie profonde ($< 75\%$) [A] ;
- de vérifier la qualité du signal de pouls ;
- de retenir une valeur stable obtenue sur une période d'au moins 5 min.

Dans tous les cas où la mesure de la SpO_2 n'est pas fiable la PaO_2 doit être mesurée par une technique sanglante [C].

La mesure des pressions transcutanées en O_2 (PtcO_2) et CO_2 (PtcCO_2) permet le suivi prolongé des échanges gazeux [A]. Son utilisation comme outil diagnostique n'est pas validée.

Valeurs normales

Elles ont été étudiées dans les références [2, 14–18].

La PaO_2 normale et sa limite inférieure (-2 DS) varient avec l'âge. La PaCO_2 normale est identique quel que soit l'âge et est comprise entre 35 et 45 mmHg [A].

Hors période néonatale, la valeur moyenne normale de la SpO_2 à l'éveil est supérieure à 95 %, cette valeur varie peu avec l'âge [B].

La valeur normale de la SpO_2 durant le sommeil est supérieure à 92 %. En fonction de l'âge, moins de 10 % du temps de sommeil est passé à une valeur de [C] :

- SpO_2 inférieure à 91 % jusqu'à 1 an ;
- SpO_2 inférieure à 92 % de 1 à 10 ans ;
- SpO_2 inférieure à 93 % de 10 à 20 ans.

Risques de l'hypoxémie à court et long terme – bénéfices attendus de l'oxygénothérapie

Ces points ont été étudiés dans les références [19–30].

Les risques de l'hypoxémie aiguë sont indissociables de ceux de la pathologie causale. L'hypoxémie chronique peut être responsable de complications dont les études peu nombreuses concernent essentiellement la dysplasie bronchopulmonaire (DBP) et la mucoviscidose.

L'hypoxémie aiguë

est un marqueur de gravité de la pathologie respiratoire car elle témoigne d'une insuffisance respiratoire aiguë. Elle doit être prise en charge en urgence et en milieu hospitalier.

En cas d'hypoxémie chronique

L'hypoxémie chronique avec SpO₂ inférieure à 90% peut entraîner une hypertension artérielle pulmonaire (HTAP) [C].

En cas d'HTAP avérée, celle-ci diminue si la SpO₂ est maintenue supérieure à 94%. Cela ne s'applique ni aux HTAP primitives, ni aux cardiopathies congénitales [C].

L'hypoxémie chronique avec une SpO₂ inférieure à 85% peut avoir des effets délétères sur le développement neurocognitif, le comportement et la croissance de l'enfant. Les effets d'une hypoxémie chronique au-dessus de ce seuil ne sont pas clairement établis.

Dans la DBP

Une SpO₂ moyenne inférieure à 90% est associée à un risque plus élevé de mort subite et de malaise grave, contrairement à une SpO₂ moyenne supérieure à 92% [C].

Une SpO₂ moyenne supérieure à 92% est associée à une meilleure croissance pondérale [B].

Une SpO₂ moyenne inférieure à 91% est associée à une altération de la qualité du sommeil, contrairement à une SpO₂ moyenne supérieure à 93% [B].

L'oxygénothérapie de longue durée à domicile (OLD) permet de diminuer les coûts hospitaliers en permettant une sortie précoce de l'hôpital [B].

Dans la mucoviscidose

La correction de l'hypoxémie nocturne peut améliorer les performances scolaires ou professionnelles et la qualité du sommeil [C].

La correction de l'hypoxémie nocturne peut favoriser la survenue d'une hypercapnie [C].

Critères de mise en route d'une oxygénothérapie chez l'enfant

Les valeurs seuils devant faire indiquer une oxygénothérapie sont à distinguer des valeurs inférieures normales de PaO₂/SpO₂. L'indication à l'oxygénothérapie tient compte des risques potentiels associés à ces valeurs seuils. En cas d'hypoxémie aiguë, il convient de différencier l'enfant avec ou sans pathologie respiratoire chronique à risque d'insuffisance respiratoire chronique.

Hypoxémie aiguë chez l'enfant sans pathologie respiratoire pouvant entraîner une hypercapnie chronique

Cette situation a été étudiée dans les références [31–34] et est schématisée sur la Fig. 1.

Parallèlement à l'administration d'O₂, il est nécessaire :

- de mettre en route les traitements symptomatiques (bronchodilatateurs en cas de bronchospasme, désencombrement des voies aériennes, restauration d'une hémodynamique normale) ;
- de vérifier le bon fonctionnement du matériel de mesure de la SpO₂.

L'oxygénothérapie est formellement indiquée si :

- SpO₂ inférieure à 92% ;

Hypoxémie aiguë - CAT

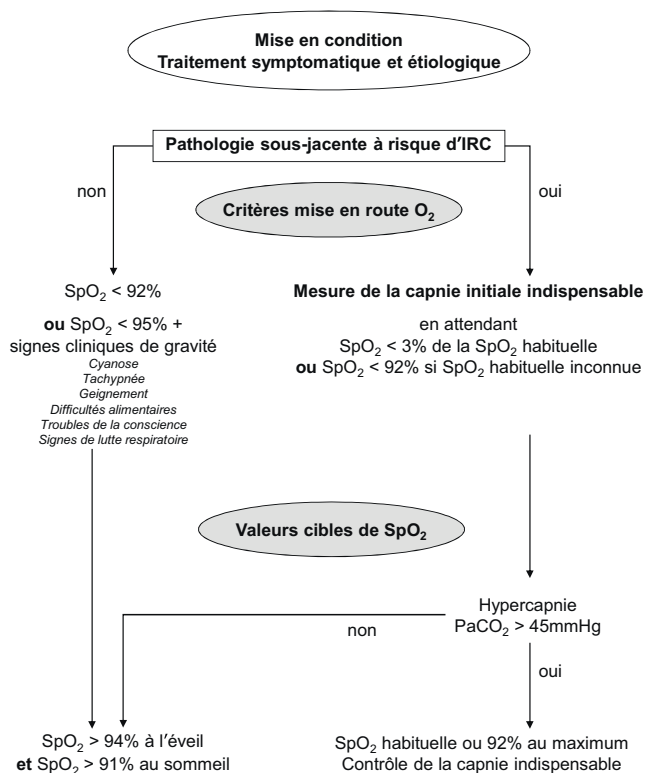


Figure 1. Critères de mise en route et valeurs cibles de l'oxygénothérapie en cas d'hypoxémie aiguë. SpO₂ : saturation percutanée en oxygène ; IRC : insuffisance respiratoire chronique ; PaCO₂ : pression partielle artérielle en dioxyde de carbone.

- ou SpO₂ inférieure à 95% associée à des signes cliniques de gravité (tachypnée, signes de lutte respiratoire, cyanose, geignement, difficultés d'alimentation, troubles de la conscience).

Les valeurs cibles à atteindre au cours d'une oxygénothérapie sont :

- SpO₂ supérieure à 94% à l'éveil ;
- et SpO₂ supérieure à 91% au sommeil.

En cas de mesure de SpO₂ non fiable :

- l'oxygénothérapie est indiquée si la PaO₂ est inférieure à 60 mmHg ;
- les valeurs cibles à atteindre sont une PaO₂ supérieure à 70 mmHg à l'éveil et 62 mmHg au sommeil ou au biberon ;
- dans le cas particulier de l'intoxication au monoxyde de carbone (CO), l'oxygénothérapie est indiquée quelle que soit la valeur de la PaO₂, sans valeur cible, la fraction inspirée en oxygène (FiO₂) est toujours à 100%.

Hypoxémie aiguë chez l'enfant atteint d'une pathologie respiratoire potentiellement associée à une hypercapnie chronique

Cette situation est également schématisée sur la Fig. 1.

Parallèlement à toute administration d'O₂, il est nécessaire :

- de mettre en route les traitements symptomatiques (bronchodilatateurs en cas de bronchospasme, désencombrement des voies aériennes, restauration d'une hémodynamique normale) ;
- de vérifier le bon fonctionnement du matériel de mesure de la SpO₂ et la technique de prélèvement pour la mesure des gaz du sang.

Il est recommandé d'évaluer la capnie dès le début de la prise en charge.

L'oxygénothérapie est indiquée si :

- la SpO₂ mesurée est inférieure de 3 points à la SpO₂ habituelle du patient (si celui-ci la connaît, ou si le patient possède une carte d'insuffisant respiratoire ou est atteint d'une cardiopathie cyanogène) ;
- la SpO₂ est inférieure à 92 % si la SpO₂ habituelle du patient est inconnue et en attendant les résultats de la mesure sanglante de PaO₂ et PaCO₂.

Valeurs cibles à atteindre

Chez un enfant hypercapnique :

- la valeur cible est la SpO₂ habituelle du patient ou par défaut un maximum de 92 % à l'éveil,
- du fait du risque de majoration de l'hypercapnie dont les signes cliniques sont d'apparition tardive, le contrôle de la capnie après mise sous oxygénothérapie est recommandé ;

Si l'enfant est normocapnique, la conduite à tenir est la même que chez l'enfant sans pathologie respiratoire chronique.

Hypoxémie chronique

Cette situation a été étudiée dans les références [19,20,22,23,35] et est schématisée sur la Fig. 2.

Avant toute administration de longue durée (OLD) :

L'indication doit être évaluée et posée par un médecin spécialiste ayant une compétence dans l'insuffisance respiratoire chronique de l'enfant. Tout enfant sous oxygénothérapie au long cours doit être évalué régulièrement par un pneumologue pédiatre, en collaboration avec les autres soignants impliqués dans sa prise en charge.

La SpO₂ doit être évaluée pendant au moins une phase de sommeil (6–12 h) et pendant des phases d'éveils et d'activité (jeu, alimentation) [C].

Une évaluation de la capnie diurne, et si celle-ci est normale, de la capnie nocturne ou le cas échéant au réveil, est nécessaire.

Les conséquences de l'hypoxémie chronique doivent être régulièrement recherchées : altération de la croissance staturo-pondérale, troubles cognitifs, polyglobulie sur la numération-formule sanguine, hypertension artérielle pulmonaire et hypertrophie du ventricule droit par l'échographie cardiaque.

Conduite à tenir devant une hypoxémie chronique

- Avis médical spécialisé obligatoire
- Mesure prolongée de la SpO₂ (sommeil, éveil, alimentation, activités)
- Mesure de la capnie (au moins ponctuelle, au mieux prolongée et la nuit)
- Recherche des complications éventuelles (polyglobulie, HTAP, altération de la croissance)

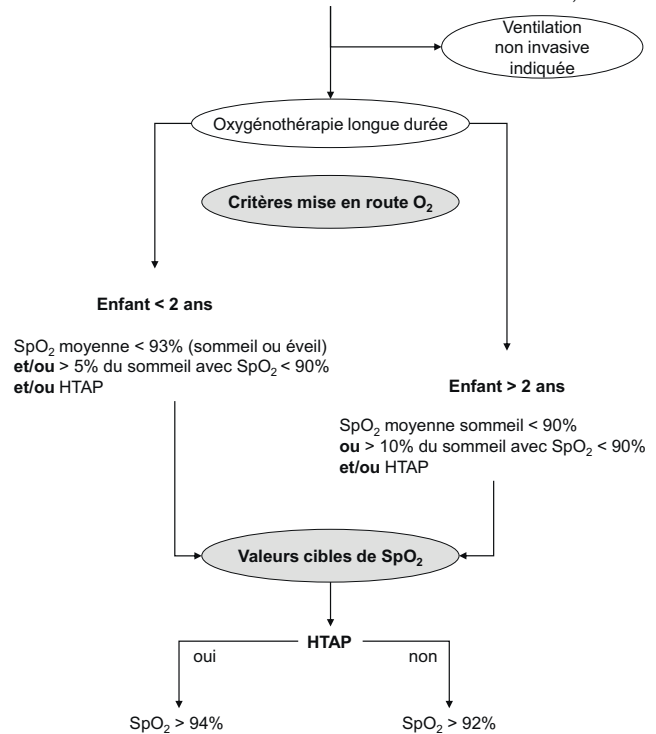


Figure 2. Critères de mise en route et valeurs cibles de l'oxygénothérapie en cas d'hypoxémie chronique. SpO₂ : saturation percutanée en oxygène, HTAP : hypertension artérielle pulmonaire.

Indications d'une OLD chez un enfant stable en fonction de sa pathologie

DBP chez un enfant de terme corrigé supérieur à 36 semaines d'aménorrhée (SA).

L'oxygénothérapie est indiquée de façon formelle si :

- la SpO₂ moyenne est inférieure à 93 % pendant le sommeil ou à l'éveil ;
- ou le temps de sommeil passé avec une SpO₂ inférieure à 90 % est supérieur à 5 % ;
- ou il existe une HTAP.

Mucoviscidose

L'oxygénothérapie est indiquée si :

- la SpO₂ moyenne pendant le sommeil est inférieure à 90 % ;
- ou le temps de sommeil passé avec une SpO₂ inférieure à 90 % est supérieur à 10 % ;
- ou il existe une HTAP ;
- dans le cas particulier des inscrits dans un programme de réhabilitation à l'effort, l'oxygénothérapie est indiquée si la SpO₂ inférieure à 92 % avant ou pendant l'effort, avec une valeur cible de SpO₂ supérieure à 91 % pendant l'effort.

Dans toutes les autres affections pulmonaires (pneumopathies interstitielles, bronchiolite oblitérante, bronchopneumopathie chronique...), il est recommandé, par extrapolation des

données relatives à la DBP ou à la mucoviscidose, d'instaurer une oxygénothérapie en fonction de l'âge.

Chez l'enfant de moins de 2 ans, l'oxygénothérapie est indiquée si :

- la SpO₂ moyenne est inférieure à 93 % pendant le sommeil ou à l'éveil ;
- ou le temps de sommeil passé avec une SpO₂ inférieure à 90 % est supérieur à 5 % ;
- ou il existe une HTAP.

Chez l'enfant de plus de 2 ans, l'oxygénothérapie est indiquée si :

- la SpO₂ moyenne pendant le sommeil est inférieure à 90 % ;
- ou le temps de sommeil passé avec une SpO₂ inférieure à 90 % est supérieur à 10 % ;
- ou il existe une HTAP.

L'oxygénothérapie n'est pas indiquée en première intention dans les hypoventilations alvéolaires chroniques par atteinte neuromusculaire, déformation thoracique, obstruction des voies aériennes et syndrome d'apnées obstructives du sommeil. Elle peut être un adjuvant d'une ventilation non invasive (VNI) estimée optimale.

Valeurs cibles

Dans la DBP sans HTAP, l'OLD doit permettre d'obtenir une SpO₂ supérieure à 92 % quelle que soit l'activité de l'enfant. Des valeurs cibles de SpO₂ supérieure à 95 % ne sont pas nécessaires [B].

Dans les autres cas, il n'existe aucune donnée sur les valeurs cibles de SpO₂.

En l'absence d'HTAP, il est proposé de maintenir à l'éveil et au sommeil une SpO₂ supérieure à 92 % en surveillant la capnie.

En présence d'une HTAP, il est proposé de maintenir la SpO₂ supérieure à 94 %, y compris chez l'enfant présentant une DBP.

L'oxygénothérapie est indiquée durant les périodes où la SpO₂ est en dessous des valeurs seuils sur les enregistrements d'éveil et de sommeil.

Prescription d'une oxygénothérapie chez l'enfant

Les modalités de prescription sont fonction de l'âge de l'enfant, du débit d'oxygène nécessaire, du temps d'oxygénothérapie dans le nyctémère et des impératifs de déambulation. Une prise en charge multidisciplinaire, en milieu spécialisé, associée à une éducation thérapeutique du patient et de son entourage sont nécessaires.

Interfaces disponibles selon l'âge et les besoins

Ces points ont été étudiés dans les références [36,37].

Il est recommandé, en première intention, d'utiliser des lunettes nasales. En fonction des besoins en oxygène et de la tolérance, l'interface sera adaptée.

Les lunettes (canules nasales) doivent être préférées au cathéter naso-pharyngé pour des débits inférieurs ou égaux à 4 L/min [B].

La taille des lunettes doit être adaptée à celle de l'enfant et au débit d'oxygène utilisé [A] :

- les lunettes « néonatales » permettent un débit maximal d'O₂ de 1,5–2 L/min ;
- les lunettes « nourrissons » permettent un débit maximal d'O₂ de 2–3 L/min ;
- les lunettes « enfants–adultes » permettent un débit maximal d'O₂ de 3–4 L/min.

Les masques à FiO₂ variable sont utilisés pour des débits supérieurs à 4 L/min : masque à oxygène simple, masque à réservoir à réinspiration ou sans réinspiration. [C]. Les masques à Venturi délivrent une FiO₂ fixe en fonction du débit d'O₂. [A].

Les systèmes clos (cloche de Hood, incubateurs) peuvent être utilisés si les interfaces sus-citées ne sont pas adaptées. Ils nécessitent de contrôler la FiO₂.

L'humidification de l'oxygène, pour des débits inférieurs à 4 L/min, est recommandée s'il existe une mauvaise tolérance de l'air sec. Les systèmes clos sont toujours humidifiés.

Sources d'O₂ disponibles en fonction des besoins

Les différentes sources d'O₂ sont [38] :

- à l'hôpital : le réseau d'établissement, l'O₂ gazeux (cylindres) ;
- au domicile : l'O₂ liquide, l'O₂ gazeux (cylindres), les concentrateurs ou enrichisseurs d'O₂.

Le manomètre doit être adapté aux faibles débits d'O₂. Les manomètres dont les débits sont inférieurs à 0,1 L/min sont inutiles.

En situations d'urgence :

- sur le terrain en dehors de l'hôpital : l'O₂ gazeux doit être préféré ;
- à l'hôpital : l'O₂ du réseau d'établissement doit être utilisé.

En situations chroniques

La prescription doit être effectuée par un médecin expérimenté dans les indications et la surveillance de l'oxygénothérapie de l'enfant. Le choix du matériel doit tenir compte du débit d'oxygène nécessaire et des contraintes liées à la déambulation.

Un équipement portatif doit être mis à disposition si l'oxygénothérapie n'est pas exclusivement nocturne..

Source et débit d'oxygène :

- si le débit d'O₂ est inférieur à 0,25 L/min : la source doit être un concentrateur fixe, les cylindres d'oxygène gazeux assurent la déambulation,
- si le débit d'O₂ est supérieur à 0,25 L/min et inférieur à 4 L/min : la source doit être un concentrateur ou un dispositif à oxygène liquide. Les sources portatives d'oxygène liquide sont recommandées en cas de déambulation supérieure à une heure par jour. Des concentrateurs d'oxygène portatifs sont disponibles depuis peu de temps,

- si le débit d'O₂ est supérieur à 4 L/min, une source d'oxygène liquide est indiquée car seule utilisable en pratique.

En cas d'utilisation du seul concentrateur fixe et si la situation médicale le requiert une source d'oxygène gazeux de secours doit être prescrite.

Les systèmes à délivrance non continue d'O₂ sont peu utilisés chez l'enfant car ils nécessitent un débit inspiratoire minimal. Ils ne sont pas recommandés pour le petit enfant.

Modalités pratiques de prescription

Ces modalités sont étudiées dans les références [39–44].

Pour l'hypoxémie aiguë :

le débit d'O₂ doit être adapté pour obtenir la SpO₂ cible en utilisant l'interface et la source adaptées au débit nécessaire.

Pour l'OLD

Préparation de la sortie de l'hôpital

Avant la sortie, l'enfant doit être stable cliniquement, avec une oxygénothérapie prescrite par un médecin spécialiste. Le débit d'O₂ doit être adapté aux activités de l'enfant au cours du nyctémère et contrôlé par un enregistrement comprenant une période de sommeil.

La préparation de la sortie est pluridisciplinaire et implique médecins, infirmières, kinésithérapeutes, psychologues, assistantes sociales, prestataires.

Une demande de prise en charge en affection de longue durée (ALD) et les démarches sociales pour l'obtention d'allocations supplémentaires doivent être réalisées.

La formation des parents et de l'enfant est une obligation. Elle est instaurée en milieu spécialisé et doit être évaluée au domicile dès le retour de l'enfant. Elle comprend au minimum le maniement du matériel, la surveillance de l'enfant, et les informations pour prévenir les événements indésirables.

Un plan d'action doit être remis aux parents comprenant au minimum les numéros de téléphone d'urgence et le nom du médecin référent de l'enfant.

Une première ordonnance valable au maximum 3 mois est remise au prestataire. Elle précise le débit d'oxygène, la durée de l'oxygénothérapie dans le nyctémère, le matériel nécessaire (source fixe et de déambulation, interface). En cas d'OLD supérieure à 3 mois, il est indispensable de remplir un imprimé Cerfa (demande d'entente préalable pour un traitement d'assistance respiratoire à domicile) à renouveler tous les 6 mois.

La prescription d'un oxymètre de pouls ne doit pas être systématique mais peut être proposée au cas par cas par le médecin référent.

Le prestataire de services doit livrer le matériel au domicile de l'enfant avant sa sortie, doit assurer la maintenance du matériel ainsi qu'une astreinte continue (24h/24h, 7j/7j). Il est souhaitable de privilégier un prestataire ayant l'habitude de prendre en charge des enfants, assurant les visites à domicile et la surveillance du traitement.

Suivi après la sortie

Une visite du prestataire au domicile du patient est obligatoire dans les 24 h suivant la sortie d'hôpital. [C]

Dans la DBP, un enregistrement de la SpO₂ doit être réalisé dans le mois qui suit la sortie d'hôpital. Sa réalisation au domicile, en lien avec le prestataire, doit être privilégiée.

Une évaluation médicale doit être réalisée dans le premier mois par l'équipe référente qui prend en charge le patient.

OLD en dehors du domicile

Une personne formée à la manipulation du matériel doit être en mesure d'assister l'enfant sous oxygène. Il n'est pas nécessaire que cette personne soit un professionnel de santé.

L'enfant doit pouvoir accéder au milieu scolaire par la mise en place d'un projet d'accueil individualisé (PAI).

Altitude, voyages en avion.

Une évaluation par l'équipe médicale référente doit déterminer la faisabilité d'un voyage en avion ou d'un séjour en altitude (> 2500 m) et l'adaptation de l'OLD nécessaire.

Avant un voyage en avion, il convient de :

- se déclarer comme passager à mobilité réduite (PMR) ;
- signaler l'oxygénodépendance lors de la réservation, au plus tard 48 h avant le décollage ;
- fournir la prescription, les caractéristiques et les notices techniques du dispositif ;
- satisfaire aux obligations douanières ;
- fournir le formulaire MEDIF (rempli par le médecin référent) en cas de débit d'O₂ supérieur à 2 L/min ;
- tester son matériel, prévoir des batteries et des interfaces de rechange.

Effets indésirables

Les parents doivent connaître les risques potentiels liés à la présence d'oxygène au domicile (explosion, incendie).

Fumer est interdit en présence d'oxygène au domicile. Les dispositifs d'oxygène ne doivent pas être placés près d'une flamme ou d'une source de chaleur.

Suivi et surveillance de l'oxygénothérapie

La surveillance, clinique et para-clinique, des enfants sous oxygénothérapie permet d'adapter le débit au minimum nécessaire, d'envisager un sevrage ou une modification de l'assistance respiratoire le cas échéant.

Adaptation de l'oxygénothérapie

Outils de surveillance d'un enfant sous oxygénothérapie

Oxygénothérapie en situations aiguës

Examen clinique : fréquences respiratoire et cardiaque, signes de lutte respiratoires, cyanose, geignement, prises alimentaires, troubles de la conscience, sueurs, auscultation pulmonaire.

Oxymètres de pouls, au mieux sans artéfact de mouvement.

Examens paracliniques : GDS et imagerie thoracique en fonction de l'évolution clinique.

Oxygénothérapie longue durée

Examen clinique : poids, taille, alimentation, tolérance clinique pendant l'activité et l'alimentation (en particulier

les biberons), signes de décompensation ou d'aggravation respiratoires (signes de lutte respiratoire, tachypnée, cyanose, sueurs, troubles de la conscience), développement neurocognitif.

Oxymètres de pouls, au mieux sans artéfact de mouvement.

Examens paracliniques : gaz du sang, échographie cardiaque, numération-formule sanguine, enregistrement transcutané de la P_{tCO_2} et P_{tCO_2} .

Fréquence des évaluations

Hypoxémie aiguë :

- la SpO_2 suffit à vérifier l'obtention de la valeur cible ;
- le monitoring de la SpO_2 doit être régulier et pluri-quotidien, sur des périodes d'au minimum 5 min. Il s'associe à la surveillance clinique ;
- toute modification du débit d'oxygène doit être surveillée avec contrôle de l'obtention de la valeur cible de SpO_2 dans les 30 min ;
- l'absence d'obtention de la valeur cible malgré l'augmentation du débit d'oxygène doit conduire à une évaluation médicale de l'enfant ;
- en cas d'hypercapnie, le monitoring de la capnie repose sur l'évolution des capnies précédentes, l'évolution clinique et de la SpO_2 sous oxygène. L'aggravation de l'hypercapnie doit faire envisager le transfert en secteur de soins intensifs.

Hypoxémie chronique après la sortie de l'hôpital :

- un enregistrement de SpO_2 nocturne est recommandé au plus tard un mois après la sortie d'hospitalisation avec, en fonction de la pathologie, une évaluation de la capnie ;
- la fréquence des enregistrements doit être adaptée à l'âge de l'enfant, à la pathologie et à la situation clinique. Chez un enfant stable, la surveillance doit être au minimum semestrielle. Toute modification du débit d' O_2 doit être évaluée par un nouvel enregistrement.

Adaptation de l'oxygénothérapie

Le débit d'oxygène doit être adapté aux valeurs cibles de la SpO_2 .

Le plus faible débit doit être recherché. Pour les patients sous OLD, les paliers de débits sont de 0,1 L/min pour les nourrissons, et de 0,5 L/min pour les autres enfants.

La surveillance régulière des signes indirects de l'hypoxémie chronique (croissance staturo-pondérale insuffisante, polyglobulie, HTAP) contribue à l'adaptation de l'oxygénothérapie.

Sevrage de l'oxygénothérapie

Ce point est étudié dans les références [25,45–49].

En situations aiguës

Le débit minimal pour obtenir le maintien de la SpO_2 cible est progressivement recherché.

L'arrêt de l'oxygénothérapie est envisagé lorsque la SpO_2 est supérieure ou égale aux valeurs cibles sous oxygène à faible débit chez un enfant stable sur le plan clinique.

Le retour au domicile est envisagé lorsque la SpO_2 en air ambiant reste supérieure ou égale aux valeurs cibles après

plusieurs heures de sevrage incluant une période de sommeil chez un enfant cliniquement stable sans signes de gravité.

Arrêt d'une OLD

L'arrêt de l'oxygénothérapie à l'éveil ou au sommeil est envisagé lorsque la SpO_2 est supérieure ou égale aux valeurs cibles avec un débit minimal d'oxygène (0,1 L/min chez le nourrisson, 0,5 L/min sinon) à l'éveil ou au sommeil.

L'existence d'une HTAP contre-indique le sevrage en O_2 .

L'arrêt de l'oxygénothérapie est évalué par un enregistrement de la SpO_2 à l'air ambiant au plus tard après une semaine et par l'évolution clinique. Un second enregistrement un mois plus tard est recommandé. Les enregistrements de la SpO_2 sont effectués en milieu hospitalier ou à domicile.

Le matériel doit être laissé au domicile pendant au moins 1 mois et son retrait doit être l'objet d'une prescription sur ordonnance.

Évolution vers une ventilation non invasive

Lors de la surveillance de l'OLD, la survenue d'une hypercapnie confirmée par plusieurs mesures doit conduire à initier une VNI à laquelle on pourra associer une oxygénothérapie [50]. [A]

Remerciements aux lecteurs pour leur aide dans l'élaboration du texte final Jacques Brouard, Jacques de Blic, Antoine Deschildre, Jean-Christophe Dubus, Ralph Epaud, Brigitte Fauroux, Lisa Giovannini-Chami, André Labbé, Bruno Mahut et aux Laboratoires Glaxo-Smith-Kline pour leur soutien institutionnel et logistique.

Références

- [1] Zavorsky GS, Cao J, Mayo NE, et al. Arterial versus capillary blood gases: a meta-analysis. *Respir Physiol Neurobiol* 2007;155:268–79.
- [2] Gaultier C, Boule M, Allaire Y, et al. Determination of capillary oxygen tension in infants and children: assessment of methodology and normal values during growth. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1979;14:287–97.
- [3] Kelly AM, Kyle E, McAlpine R. Venous pCO_2 and pH can be used to screen for significant hypercarbia in emergency patients with acute respiratory disease. *J Emerg Med* 2002;22:15–9.
- [4] Severinghaus JW. Simple accurate equations for human blood O_2 dissociation computations. *J Appl Physiol* 1979;46:599–602.
- [5] Jensen LA, Onyskiw JE, Prasad NG. Meta-analysis of arterial oxygen saturation monitoring by pulse oximetry in adults. *Heart Lung* 1998;27:387–408.
- [6] Carter BG, Carlin JB, Tibballs J, et al. Accuracy of two pulse oximeters at low arterial hemoglobin-oxygen saturation. *Crit Care Med* 1998;26:1128–33.
- [7] Hinkelbein J, Genzwuerker HV, Sogal R, et al. Effect of nail polish on oxygen saturation determined by pulse oximetry in critically ill patients. *Resuscitation* 2007;72:82–91.
- [8] Barker SJ. "Motion-resistant" pulse oximetry: a comparison of new and old models. *Anesth Analg* 2002;95:967–72.
- [9] Barratt CW, Vyas H, Hayes-Gill BR, et al. Selection of pulse oximetry equipment for ambulatory monitoring. *J Med Eng Technol* 2001;25:17–24.
- [10] Thilo EH, Andersen D, Wasserstein ML, et al. Saturation by pulse oximetry: comparison of the results obtained by instruments of different brands. *J Pediatr* 1993;122:620–6.

- [11] Storre JH, Magnet FS, Dreher M, et al. Transcutaneous monitoring as a replacement for arterial PCO₂ monitoring during nocturnal non-invasive ventilation. *Respir Med* 2011;105:143–50.
- [12] Tobias JD. Transcutaneous carbon dioxide monitoring in infants and children. *Paediatr Anaesth* 2009;19:434–44.
- [13] Paiva R, Krivec U, Aubertin G, et al. Carbon dioxide monitoring during long-term noninvasive respiratory support in children. *Intensive Care Med* 2009;35:1068–74.
- [14] Crapo RO, Jensen RL, Hegewald M, et al. Arterial blood gas reference values for sea level and an altitude of 1,400 meters. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:1525–31.
- [15] Urschitz MS, Wolff J, Von Einem V, et al. Reference values for nocturnal home pulse oximetry during sleep in primary school children. *Chest* 2003;123:96–101.
- [16] Balasubramanian S, Suresh N, Ravichandran C, et al. Reference values for oxygen saturation by pulse oximetry in healthy children at sea level in Chennai. *Ann Trop Paediatr* 2006;26:95–9.
- [17] Gries RE, Brooks J. Normal oxyhemoglobin saturation during sleep. How low does it go? *Chest* 1996;110:1489–92.
- [18] Montgomery-Downs HE, Gozal D. Snore-associated sleep fragmentation in infancy: mental development effects and contribution of secondhand cigarette smoke exposure. *Pediatrics* 2006;117:e496–502.
- [19] Abman SH, Wolfe RR, Accurso FJ, et al. Pulmonary vascular response to oxygen in infants with severe bronchopulmonary dysplasia. *Pediatrics* 1985;75:80–4.
- [20] Fraser KL, Tullis DE, Sasson Z, et al. Pulmonary hypertension and cardiac function in adult cystic fibrosis: role of hypoxemia. *Chest* 1999;115:1321–8.
- [21] Bass JL, Corwin M, Gozal D, et al. The effect of chronic or intermittent hypoxia on cognition in childhood: a review of the evidence. *Pediatrics* 2004;114:805–16.
- [22] Askie LM, Henderson-Smart DJ, Irwig L, et al. Oxygen-saturation targets and outcomes in extremely preterm infants. *N Engl J Med* 2003;349:959–67.
- [23] Supplemental. Therapeutic Oxygen for Prethreshold Retinopathy Of Prematurity (STOP-ROP), a randomized, controlled trial. I: primary outcomes. *Pediatrics* 2000;105:295–310.
- [24] Groothuis JR, Rosenberg AA. Home oxygen promotes weight gain in infants with bronchopulmonary dysplasia. *Am J Dis Child* 1987;141:992–5.
- [25] Moyer-Mileur LJ, Nielson DW, Pfeiffer KD, et al. Eliminating sleep-associated hypoxemia improves growth in infants with bronchopulmonary dysplasia. *Pediatrics* 1996;98:779–83.
- [26] Simakajornboon N, Beckerman RC, Mack C, et al. Effect of supplemental oxygen on sleep architecture and cardiorespiratory events in preterm infants. *Pediatrics* 2002;110:884–8.
- [27] Greenough A, Alexander J, Burgess S, et al. High versus restricted use of home oxygen therapy, health care utilisation and the cost of care in chronic lung disease infants. *Eur J Pediatr* 2004;163:292–6.
- [28] Zinman R, Corey M, Coates AL, et al. Nocturnal home oxygen in the treatment of hypoxemic cystic fibrosis patients. *J Pediatr* 1989;114:368–77.
- [29] Milross MA, Piper AJ, Norman M, et al. Subjective sleep quality in cystic fibrosis. *Sleep Med* 2002;3:205–12.
- [30] Gozal D. Nocturnal ventilatory support in patients with cystic fibrosis: comparison with supplemental oxygen. *Eur Respir J* 1997;10:1999–2003.
- [31] Usen S, Webert M. Clinical signs of hypoxaemia in children with acute lower respiratory infection: indicators of oxygen therapy. *Int J Tuberc Lung Dis* 2001;5:505–10.
- [32] Rojas MX, Granados RC, Charry-Anzola LP. Oxygen therapy for lower respiratory tract infections in children between 3 months and 15 years of age. *Cochrane Database Syst Rev* 2009:CD005975.
- [33] Subhi R, Adamson M, Campbell H, et al. The prevalence of hypoxaemia among ill children in developing countries: a systematic review. *Lancet Infect Dis* 2009;9:219–27.
- [34] Onyango FE, Steinhoff MC, Wafula EM, et al. Hypoxaemia in young Kenyan children with acute lower respiratory infection. *BMJ* 1993;306:612–5.
- [35] Singer L, Martin RJ, Hawkins SW, et al. Oxygen desaturation complicates feeding in infants with bronchopulmonary dysplasia after discharge. *Pediatrics* 1992;90:380–4.
- [36] Muhe L, Degefu H, Worku B, et al. Oxygen administration to hypoxic children in Ethiopia: a randomized controlled study comparing complications in the use of nasal prongs with nasopharyngeal catheters. *Ann Trop Paediatr* 1997;17:273–81.
- [37] Gut-Gobert C, L'Her E. Intérêts et modalités pratiques de mise en route d'une oxygénothérapie. *Rev Mal Respir* 2006;23(Suppl 1):3S13–23.
- [38] Weitzenblum E, Chaouat A, Kessler R. L'oxygénothérapie de longue durée dans l'insuffisance respiratoire chronique. Justifications, indications, modalités. *Rev Pneumol Clin* 2002;58:195–212.
- [39] Thomas W, Speer CP. Management of infants with bronchopulmonary dysplasia in Germany. *Early Hum Dev* 2005;81:155–63.
- [40] Harrison G, Beresford M, Shaw N. Acute life threatening events among infants on home oxygen. *Paediatr Nurs* 2006;18:27–9.
- [41] Manns SV. Life after the NNU: the long term effects on mothers' lives, managing a child at home with bronchopulmonary dysplasia and on home oxygen. *Neuro Endocrinol Lett* 2004;25(Suppl 1):127–32.
- [42] Hallam L, Rudbeck B, Bradley M. Resource use and costs of caring for oxygen-dependent children: a comparison of hospital end home-based care. *J Neonatal Nursing* 1996;2:25–30.
- [43] Resnick SM, Hall GL, Simmer KN, et al. The hypoxia challenge test does not accurately predict hypoxia in flight in ex-preterm neonates. *Chest* 2008;133:1161–6.
- [44] Martin AC, Verheggen M, Stick SM, et al. Definition of cutoff values for the hypoxia test used for preflight testing in young children with neonatal chronic lung disease. *Chest* 2008;133:914–9.
- [45] Vermeulen MJ, Weening FT, Battistutta D, et al. Awake daytime oximetry measurements in the management of infants with chronic lung disease. *J Paediatr Child Health* 1999;35:553–7.
- [46] Victor S, Shaw B. Carbon dioxide levels do not predict duration of home oxygen requirement: a retrospective study. *J Perinat Med* 2002;30:333–5.
- [47] Askie LM, Henderson-Smart DJ. Early versus late discontinuation of oxygen in preterm or low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2001:CD001076.
- [48] Askie LM, Henderson-Smart DJ. Gradual versus abrupt discontinuation of oxygen in preterm or low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2001:CD001075.
- [49] Walsh M, Engle W, Lupton A, et al. Oxygen delivery through nasal cannulae to preterm infants: can practice be improved? *Pediatrics* 2005;116:857–61.
- [50] Young AC, Wilson JW, Kotsimbos TC, et al. Randomised placebo controlled trial of non-invasive ventilation for hypercapnia in cystic fibrosis. *Thorax* 2008;63:72–7.