

Initiation de la ventilation non invasive aux urgences pédiatriques dans les bronchiolites sévères du nourrisson*

Initiating Nasal Continuous Positive Airway Pressure for Severe Acute Bronchiolitis in the Paediatric Emergency Department

A.-A. Lopes · M. Sznajder · B. Chevallier · V. Soussan

Reçu le 2 novembre 2013 ; accepté le 11 février 2014
© SFMU et Springer-Verlag France 2014

Résumé *Introduction* : La ventilation non invasive (VNI) dans les bronchiolites sévères du nourrisson s'est développée rapidement en réanimation et au service mobile d'urgence et réanimation pédiatrique (Smur) depuis 2003. Les objectifs de cette étude sont de vérifier les indications de mise sous VNI utilisées aux urgences pédiatriques d'Ambroise-Paré en les comparant à celles utilisées en réanimation et de confirmer l'efficacité de cette technique aux urgences pédiatriques.

Méthodes et population : Étude rétrospective sur 31 nourrissons ventilés par VNI pour bronchiolite sévère aux urgences pédiatriques de l'hôpital Ambroise-Paré (92) des hivers 2009 à 2011.

Résultats : La population étudiée était composée de 16 % d'anciens prématurés sans hypotrophie ni antécédent notable et âgés d'en moyenne deux mois au moment de la bronchiolite. Le pourcentage de bronchiolites apnéisantes (seule indication de VNI selon la conférence de consensus de 2006) était de 17 %. Au moins deux indications de recours à la VNI ont été retrouvées pour chaque patient. Cinquante-huit pour cent des nourrissons étaient transférés plus de deux heures après la mise sous VNI, avec une amélioration constatée sur la fréquence respiratoire (FR), la saturation, la PCO_2 et le pH ($p < 0,001$) et sans complications aux urgences. La VNI a été poursuivie en réanimation dans 84 % des cas. La durée moyenne de VNI était de 2,7 jours, celle d'hospitalisation en réanimation de 4,2 jours.

Conclusion : L'utilisation de la VNI aux urgences pédiatriques est une procédure simple, permettant une prise en charge précoce, avant transfert en réanimation, des bronchiolites sévères du nourrisson et permettant une amélioration clinique et gazométrique de leur insuffisance respiratoire.

Mots clés Bronchiolite · VNI · Urgences pédiatriques

Abstract *Introduction*: Nasal continuous positive airway pressure (nCPAP) in infants with acute severe bronchiolitis has rapidly developed both in paediatric intensive care units (PICUs) and during medicalized transport, since 2003. This study aims to verify the indications of nCPAP used in the paediatric emergency department (PED) at the Ambroise Paré Hospital compared to those used in the PICU and to evaluate the efficiency of nCPAP to stabilize the respiratory function of infants with acute severe bronchiolitis before medicalized transport to the PICU.

Procedure: A retrospective French study was conducted on infants with severe bronchiolitis ventilated by nCPAP in the PED at the Ambroise Paré Hospital, from winter 2009 to winter 2011.

Results: Out of the 31 infants, 16% were formerly prematurely born with otherwise no significant medical history. Post-natal age was 2 months. The rate of nCPAP performed for apneas (single indication of nCPAP for severe bronchiolitis according to the 2006 French medical consensus) was 17%. At least two indications of nCPAP used in the PICU were found for every patient. Babies were transferred within 2 h of nCPAP to the PICU. Clinical improvement was already observed with significantly slower respiratory rate and normalization of capnia and pH ($P < 0.001$) and without any complication at the PED. NCPAP was pursued in the PICU in 84% of the cases. The average duration of nCPAP was of 2.7 days, with the duration of hospitalization in the PICU of 4.2 days.

A.-A. Lopes (✉) · M. Sznajder · B. Chevallier · V. Soussan
Service de pédiatrie générale, hôpital Ambroise-Paré,
Assistance publique-Hôpitaux de Paris,
9, avenue Charles-de-Gaulle, F-92100 Boulogne, France
e-mail : anne-aurelie@club-internet.fr

B. Chevallier
Université de Saint-Quentin-en-Yvelines, 55, avenue de Paris,
F-78000 Versailles, France

* Présentation en communication libre le 09 juin 2012 au congrès des sociétés médicochirurgicales de pédiatrie (Bordeaux, France).

Conclusion: The nCPAP is a useful respiratory support technique which is easy to implement in the PED.

Keywords Bronchiolitis · NCPAP · Paediatric emergency department

Introduction

La bronchiolite aiguë est la première cause de détresse respiratoire du nourrisson, avec une incidence de 460 000 cas par an en France [1]. Dans 3 % des cas, un séjour en réanimation pédiatrique pour assistance respiratoire est nécessaire, devant l'apparition d'une insuffisance respiratoire aiguë [2]. Cette assistance peut être fournie par une ventilation invasive (intubation orotrachéale) ou une ventilation non invasive (VNI) [3].

Cette dernière procédure s'est développée dans les services de réanimation dès les années 1990 [4]. En 2003, son développement en réanimation et au service mobile d'urgence et réanimation pédiatrique (Smur) a connu un essor rapide grâce à l'utilisation d'une nouvelle interface siliconée binasale, s'adaptant à tous les ventilateurs et utilisable chez le nourrisson. L'utilisation de la VNI dans les bronchiolites sévères du nourrisson à terme est alors passée de 20 % des assistances respiratoires pendant l'hiver 2003 à 80 % pendant l'hiver 2006 [1].

Alors que la conférence de consensus française de 2006 ne recommande l'utilisation de la VNI que dans les bronchiolites apnéisantes et ne fait aucune recommandation précise pour les autres formes de bronchiolites sévères, en pratique clinique, l'efficacité de la VNI dans les bronchiolites sévères du nourrisson semble être démontrée dans de nombreuses études [1–11], même si la plupart de ses études restent d'un niveau de preuve insuffisant [7]. Cette technique permet une diminution de l'effort inspiratoire et une amélioration des échanges gazeux, avec un moindre risque d'épuisement respiratoire du nourrisson. Elle semble également entraîner une diminution de la durée du séjour en réanimation [2,4,8] et une réduction importante du taux de complications par rapport à la ventilation invasive par intubation orotrachéale [1,2,5,6]. La VNI est donc devenue, dans cette pathologie, la technique de ventilation de première intention en réanimation et continue à se développer au Smur.

Dans les services d'urgences ou de pédiatrie générale, sans réanimation sur place et ne pratiquant pas la VNI [2,3], des intubations sont encore pratiquées sur des nourrissons, souffrant de bronchiolites sévères, éligibles à la VNI.

Ce travail rend compte de l'expérience d'un service d'urgences pédiatriques. L'objectif principal est de vérifier la bonne indication de mise sous VNI des bronchiolites sévères du nourrisson aux urgences pédiatriques d'Ambroise-Paré

(avant transfert en réanimation) en la comparant aux critères de mise sous VNI utilisés en réanimation. Cette étude vérifie aussi l'efficacité de la VNI sur l'évolution de ces mêmes critères cliniques et gazométriques.

Matériel et méthodes

Il s'agit d'une étude rétrospective, monocentrique, portant sur 31 nourrissons présentant une bronchiolite sévère et ventilés par VNI dans le service de pédiatrie générale et urgences pédiatriques de l'hôpital Ambroise-Paré, d'octobre 2009 à décembre 2011. Tous les nourrissons, âgés de 0 à 24 mois, ventilés par VNI pour une bronchiolite avec insuffisance respiratoire aiguë, durant la période d'étude, ont été inclus.

La bronchiolite était définie par une dyspnée aiguë avec un frein expiratoire et/ou des râles sibilants ou crépitants à l'auscultation pulmonaire. L'insuffisance respiratoire aiguë était définie par une incapacité brutale du système respiratoire à maintenir une hématoxémie normale, évaluée par une hypoxémie importante (saturation ≤ 92 %) à l'oxymètre de pouls ou une hypercapnie.

Les indications de la VNI ont été reprises d'études précédentes réalisées dans le service de réanimation de l'hôpital Kremlin-Bicêtre, dont la principale portait sur 145 nourrissons ventilés par VNI pour bronchiolite sévère entre le 1^{er} octobre 2003 et le 30 avril 2005 [2]. Ces indications étaient la présence de signes de lutte importants (score de Silverman ≥ 5), associée à une tachypnée supérieure ou égale à 60/min, et/ou un épuisement respiratoire (apnée, irrégularité respiratoire, trouble intermittent de la conscience ou hypotonie), et/ou une hypoxémie sévère définie par une saturation inférieure ou égale à 94 % sous 2 l d'oxygène et/ou une hypercapnie supérieure ou égale à 49 mmHg [1–3]. Les contre-indications de la VNI étaient des troubles sévères de la conscience, une instabilité hémodynamique, une bradypnée sévère ou une malformation du massif facial empêchant la mise en place du dispositif.

Les médecins de notre service et certaines infirmières ont été formés à la pratique de la VNI par le service de réanimation pédiatrique de l'hôpital du Kremlin-Bicêtre entre 2009 et 2011 (formations annuelles d'une journée). Ils ont ensuite formé, dans le service, tous les hivers, avant l'épidémie de bronchiolites, l'ensemble du personnel médical et paramédical, mutualisé entre le secteur d'hospitalisation et les urgences pédiatriques. Tout enfant nécessitant une mise sous VNI était transporté dans l'une des deux salles de déchocage, dont l'une se trouve aux urgences et l'autre dans le secteur d'hospitalisation. Une infirmière et un médecin restaient constamment près de lui. La prise en charge a été protocolisée.

La VNI était effectuée via une canule binasale reliée par un circuit double brin bichauffé à un ventilateur de type Babylog 8000. Elle était réalisée en mode ventilation spontanée avec

pression expiratoire positive nasale continue (VS-PEP), avec un niveau de PEP de 7 cm d'H₂O et une FiO₂ initiale de 40 %, modifiée selon la saturation. Les thérapeutiques associées étaient l'installation en proclive à 30°, la prévention des lésions cutanées par application d'un hydrocolloïde, la mise en place d'une sonde orogastrique, l'antalgie assurée par une tétine et l'administration orale de glucosé 30 % et une sédation par kétamine ou midazolam (tous deux fabriqués par Panpharma, à Trittau en Allemagne).

Les indications de la VNI ont été comparées à celles des études faites dans le service de réanimation du Kremlin-Bicêtre [1–3]. L'efficacité de la prise en charge dans notre population a également été évaluée sur l'évolution « avant–après » des critères cliniques et biologiques à h0 et h2 sous VNI : fréquence respiratoire (FR), saturation en O₂, pH capillaire et PCO₂ capillaire.

Le recueil des données a été fait de manière rétrospective à partir des comptes rendus des urgences et d'hospitalisations d'Ambroise-Paré et des comptes rendus d'hospitalisations en réanimation. Les données concernaient les caractéristiques générales des populations (terme et poids de naissance, âge et poids au moment de la bronchiolite), les paramètres cliniques (importance des signes de lutte, FR, saturation en O₂, apnées [pause respiratoire ≥ 10 s], épisodes de trouble de la conscience intermittent et hypotonie) et biologiques (pH et PCO₂ sur sang capillaire) avant et après la mise sous VNI, la recherche du virus respiratoire syncytial (VRS) dans les sécrétions nasales par immunofluorescence, les anomalies de la radiographie thoracique, la durée de VNI aux urgences pédiatriques avant transfert en réanimation, la durée totale de VNI et la durée d'hospitalisation en réanimation.

Analyse statistique

Les variables continues ont été exprimées en moyenne ± écart-type. Les variables qualitatives ont été exprimées en pourcentage. L'efficacité de la VNI « avant–après » a été évaluée par un test de Student pour échantillons appariés. Le logiciel de statistiques utilisé a été PASW Statistics version 18 (SPSS, Hong Kong, Chine). Un *p* inférieur à 0,05 était considéré comme significatif.

Résultats

Pendant la période d'étude, 1 984 nourrissons ont consulté aux urgences d'Ambroise-Paré pour bronchiolite aiguë du nourrisson. Cinq cent quatre-vingt-deux (29,3 %) ont été hospitalisés et 31 étaient éligibles à la VNI et ont tous été ventilés par VNI, soit 1,6 % des bronchiolites vues et 5,3 % des bronchiolites hospitalisées. La population des 31 nourrissons comportait cinq anciens prématurés (16 %). Aucun des nourrissons n'avait d'antécédent d'hypotrophie ou d'autre antécé-

dent notable. Les enfants inclus étaient âgés de 1 à 28 semaines de vie (médiane : 1,9 mois) (Tableau 1).

Le pourcentage de bronchiolites apnéisantes (apnées répétées) parmi celles mises sous VNI était de 17 %. Le taux de bronchiolites dues au virus respiratoire syncytial était de 74 % (23 enfants). Une anomalie radiologique était observée dans 13 cas (42 %), à type d'opacités alvéolaires rétractiles (pneumonie ou atelectasie) du lobe supérieur droit (LSD).

Au moins deux indications de recours à la VNI utilisées en réanimation ont été retrouvées pour chaque patient. Les signes de lutte marqués étaient présents dans 21 cas (68 %), la tachypnée supérieure ou égale à 60/min dans 68 % (FR ≥ 80/min dans six cas [19 %]), les signes d'épuisement respiratoire dans 18 cas (58 %) [au moins une apnée : 29 %, épisode de trouble de la conscience et hypotonie : 29 %], l'hypoxémie sévère dans 19 cas (61 %) et l'hypercapnie supérieure ou égale à 49 mmHg dans 25 cas (80 %). Aucun patient ne présentait de contre-indication à la VNI.

Dans 28 cas (90 %), le transfert en réanimation a eu lieu plus d'une heure après la mise sous VNI et dans 18 cas (58%), plus de deux heures après, sans incident lors de la surveillance aux urgences pédiatriques. Aucune complication liée à la VNI n'a été constatée. Aucune complication liée à la sédation n'a été constatée. Dans quelques cas, les posologies de sédation ont été adaptées après une sédation initiale insuffisante avec un enfant agité. La VNI a été poursuivie en réanimation avec une efficacité chez 26 des 31 nourrissons (84 %). Elle a été arrêtée pour cinq patients : une oxygénothérapie nasale avec surveillance en réanimation a été suffisante pour quatre patients (13 %) ; un patient (3 %), avec insuffisance respiratoire sévère répondant insuffisamment à la VNI, a nécessité une ventilation invasive.

La VNI a été jugée significativement efficace (*p* < 0,001) sur les critères cliniques et gazométriques prédéfinis pour

Tableau 1 Caractéristiques des 31 nourrissons inclus.

	<i>n</i> = 31
Terme (SA)	38,5 [34–41]
Poids naissance (kg)	3,2 ± 0,4
% Prématurés	16 [6–33]
Âge (semaines) à l'admission	8 [1–28]
Poids (kg) à l'admission	4,7 ± 1,2
% VNI pour apnées	16 [6,6–33,0]
% de VRS positif	74 [57–87]
% atteinte du LSD	42 [26–59]
Le terme de naissance et l'âge à l'admission sont exprimés en semaines par la médiane et les extrêmes. Les autres données sont exprimées en moyenne ± ET ou pourcentage et intervalle de confiance à 95 %.	
SA : semaines d'aménorrhée ; VRS : virus respiratoire syncytial ; LSD : lobe supérieur droit.	

l'ensemble de la population étudiée (Tableau 2), avec un passage des paramètres sous les valeurs seuils d'indication de la VNI (FR < 60/min, saturation > 94 % et PCO₂ < 49 mmHg). La durée de VNI était de 2,7 jours ± 2,5, avec une durée d'hospitalisation en réanimation de 4,2 jours ± 2,6.

Discussion

La VNI apparaît comme une technique efficace pour traiter l'insuffisance respiratoire aiguë des bronchiolites sévères du nourrisson et réduire le taux de recours à l'intubation orotrachéale. Elle a permis, dans notre population, de diminuer significativement l'hypercapnie et l'acidose, traduisant l'amélioration des échanges gazeux décrite dans la littérature [1,2,4,6,8].

De plus, la VNI s'accompagne de moins de complications que l'intubation trachéale, notamment les surinfections pulmonaires (baisse de 60 à 15 %), les dyspnées laryngées post-intubation, les volobarotratismes [2,3,7,8,10–13], les syndromes de sevrage aux morphiniques [14].

Depuis la mise en place du protocole d'utilisation de la VNI en octobre 2009, aucun nourrisson atteint de bronchiolite avec insuffisance respiratoire n'a été intubé dans notre service.

Bien qu'aucune complication n'ait été reportée sur la période étudiée, la VNI est une technique qui peut comporter des risques. L'appui hermétique au niveau des narines peut entraîner des lésions cutanées allant d'un simple érythème à des nécroses cutanées observées lors de l'usage prolongé de la VNI. Ce risque est prévenu par des soins cutanés réguliers (application d'un hydrocolloïde sur les zones d'appui et soins rigoureux dès l'apparition d'une rougeur cutanée) et par l'utilisation de différentes interfaces (masque ou canule binasale) modifiant les zones d'appui.

Dans cette étude, l'utilisation précoce de la VNI, dès le service d'accueil (SAU ou hospitalisation), ne modifie pas la durée totale de VNI, mais permet de réduire la durée de séjour en réanimation par rapport à d'autres études [2,4,9].

Il faut toutefois signaler que ces études sont plus anciennes et qu'il est probable que le temps de surveillance en réanimation, après arrêt de la VNI, ait diminué depuis. En revanche, on ignore si l'échec de la VNI conduit à une prolongation de cette durée de séjour.

La VNI est une technique d'aide respiratoire intermédiaire, entre l'oxygénothérapie nasale et la ventilation invasive ; elle peut s'avérer insuffisante dans certaines formes de détresse respiratoire aiguë. Son efficacité doit donc être évaluée de façon rapprochée et conduire, en cas d'échec, à une intubation orotrachéale précoce afin de permettre une prise en charge rapidement efficace, sans excès de morbidité [15–20].

Les résultats de notre étude comportent quelques réserves. Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur un petit nombre de patients. De plus, il existe un biais de recrutement puisque notre population est composée de significativement moins d'anciens prématurés que celles d'autres études [2,6,10]. Cela peut s'expliquer par le fait que le service de pédiatrie générale et urgences pédiatriques d'Ambroise-Paré est un centre de pédiatrie sans maternité sur place. Les nourrissons, surtout s'il s'agit d'anciens prématurés, consultent prioritairement dans leur centre de naissance et de suivi.

Notre étude a retrouvé une infection par le VRS dans 74 % des cas, ce qui correspond au pourcentage d'atteinte régulièrement retrouvé dans cette pathologie [2,4,10].

L'étude retrouve aussi une atteinte du LSD de type condensation alvéolaire ou atelectasie dans 42 % des cas. D'autres études faites en réanimation montrent un taux d'opacité du LSD allant de 34 [14] à 70 % [2]. Cette atteinte est la plus fréquente des atteintes radiologiques rapportées dans la bronchiolite du nourrisson et, selon des études récentes [20–22] mais controversées [23], serait peut-être corrélée à une plus grande sévérité de la maladie, sans lien prouvé avec la prématurité. Ces atteintes traduisent une obstruction bronchique ou alvéolaire par des sécrétions ou par une surinfection bactérienne (signe de gravité en elle-même, par la possibilité de sepsis) qui entraîne un effet shunt pouvant aggraver l'insuffisance respiratoire et être responsable d'une oxygénothérapie prolongée [20–22].

Parmi l'ensemble des bronchiolites mises sous VNI, le taux de bronchiolites apnéisantes (seule indication selon la conférence de consensus française de 2006) n'est que de 17 % dans notre population, pourcentage similaire à celui retrouvé dans l'étude faite en réanimation (17 vs 16,3 %, $p = 1$) [2], montrant un net élargissement des indications de cette technique en pratique clinique par rapport aux recommandations initiales.

Conclusion

La VNI est une technique simple et efficace dans la prise en charge de la bronchiolite aiguë sévère du nourrisson,

	Avant	Après	<i>p</i>
FR (/min)	66 ± 12	43 ± 14	< 0,001
SpO ₂ (%)	88 ± 12	97 ± 2	< 0,001
pH (mmHg)	7,29 ± 0,06	7,38 ± 0,05	< 0,001
PcCO ₂ (mmHg)	60 ± 15	43 ± 9	< 0,001

Les variables sont exprimées en moyenne ± écart-type.
FR : fréquence respiratoire ; SpO₂ : saturation en oxygène exprimée en pourcentage ; PcCO₂ : pression capillaire en dioxyde de carbone ou capnie.

réalisable aux urgences pédiatriques et dans les secteurs d'hospitalisation, avant transfert par le Smur en réanimation pédiatrique ou, pour les formes les moins sévères, en unité de soins continus (USC) pédiatrique.

Elle permet de diminuer le recours à l'intubation orotrachéale et semble diminuer ses complications et la durée de séjour en réanimation. Les complications de cette technique sont essentiellement cutanées et peuvent être prévenues efficacement.

La VNI doit donc devenir la technique d'aide ventilatoire de première intention pour les bronchiolites sévères du nourrisson non seulement en réanimation, mais aussi dans les services d'urgences et d'hospitalisations pédiatriques, à la condition d'assurer une formation adaptée et pérenne.

Conflit d'intérêt : les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

Références

- Chabernaud JL, Jourdain G, Durand S (2009) Ventilation non invasive pour la prise en charge préhospitalière des bronchiolites sévères du nourrisson. *Arch Pediatr* 16:726–8
- Larrar S, Essouri S, Durand P, et al (2006) Place de la ventilation non invasive nasale dans la prise en charge des bronchoalvéolites sévères. *Arch Pediatr* 13:1397–403
- Chevret L, Mbieleu B, Essouri S, et al (2005) Bronchiolites en unité de réanimation pédiatrique: facteurs pronostiques et devenir respiratoire des nourrissons ventilés. *Arch Pediatr* 12:385–90
- Ganu SS, Gautam A, Wilkins B, Egan J (2012) Increase in use of non-invasive ventilation for infants with severe bronchiolitis is associated with decline in intubation rates over a decade. *Intensive Care Med* 38:1177–83
- Cambonie G, Milési C, Jaber S, et al (2008) Nasal continuous positive airway pressure decreases respiratory muscles overload in young infants with severe acute viral bronchiolitis. *Intensive Care Med* 34:1865–72
- Fleming PF, Richards S, Waterman K, et al (2012) Use of continuous positive airway pressure during stabilisation and retrieval of infants with suspected bronchiolitis. *J Paediatr Child Health* 48:1071–5
- Donlan M, Fontela PS, Puligandla PS (2011) Use of continuous positive airway pressure (CPAP) in acute viral bronchiolitis: a systematic review. *Pediatr Pulmonol* 46:736–46
- Essouri S, Durand P, Chevret L, et al (2011) Optimal level of nasal continuous positive airway pressure in severe viral bronchiolitis. *Intensive Care Med* 37:2002–7
- Lazner MR, Basu AP, Klonin H (2012) Non-invasive ventilation for severe bronchiolitis: Analysis and evidence. *Pediatr Pulmonol* 47:909–16
- Soilly AL, Ferdynus C, Desplanches O, et al (2012) Paediatric intensive care admissions for respiratory syncytial virus bronchiolitis in France: results of a retrospective survey and evaluation of the validity of a medical information system programme. *Epidemiol Infect* 140:608–16
- Campion A, Huvenne H, Leteurtre S, et al (2006) Ventilation non invasive des nourrissons ayant une infection respiratoire sévère présumée à virus respiratoire syncytial: faisabilité et critères d'échec. *Arch Pediatr* 13:1404–9
- Thia LP, McKenzie SA, Blyth TP, et al (2008) Randomised controlled trial of nasal continuous positive airways pressure (CPAP) in bronchiolitis. *Arch Dis Child* 93:45–7
- Milési C, Matecki S, Jaber S, et al (2013) 6 cmH₂O continuous positive airway pressure versus conventional oxygen therapy in severe viral bronchiolitis: a randomized trial. *Pediatr Pulmonol* 48:45–51
- Desse B (2012) Facteurs prédictifs d'échec de la ventilation non invasive chez les nourrissons hospitalisés pour bronchiolite aiguë. Thèse de doctorat de médecine, université Pierre-et-Marie-Curie, Paris
- Essouri S, Chevret L, Durand P, et al (2006) Noninvasive positive pressure ventilation: five years of experience in a pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 7:329–34
- Bernet V, Hug MI, Frey B (2009) Predictive factors for the success of noninvasive mask ventilation in infants and children with acute respiratory failure. *Pediatr Crit Care Med* 6:660–4
- Mayordomo-Colunga J, Medina A, Rey C, et al (2009) Predictive factors of non invasive ventilation failure in critically ill children: a prospective epidemiological study. *Intensive Care Med* 35:527–36
- Piastra M, De Luca D, Marzano L, et al (2011) The number of failing organs predicts non-invasive ventilation failure in children with ALI/ARDS. *Intensive Care Med* 37:1510–6
- James CS, Hallewell CPJ, James DPL, et al (2011) Predicting the success of non-invasive ventilation in preventing intubation and re-intubation in the paediatric intensive care unit. *Intensive Care Med* 37:1994–2001
- Joshi G, Tobias JD (2007) A five-year experience with the use of BiPAP in a pediatric intensive care unit population. *J Intensive Care Med* 22:38–43
- Dawson KP, Long A, Kennedy J, et al (1990) The chest radiograph in acute bronchiolitis. *J Paediatr Child Health* 26:209–11
- Shaw KN, Bell LM, Sherman NH (1991) Outpatient assessment of infants with bronchiolitis. *Am J Dis Child* 145:151–5
- Carsin A, Gorincour G, Bresson V, et al (2012) La radiographie de thorax chez le nourrisson hospitalisé pour bronchiolite aiguë : réelle information ou simple irradiation ? *Arch Pediatr* 19:1308–15