



Université Lille 2
Droit et Santé

UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE - LILLE 2969
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG

Année : 2013

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

*Utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit au sein d'une USC pédiatrique
pour la prise en charge de patients présentant une bronchiolite sévère*

Présentée et soutenue publiquement le 22 mars 2013

Par Aurore Princelle -Decauchy

Jury

Président : Monsieur le Professeur Francis LECLERC

Assesseurs : Monsieur le Professeur Alain MARTINOT

Monsieur le Professeur Stéphane LETEURTRE

Madame le Docteur Delphine PENEL

Directeur de Thèse : Monsieur le Professeur Stéphane LETEURTRE

AUTEUR : Decauchy née Princelle Aurore

Date de Soutenance : 22 mars 2013

Titre de la Thèse : Utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit au sein d'une USC pédiatrique pour la prise en charge de patients présentant une bronchiolite sévère

Thèse - Médecine - Lille 2013

Cadre de classement : DES de pédiatrie

Mots-clés : bronchiolite, oxygénothérapie à haut débit, USC pédiatrique

Résumé :

Rationnel

Les nourrissons à risque de formes sévères de bronchiolites peuvent justifier de l'oxygénothérapie à haut débit (OHD). L'objectif était de comparer le pourcentage de transfert en réanimation pédiatrique et les paramètres cliniques et paracliniques des patients avec bronchiolite entre 2 périodes.

Patients et méthode

Les patients présentant une bronchiolite entre 2006-2007 et 2010-2011 dans le service de pédiatrie du CH de Lens étaient inclus rétrospectivement. Une bronchiolite sévère était défini en 2006-2007 par les patients dont la durée de séjour était ≥ 5 jours et en 2010-2011 par les patients recevant de l'OHD (Optiflow™ Fisher&Paykel Healthcare) au sein de l'USC. Les critères de jugement étaient le transfert en réanimation pédiatrique (oui/non) et les paramètres cliniques (Fréquences cardiaque et respiratoire-FC et FR-) et paracliniques (pH et pCO₂).

Résultats

En 2006-2007 et 2010-2011 respectivement, 186 patients (83 présentant une bronchiolite sévère) et 240 patients (52 présentant une bronchiolite sévère) étaient inclus. Il n'existait pas de différence significative du pourcentage de transfert en réanimation pédiatrique entre 2006-2007 et 2010-2011 pour les patients présentant une bronchiolite ($p=0,57$) ou une bronchiolite sévère ($p=0,28$). En 2006-2007, la FR des patients était stable aux temps relevés. En 2010-2011, la FR des patients diminuait significativement 2 heures après l'initiation de l'OHD (-9 cycles/minute, $p=0,0002$). En 2010-2011, la même cinétique d'amélioration existait pour le pH (+0,05, $p<0,0001$) et la pCO₂ (-7 mmHg, $p<0,0001$).

Conclusion

Pour les enfants présentant une bronchiolite, le développement d'une USC pédiatrique permettait une amélioration des symptômes mais sans modification du taux de transfert en réanimation pédiatrique.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur Francis Leclerc

Asseseurs : Monsieur le Professeur Alain Martinot

Monsieur le Professeur Stéphane Leteurre

Madame le Docteur Delphine Penel

SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission.

Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque.

TABLE DES MATIERES

I . INTRODUCTION	11
II. METHODOLOGIE	16
1. Type d'étude	16
2. Critères d'inclusion	16
3. Critères d'exclusion	16
4. Caractérisation de la sévérité des bronchiolites	16
5. Organisation du service de pédiatrie à Lens	17
6. Description du matériel et des traitements utilisés	18
7. Variables recueillies	18
8. Modalités de recueil	20
9. Critères de jugement	20
10. Analyses statistiques	21
II. RESULTATS	22
1. Populations des patients inclus en 2006-2007 et 2010-2011	22
2. Description de la population	23
3. Critères de jugement	24
IV. DISCUSSION	32

1. Stabilité du pourcentage de transfert en réanimation pédiatrique : possible témoin de l'amélioration de la prise en charge de patients présentant une bronchiolite sévère	32
a/ les groupes « bronchiolite sévère » créés pouvaient ne pas être comparables en terme de gravité de la bronchiolite	33
b/ les modifications épidémiologiques des bronchiolites	34
2. Amélioration précoce des paramètres cliniques et paracliniques chez les patients recevant une oxygénothérapie à haut débit	38
3. Apport de l'oxygénothérapie à haut débit dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère	39
a/ une diminution du recours à la ventilation invasive de patients admis en réanimation pédiatrique pour bronchiolite sévère	39
b/ une diminution de la durée de séjour en réanimation pédiatrique	40
c/ une amélioration de la détresse respiratoire	40
4. Apport de la ventilation non invasive par VS-PEP ou VS-AI-PEP dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère	41
5. Comparaison de l'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit avec l'utilisation de la VNI par VS-PEP ou VS-AI-PEP	42
a/ dans la prise en charge des patients en néonatalogie	42
b/ chez les patients adultes	42
c/ dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère	42
6. Précautions d'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit	43

7. Autres éléments améliorant la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère entre 2006-2007 et 2010-2011	44
a/ la prise en charge dans une USC pédiatrique	44
b/ les traitements complémentaires proposés	45
V. CONCLUSION	46
ANNEXE 1	47
ANNEXE 2	49
BIBLIOGRAPHIE	51

I. INTRODUCTION

La bronchiolite est une affection virale du nourrisson qui survient chaque année sur un mode épidémique pendant la saison hivernale (1,2).

Selon la conférence de consensus de 2001, la bronchiolite peut répondre à la définition suivante : « 1^{er} épisode de bronchiolite survenant en période épidémique chez un nourrisson de plus de 1 mois et de moins de 2 ans, au décours immédiat d'une rhinopharyngite peu ou pas fébrile, associant une toux, une dyspnée obstructive avec polypnée, un tirage, une surdistension thoracique (clinique et /ou radiologique), un wheezing et/ou des râles sous crépitant à prédominance expiratoire (1).

Le virus causal est le virus respiratoire syncytial (VRS) dans 50 à 90 % des cas. D'autres virus peuvent induire cette affection tels que le virus de la grippe, les rhinovirus, le virus parainfluenzae 1 et 3, l'adénovirus et le métapneumovirus (1-3).

En France, la bronchiolite atteint 30 % des nourrissons chaque année dont 1 à 3 % sont hospitalisés (1, 2, 4, 5). Parmi l'ensemble des cas de bronchiolites hospitalisées en France en 2009 (29784 nourrissons de moins de 1 an), environ 10 % concernaient des services dits « aigus », c'est-à-dire des services avec des activités telles que la réanimation pédiatrique, la surveillance continue pédiatrique, la néonatalogie avec ou sans soins intensifs et la réanimation néonatale (5). La mortalité était faible (0,5% à 2,9% des patients hospitalisés en réanimation) mais la bronchiolite avait un impact sur le système de santé en termes de morbidité, de coût et d'organisation du système de soins (2,6,7).

Les patients qui présentent une bronchiolite prise en charge en ambulatoire sont traités par des mesures symptomatiques : kinésithérapie respiratoire, désobstruction rhinopharyngées et fractionnement de l'alimentation (2,8). Les patients hospitalisés qui présentent une bronchiolite (critères d'hospitalisation définis par la conférence de consensus

de 2000 en annexe 1) reçoivent des traitements complémentaires tels que l'oxygénothérapie, la kinésithérapie respiratoire et la nutrition entérale ou parentérale sur voie veineuse périphérique. Des assistances ventilatoires sont également parfois nécessaires (2,5–7,9,10). Les corticoïdes systémiques ou inhalés, les antibiotiques et les bronchodilatateurs n'ont pas montré leur efficacité sur un premier épisode de bronchiolite et ne sont pas recommandés en première intention. (1,2,8,9)

Les formes sévères de bronchiolite concernent préférentiellement les patients jeunes (moins de 3 mois et surtout moins de 6 semaines), anciens prématurés (<34 Semaines d'Aménorrhée, surtout si hypotrophie ou bronchodysplasie) ou qui présentent d'autres comorbidités (cardiopathie cyanogène, déficits immunitaires) (4,6,7,10,11). Les traitements proposés en hospitalisation conventionnelle ne permettent pas la correction de l'épuisement respiratoire des patients atteints d'une forme sévère de bronchiolite. Une hospitalisation en réanimation pédiatrique est alors nécessaire. Une assistance ventilatoire peut être proposée par ventilation non invasive (VNI) ou par ventilation invasive sur sonde d'intubation.

La VNI est utilisée depuis la fin des années 90 pour la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère (12). La VNI peut être utilisée en ventilation spontanée avec pression expiratoire positive (VS-PEP) ou en ventilation spontanée avec aide inspiratoire et pression expiratoire positive (VS-AI-PEP) (13,14). La VNI a permis de diminuer le recours à la ventilation invasive sur sonde d'intubation et donc de diminuer les morbidités associées ainsi que la durée de séjour des patients (15–19). La VNI est actuellement recommandée par la conférence de consensus commune SRLF/SPLF de 2006 avec un grade G2+ pour la prise en charge des formes apnéisantes des bronchiolites (20).

Les épidémies de bronchiolite sont de plus en plus précoces durant la période hivernale avec un pic plus élevé et prolongé. Le nombre de nourrissons atteints chaque année augmentait d'environ 9% par an depuis 1996, d'après la conférence de consensus de 2000

(8). On constatait une augmentation des bronchiolites chez les nourrissons de moins de 3 mois qui suivait la progression épidémique (1,4,11). Les nourrissons de moins de 3 mois étant plus à risque de présenter une forme sévère de bronchioite, on pouvait imaginer une augmentation des hospitalisations en réanimation pédiatrique ou en réanimation néonatale.

L'oxygénothérapie à haut débit est déjà utilisée en néonatalogie (en post extubation et pour la prise en charge des apnées, en remplacement de la CPAP) et chez les adultes présentant une détresse respiratoire aiguë (21).

Les mécanismes d'action supposés de l'oxygénothérapie à haut débit sont les suivant :

- L'épuration du CO₂ dans l'espace mort nasopharyngien engendrant une meilleure ventilation minute (22–24). Dans un modèle expérimental utilisant des porcelets, la CPAP était comparée à l'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit. Il n'y avait pas de différence sur le travail respiratoire et la pCO₂ diminuait avec l'augmentation du débit utilisé (25).
- L'amélioration de l'oxygénation avec une amélioration de la saturation en oxygène et du rapport paO₂/FiO₂ (22).
- La diminution des résistances du nasopharynx à l'inspiration, le débit fourni par les lunettes étant supérieur ou égal au débit du pic inspiratoire du patient (22–24).
- L'effet à l'expiration de type co-anda, c'est-à-dire un effet d'entraînement lors de l'expiration, facilitant donc celle-ci (23).
- La diminution des coûts métaboliques et une amélioration de la compliance pulmonaire grâce au réchauffement et à l'humidification de l'air inspiré (23).
- La génération d'une pression expiratoire positive (PEP) inconstante et non réglable, dépendante du débit utilisé, de la taille des lunettes utilisées et du caractère ouvert ou fermé de la bouche du patient (22,23). Cette PEP était évaluée chez des volontaires sains adultes et chez des adultes en post opératoire d'une chirurgie

cardiaque (26,27). Dans un modèle expérimental simulant in vitro la réaction d'un patient nourrisson, la PEP générée était significative mais cliniquement non pertinente avec une pression maximale de 1,3 cm d'H₂O (28).

Pour certains auteurs, le caractère non prédictible, non réglable et inconstant de la PEP générée ne permettait pas de considérer l'oxygénothérapie à haut débit comme une forme de VNI avec VS-PEP (29,30).

L'augmentation du nombre de formes sévères de bronchiolite pose la question de la gestion de l'hospitalisation des patients avec l'inadéquation prévisible, à terme, entre le nombre de places en réanimation pédiatrique et les besoins en période d'épidémie. Une hospitalisation dans des unités intermédiaires entre la réanimation pédiatrique et les services de pédiatrie générale, telles que les unités de surveillance continue (USC), pourrait être une solution.

Les décrets n° 2006-72 et n° 2006-74 du 24 janvier 2006 ont précisé le champ et les règles d'organisation des USC pédiatriques. Leur mission est de prendre en charge les nourrissons, enfants et adolescents qui nécessitent une surveillance rapprochée ou continue en raison d'un risque de défaillance d'un ou de plusieurs organes ne nécessitant pas la mise en œuvre de méthodes de suppléance (31).

Le service de pédiatrie de Lens utilise l'oxygénothérapie à haut débit au sein d'une USC pour des formes sévères de bronchiolites depuis janvier 2010.

L'objectif principal de cette étude était de décrire l'évolution entre 2 périodes différentes du nombre de transferts en réanimation pédiatrique des patients ayant une bronchiolite sévère : une période pendant laquelle l'oxygénothérapie à haut débit au sein d'une USC n'était pas utilisée et une période où ce type de prise en charge était proposé.

L'objectif secondaire était de rechercher une différence d'évolution des paramètres cliniques (fréquence cardiaque (FC) et fréquence respiratoire (FR)) et paracliniques (pH et

pCO₂) relevés à différents temps chez les patients recevant une oxygénothérapie à haut débit ou non.

II. METHODOLOGIE

1. Type d'étude

L'étude était réalisée dans le service de pédiatrie du centre hospitalier de Lens dans la région du Nord Pas de Calais. Le recueil des données était rétrospectif.

2. Critères d'inclusion

Les nourrissons de moins de 2 ans admis dans le service de pédiatrie de Lens pour bronchiolite entre octobre 2006 et mars 2007 et entre octobre 2010 et mars 2011 étaient étudiés. Les patients étaient sélectionnés à partir des codes CIM-10, en utilisant les codes J21 (bronchiolite aiguë), J21.0 (bronchiolite due au VRS), J21.8 (bronchiolite aiguë due à d'autres micro-organismes non précisés), J21.9 (bronchiolite aiguë sans précision) et J21.1 (bronchiolite à métapneumovirus).

Les patients étaient inclus s'il s'agissait de leur 1^{er} ou 2^{ème} épisode de bronchiolite.

3. Critères d'exclusion

Les patients sélectionnés selon les critères ci-dessus mais présentant un asthme du nourrisson, c'est-à-dire au delà du 3^{ème} épisode de bronchiolite.

4. Caractérisation de la sévérité des bronchiolites

L'objectif était d'obtenir en 2006-2007 un groupe de patients comparable au groupe de patients ayant reçu une oxygénothérapie à haut débit en 2010-2011 en l'absence de score existant de sévérité de la bronchiolite calculable. En 2006-2007, les patients étaient hospitalisés dans le service de pédiatrie de soins « courants ». On définissait :

- Le groupe « bronchiolite sévère » comme étant les patients présentant une durée de séjour supérieure ou égale à 5 jours. Cette durée de séjour était déterminée à posteriori, en prenant le 1^{er} quartile de la durée de séjour des patients ayant reçu une oxygénothérapie à haut débit en 2010-2011 (groupe « bronchiolite sévère » de 2010-2011).
- Le groupe « bronchiolite non sévère » incluant les patients dont la durée de séjour était inférieure à 5 jours.

En 2010-2011, les patients présentant une bronchiolite étaient hospitalisés soit dans le service de pédiatrie de soins « courants », soit en USC. On définissait :

- Le groupe « bronchiolite sévère » comme étant les patients justifiant d'un traitement par oxygénothérapie à haut débit au sein de l'USC.
- Le groupe « bronchiolite non sévère », incluant les patients ne nécessitant pas un traitement par oxygénothérapie à haut débit pendant leur séjour. Ces enfants étaient tous hospitalisés dans le service de pédiatrie de soins « courants ».

5. Organisation du service de pédiatrie à Lens

En 2006-2007, le service de pédiatrie de Lens était composé de 3 unités conventionnelles réparties sur 2 étages. La capacité totale de l'accueil pédiatrique était de 47 lits.

L'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit était débutée en 2009. L'USC pédiatrique était créée le 4 janvier 2010.

En 2010-2011, le service de pédiatrie de Lens était composé de 3 unités conventionnelles réparties sur 2 étages. La capacité totale de l'accueil pédiatrique était de 47 lits dont 4 lits d'USC. L'USC possédait 4 systèmes de ventilation par oxygénothérapie à haut débit. Les patients étaient admis en USC pour différentes affections telles qu'une acidocétose diabétique, un sepsis sévère, une méningo encéphalite, une aplasie fébrile, un

état de mal épileptique, une bronchiolite sévère nécessitant une oxygénothérapie à haut débit et tout patient nécessitant une surveillance rapprochée, selon le jugement du pédiatre responsable de l'USC ou du pédiatre de garde aux horaires non ouvrables. Le protocole de service pour la prise en charge des bronchiolites sévères et de la mise en route de l'oxygénothérapie à haut débit est présenté en annexe 2.

6. Description du matériel et des traitements utilisés

En 2006-2007, l'oxygénothérapie conventionnelle était administrée par lunettes à des débits de 3L/mn au maximum.

En 2010-2011, l'Optiflow™ Fisher&Paykel Healthcare était utilisé pour fournir une oxygénothérapie à haut débit. Les lunettes nasales utilisées permettaient des débits maximaux de 6 à 8 L/mn. La FiO₂ pouvait être réglée. L'air inspiré était réchauffé et humidifié avec le système d'humidification MR850. Le Fisher&Paykel Bubble CPAP System pouvait être utilisée en cas d'échec de l'optiflow, il permettait de fournir une PEP réglable.

Des traitements complémentaires étaient proposés exclusivement pour la période 2010-2011 : aérosols de sérum salé hypertonique à 3% et nutrition entérale à débit continu en position gastrique ou duodénale par infatrini®.

7. Variables recueillies

A partir des lettres de sortie d'hospitalisation, étaient recueillis pour tous les patients sélectionnés en 2006-2007 et 2010-2011:

- l'âge
- le sexe
- le poids

- les comorbidités (prématurité en semaines d'aménorrhée, bronchodysplasie, cardiopathie, pathologie neuromusculaire, syndrome poly malformatif)
- le virus identifié
- la durée totale de séjour (additionnant le séjour en pédiatrie conventionnelle, en USC et en réanimation)
- le transfert en réanimation pédiatrique

Pour les groupes « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et « bronchiolite sévère » de 2010-2011, les dossiers médicaux et infirmiers étaient consultés et les paramètres ci-dessous recueillis :

- Sur le plan clinique : la présence d'apnées, la fréquence cardiaque et la fréquence respiratoire à différents temps :
 - T_0 = relevé à l'entrée
 - Intervalle (I) 1, I_1 = relevé entre l'entrée et la 2^{ème} heure incluse
 - Intervalle (I) 2, I_2 = relevé entre la 2^{ème} heure et la 6^{ème} heure incluse
 - Intervalle (I) 3, I_3 = relevé entre la 6^{ème} heure et la 12^{ème} heure incluse
- Sur le plan paraclinique : le pH et la pCO_2 à différents temps :
 - T_0 = relevé à l'entrée
 - Intervalle (I) 1, I_1 = relevé entre l'entrée et la 2^{ème} heure incluse
 - Intervalle (I) 2, I_2 = relevé entre la 2^{ème} heure et la 6^{ème} heure incluse
 - Intervalle (I) 3, I_3 = relevé entre la 6^{ème} heure et la 12^{ème} heure incluse
- Sur le plan thérapeutique : l'utilisation ou non de corticoïdes systémiques, de bronchodilatateurs, d'antibiotiques, d'une nutrition entérale ou d'une perfusion sur

voie veineuse périphérique, d'aérosols de sérum salé hypertonique à 3%, de kinésithérapie respiratoire et de la bubble CPAP.

8. Modalités de recueil

Un tableau Excel était réalisé pour entrer les données recueillies. Dix dossiers étaient testés. En raison du nombre important de données manquantes, le relevé des paramètres cliniques (fréquence respiratoire et fréquence cardiaque) et paracliniques (pH et pCO₂) ne pouvait être fait à des horaires précis. Des intervalles de temps étaient substitués. T₀ correspondait à l'entrée, I₁ (Intervalle 1) au relevé entre l'entrée et la 2^{ème} heure incluse, I₂ (Intervalle 2) au relevé entre la 2^{ème} heure et la 6^{ème} heure et la 2^{ème} heure incluse, I₂ (Intervalle 2) au relevé entre le 2^{ème} et la 6^{ème} heure incluse et I₃ (Intervalle 3) au relevé entre la 6^{ème} et 12^{ème} heure incluse. Ces intervalles de temps correspondaient aux temps utilisés dans la littérature pour suivre l'évolution des patients recevant une oxygénothérapie à haut débit. Un intervalle I₄ correspondant au relevé entre la 12^{ème} et 24^{ème} heure était initialement prévu mais devant le nombre important de données manquantes n'avait pas été retenu.

9. Critères de jugement

Le transfert en réanimation pédiatrique, oui ou non, était comparé entre les 2 populations de 2006-2007 et de 2010-2011.

Les paramètres cliniques (fréquence cardiaque, fréquence respiratoire) et paracliniques (pH, pCO₂) relevés aux différents temps étaient étudiés pour les groupes « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et « bronchiolite sévère » de 2010-2011.

10. Analyses statistiques

Les analyses statistiques étaient réalisées par les statisticiens de l'unité de biostatistiques du pôle de santé publique de Lille. Le logiciel statistique utilisé était SAS software version 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC 25513). Une p-value <0.05 était considérée significative.

Pour comparer les différents groupes de 2006-2007 et 2010-2011 et les sous-groupes de « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et de 2010-2011, le test du Khi-2 était utilisé pour les variables qualitatives et le test de Mann-Whitney pour les variables numériques.

Pour étudier les paramètres fréquence respiratoire, fréquence cardiaque, pH, et pCO₂ aux différents temps et tester s'il existait des différences entre les groupes « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et « bronchiolite sévère » de 2010-2011, une analyse de la variance en mesures répétées était utilisée.

III. RESULTATS

Sur la période d'octobre 2006 à mars 2007 inclus, 6154 patients étaient hospitalisés dans le service de pédiatrie de Lens, toutes unités confondues.

Sur la période d'octobre 2010 à mars 2011, 6442 patients étaient hospitalisés dans le service de pédiatrie de Lens, toutes unités confondues.

1. Populations des patients inclus en 2006-2007 et 2010-2011

Sur la période d'octobre 2006-mars 2007, 186 patients présentant une bronchiolite étaient inclus dont 83 patients dans le groupe « bronchiolite sévère ». (Cf. figure 1)

Sur la période d'octobre 2010-mars 2011, 240 patients présentant une bronchiolite étaient inclus dont 52 dans le groupe « bronchiolite sévère » (patients qui recevaient une oxygénothérapie à haut débit). (Cf. figure 1)

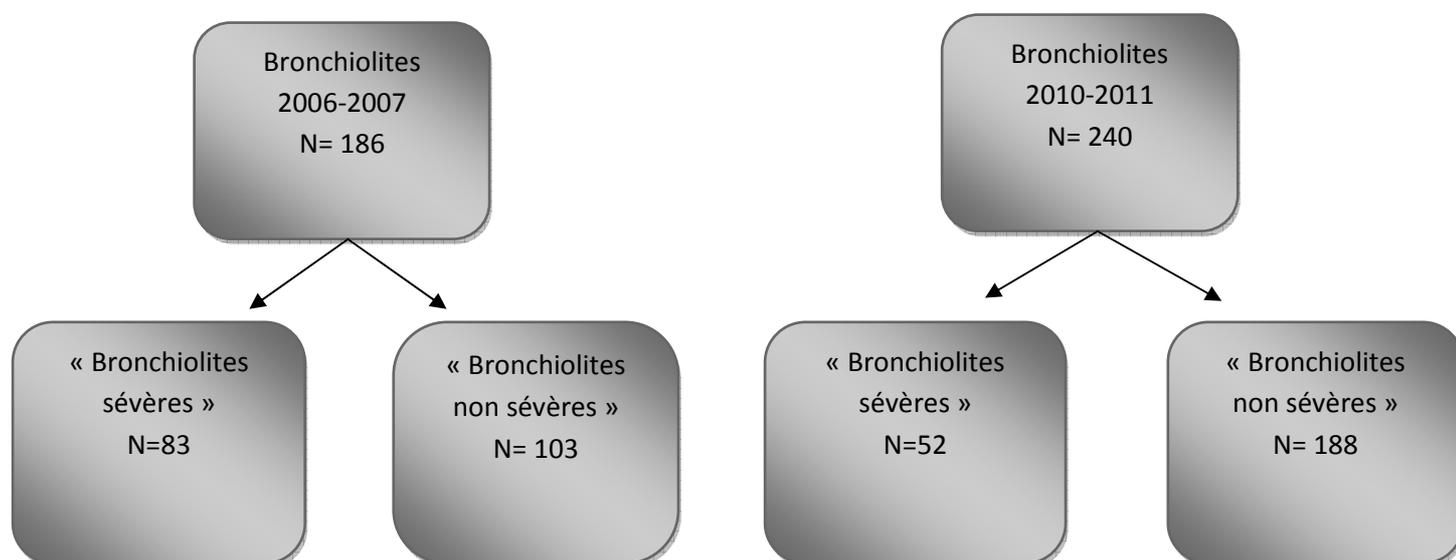


Figure 1 : description des populations incluses en 2006-2007 et 2010-2011

2. Description de la population

Les patients de 2006-2007 et 2010-2011 ne présentaient pas de différence significative de sexe, de comorbidités, de terme de prématurité, de virus et de durée de séjour. (Cf. tableau 1)

Les patients de 2010-2011 étaient significativement plus jeunes (âge moyen de 4,3 mois en 2010-2011 versus 5,6 mois en 2006-2007, $p=0,005$) et leur poids était significativement plus faible (poids moyen de 5,9 kg en 2010-2011 versus 6,8 kg en 2006-2007, $p=0,002$) que les patients de 2006-2007. (Cf. tableau 1)

Les patient du groupe « bronchiolite sévère » de 2010-2011 étaient significativement plus jeunes (âge moyen de 3,4 mois en 2010-2011 versus 4,4 mois en 2006-2007, $p=0,01$) et leur poids était significativement plus faible (poids moyen de 4,9 kg en 2010-2001 versus 6 kg en 2006-2007, $p=0,003$) que les patients du groupe « bronchiolite sévère » de 2006-2007. (Cf. tableau 2)

Les patients du groupe « bronchiolite sévère » de 2006-2007 étaient significativement plus infectés par le VRS que les patients du groupe « bronchiolite sévère » de 2010-2011 (67,5 % versus 48,1 %, $p=0,025$). (Cf. tableau 2)

Les traitements complémentaires administrés aux 2 groupes « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et « bronchiolite sévère » de 2010-2011 différaient significativement pour :

- Les bronchodilatateurs, qui étaient utilisés chez 29,3 % des patients en 2006-2007 versus 5,9 % des patients en 2010-2011 ($p=0,001$).
- La kinésithérapie respiratoire, qui était utilisée chez 92,7 % des patients en 2006-2007 versus 78,4 % des patients en 2010-2011 ($p=0,01$).
- L'hydratation par perfusion sur voie veineuse périphérique ou par nutrition entérale, qui était utilisée chez 44,6% des patients en 2006-2007 versus 96,2 % des patients en 2010-2011 ($p<0,0001$). (Cf. tableau 2)

3. Critères de jugement

Entre les périodes 2006-2007 et 2010-2011, il n'existait pas de différence significative du pourcentage de transfert en réanimation pédiatrique (3,8 % en 2006-2007 et 4,8 % en 2010-2011, $p=0,57$). (Cf. tableau 1)

Entre les groupes « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et « bronchiolite sévère » de 2010-2011, il n'existait pas de différence significative du pourcentage de transfert en réanimation pédiatrique (10,8 % en 2006-2007 et 17,3 % en 2010-2011, $p=0,28$). (Cf. tableau 2)

Tableau 1 : Comparaison des populations totales de 2006-2007 et 2010-2011.

Variabes	Bronchiolites 2006-2007 N=186	Bronchiolites 2010-2011 N=240	p
Sexe masculin n (%)	105 (56,5)	154 (64,2)	0,1
Age en mois moyenne \pm DS (min-max)	5,6 \pm 4,6 (0,3-25,1)	4,3 \pm 3,7 (0,3-27,4)	0,005
Poids en kg moyenne \pm DS (min-max)	6,8 \pm 2,5 (2,6-14,6)	5,9 \pm 1,7 (2,9-11,4)	0,002
Comorbidités n (%)	18 (9,7)	31 (12,9)	0,29
1. prématurité N (%)	1. 14 (7,5)	1. 25 (10,4)	
2. bronchodysplasie N (%)	2. 2 (1,1)	2. 3 (1,3)	
3. cardiopathie N (%)	3. 2 (1,1)	3. 3 (1,3)	
Prématurité en SA moyenne \pm DS (min-max)	32,4 \pm 2,3 (27-35)	32,8 \pm 2,7 (27-36)	0,44
Virus n (%)	97 (52,2)	86 (35,8)	<0,001
1. VRS, n (%)	1. 97 (52,2)	1. 85 (35,4)	
2. métapneumovirus, n (%)	2. 0 (0)	2. 1 (0,4)	
Durée de séjour en jours moyenne \pm DS (min-max)	5 \pm 3,6 (0,3-27)	5,4 \pm 3,1 (0,3-15)	0,08
Transfert en réanimation n (%)	9 (4,8)	9 (3,8)	0,57

DS = déviation standard, min = minimum, max = maximum, VRS = virus respiratoire syncytial, SA = semaines d'aménorrhée

Tableau 2 : Comparaison des patients des groupes « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et « bronchiolite sévère » de 2010-2011.

Variables	Bronchiolites sévères 2006-2007 N=83	Bronchiolites sévères 2010-2011 N=52	p
Sexe masculin n (%)	44 (53)	34 (65,4)	0,15
Age en mois moyenne ± DS (min-max)	4,4 ± 4,1 (0,8-21,9)	3,4 ± 3,6 (0,3-14,9)	0,01
Poids en kg moyenne ± DS (min-max)	6 ± 2,3 (2,6-14,3)	4,9 ± 1,3 (2,9-8,9)	0,003
Comorbidités n (%)	11 (13, 3)	10 (19,2)	0,35
1. prématurité N (%)	1. 8 (9,6)	1. 8 (15,4)	
2. bronchodysplasie N (%)	2. 1 (1,2)	2. 1 (1,9)	
3. cardiopathie N (%)	3. 2 (2,4)	3. 1 (1,9)	
Prématurité en SA moyenne ± DS (min-max)	32,44 ± 2,11 (29-35)	32,1 ± 2,76 (28-36)	0,85
Virus n (%)	56 (67,5)	25 (48,1)	0,025
1. VRS	1. 56 (67,5)	1. 25 (48,1)	
2. métapneumovirus	2. 0 (0)	2. 0 (0)	
Durée de séjour en jours moyenne ± DS (min-max)	8,1 ± 3,4 (5-27)	7,7 ± 2,7 (1-14)	0,57
Transfert en réanimation n (%)	9 (10,8)	9 (17,3)	0,28
Apnées à l'admission n (%)	8 (9,8)	6 (11,5)	0,74

Tableau 2 (suite) : Comparaison des patients des groupes « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et « bronchiolite sévère » de 2010-2011.

Variables	Bronchiolites sévères 2006-2007 N=83	Bronchiolites sévères 2010-2011 N=52	p
Antibiothérapie n (%)	48 (58,5)	32 (62,8)	0,62
Corticothérapie générale n (%)	42 (51,2)	18 (35,3)	0,07
Bronchodilatateurs n (%)	24 (29,3)	3 (5,9)	0,001
Aérosols de sérum salé hypertonique n (%)	0 (0)	7 (13,7)	
Bubble CPAP n (%)	0 (0)	4 (13,5)	
Kinésithérapie respiratoire n (%)	76 (92,7)	40 (78,4)	0,01
Hydratation : nutrition entérale ou perfusion n (%)	37 (44,6)	50 (96,2)	<0,0001
moyenne ± DS (min-max)	110,2 ± 18,8 (80-167)	112,3 ± 16,6 (82-150)	
1. perfusion n (%)	1. 35 (42,2)	1. 21 (40,4)	*
2. nutrition entérale n (%)	2. 2 (2,4)	2. 29 (55,8)	*

DS = déviation standard, min = minimum, max = maximum, SA = semaines d'aménorrhée, VRS = virus respiratoire syncytial

* En raison des petits effectifs de patients, il n'était pas possible de réaliser des analyses statistiques entre les 2 groupes « bronchiolite sévère » pour les sous groupes perfusion et nutrition entérale de la variable hydratation.

Entre les groupes « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et « bronchiolite sévère » de 2010-2011, l'évolution au cours du temps de la fréquence respiratoire était différente ($p < 0,0001$). Au sein du groupe « bronchiolite sévère » de 2006-2007, la fréquence respiratoire était stable aux différents temps relevés alors qu'au sein du groupe « bronchiolite sévère » de 2010-2011, la fréquence respiratoire diminuait significativement entre T_0 et I_1 de 9 cycles par minute ($p = 0,0002$) puis restait stable jusque I_3 . (Cf. tableau 3)

Tableau 3 : Evolution de la fréquence respiratoire en fonction du temps dans les 2 groupes de bronchiolites sévères.

Variables	Bronchiolite sévère 2006-2007 N=83	Bronchiolite sévère 2010-2011 N=52	
FR en cycles /mn T_0 moyenne \pm DS (min-max) nombre de valeurs manquantes	49,9 \pm 13,4 (28-82) 22	55,3 \pm 12,6 (20-81) 1	} P=0,0002
FR en cycles /mn I_1 moyenne \pm DS (min-max) nombre de valeurs manquantes	52,4 \pm 15,6 (28-88) 52	46,1 \pm 13,4 (24-80) 1	
FR en cycles /mn I_2 moyenne \pm DS (min-max) nombre de valeurs manquantes	46,0 \pm 12 (27-80) 50	45,6 \pm 12,1 (26-84) 4	
FR en cycles /mn I_3 moyenne \pm DS (min-max) nombre de valeurs manquantes	47,4 \pm 13,1 (26-78) 54	46,6 \pm 11,5 (31-76) 8	

FR = fréquence respiratoire, mn = minute, DS = Déviation Standard, min = minimum, max = maximum, T_0 = recueil à l'entrée, I_1 (Intervalle 1) = recueil entre l'entrée et la 2^{ème} heure incluse, I_2 (Intervalle 2) = recueil entre la 2^{ème} et la 6^{ème} heure incluse, I_3 (Intervalle 3) = recueil entre la 6^{ème} et la 12^{ème} heure incluse.

L'évolution au cours du temps de la fréquence cardiaque était identique dans les groupes « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et « bronchiolite sévère-oxygénothérapie à haut débit » de 2010-2011 ($p=0,27$). Dans chacun des 2 groupes « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et 2010-2011, la fréquence cardiaque diminuait significativement entre T_0 et I_1 ($p<0,0001$) puis restait stable jusque I_3 . (Cf. tableau 4)

Tableau 4 : Evolution de la fréquence cardiaque en fonction du temps dans les 2 groupes de bronchiolites sévères.

Variables	Bronchiolite sévère 2006-2007 N=83	Bronchiolite sévère 2010-2011 N=52
FC en cycles /mn T_0 moyenne \pm DS (min-max) nombre de valeurs manquantes	160,0 \pm 22,1 (100-210) 4	162,4 \pm 20,9 (110-220) 0
FC en cycles /mn I_1 moyenne \pm DS (min-max) nombre de valeurs manquantes	155,2 \pm 22 (100-220) 12	146,8 \pm 18,4 (120-193) 1
FC en cycles /mn I_2 moyenne \pm DS (min-max) nombre de valeurs manquantes	151,5 \pm 19,1 (112-197) 8	146,9 \pm 17,9 (115-184) 4
FC en cycles /mn I_3 moyenne \pm DS (min-max) nombre de valeurs manquantes	147,0 \pm 22,4 (109-197) 8	147,4 \pm 16,6 (114-184) 8

$p<0.0001$

$p<0.0001$

FC = fréquence cardiaque, mn = minute, DS = déviation standard, min = minimum, max = maximum, T_0 = recueil à l'entrée, I_1 (Intervalle 1) = recueil entre l'entrée et la 2^{ème} heure incluse, I_2 (Intervalle 2) = recueil entre la 2^{ème} et la 6^{ème} heure incluse, I_3 (Intervalle 3) = recueil entre la 6^{ème} et la 12^{ème} heure inclus

En raison du nombre important de données manquantes, il n'était pas possible de comparer de l'évolution du pH au cours du temps entre les 2 périodes pour les groupes « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et « bronchiolite sévère » de 2010-2011.

Seules des comparaisons intra période pour le groupe « bronchiolite sévère » 2010-2011 étaient effectuées. (Cf. tableau 5)

Pour le groupe « bronchiolite sévère » de 2010-2011, le pH augmentait significativement entre T₀ et I₁, p<0,0001, puis restait stable jusque I₃. (Cf. tableau 5)

Tableau 5 : Evolution du pH en fonction du temps dans les 2 groupes de bronchiolites sévères.

Variables	Bronchiolite sévère 2006-2007 N=83	Bronchiolite sévères 2010-2011 N=52	
pH T ₀			} p <0,0001
moyenne ± DS (min-max)	7,34 ± 0,06 (7,26-7,43)	7,32 ± 0,05 (7,17-7,42)	
nombre de valeurs manquantes	69	3	
pH I ₁			
moyenne ± DS (min-max)	7,33 ± 0,04 (7,29-7,39)	7,37 ± 0,04 (7,29-7,44)	
nombre de valeurs manquantes	77	14	
pH I ₂			
moyenne ± DS (min-max)	7,31 ± 0,08 (7,17-7,4)	7,37 ± 0,04 (7,3-7,44)	
nombre de valeurs manquantes	77	28	
pH I ₃			
moyenne ± DS (min-max)	7,32 ± 0,04 (7,27-7,38)	7,37 ± 0,05 (7,22-7,45)	
nombre de valeurs manquantes	76	23	

DS = déviation standard, min = minimum, max = maximum, T₀ = recueil à l'entrée, I₁ (Intervalle 1) = recueil entre l'entrée et la 2^{ème} heure incluse, I₂ (Intervalle 2) = recueil entre la 2^{ème} et la 6^{ème} heure incluse, I₃ (Intervalle 3) = recueil entre la 6^{ème} et la 12^{ème} heure incluse.

En raison du nombre important de données manquantes, il n'avait pas été possible d'effectuer la comparaison de l'évolution au cours du temps de la pCO₂ entre les 2 périodes pour les groupes « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et « bronchiolite-sévère » de 2010-2011. Seules des comparaisons intra période pour le groupe « bronchiolite sévère » 2010-2011 étaient effectuées. Pour le groupe « bronchiolite sévère » de 2010-2011, la pCO₂ diminuait significativement entre T₀ et I₁, p<0,0001, puis restait stable jusque I₃. (Cf. tableau 6)

Tableau 6 : Evolution de la pCO₂ en fonction du temps dans les 2 groupes de bronchiolites sévères.

Variables	Bronchiolites sévère 2006-2007 N=83	Bronchiolite sévère 2010-2011 N=52	
pCO ₂ T ₀ moyenne ± DS (min-max) nombre de valeurs manquantes	53,9 ± 10,4 (36-73) 69	57,6 ± 7,9 (38-86) 3	} p <0,0001
pCO ₂ I ₁ moyenne ± DS (min-max) nombre de valeurs manquantes	57,2 ± 9,1 (46-68) 77	50,6 ± 7,5 (45-67) 14	
pCO ₂ I ₂ moyenne ± DS (min-max) nombre de valeurs manquantes	64,7 ± 12,2 (50-83) 77	53 ± 8,5 (35-73) 28	
pCO ₂ I ₃ moyenne ± DS (min-max) nombre de valeurs manquantes	60 ± 8 (52-74) 76	52,3 ± 8,2 (43-73) 23	

DS = déviation standard, min = minimum, max = maximum, T₀ = recueil à l'entrée, I₁ (Intervalle 1) = recueil entre l'entrée et la 2^{ème} heure incluse, I₂ (Intervalle 2) = recueil entre la 2^{ème} et la 6^{ème} heure incluse, I₃ (Intervalle 3) = recueil entre la 6^{ème} et la 12^{ème} heure incluse

IV. DISCUSSION

L'étude ne permettait pas de mettre en évidence de différence significative du pourcentage de transfert en réanimation pédiatrique ni de la durée de séjour des patients ayant une bronchiolite depuis l'introduction de l'oxygénothérapie à haut débit réalisée dans une USC pédiatrique.

Il existait une diminution significative de la fréquence respiratoire et de la $p\text{CO}_2$ ainsi qu'une augmentation significative du pH chez les patients ayant une bronchiolite sévère dans les 2 heures suivant l'initiation de l'oxygénothérapie à haut débit.

Il existait une différence significative entre les deux périodes pour les traitements complémentaires suivant : nutrition entérale ou perfusion sur voie veineuse périphérique, kinésithérapie respiratoire, bronchodilatateurs.

1. Stabilité du pourcentage de transfert en réanimation pédiatrique : possible témoin de l'amélioration de la prise en charge de patients présentant une bronchiolite sévère

Dans notre étude, la stabilité entre les 2 périodes du pourcentage de transfert en réanimation pédiatrique pouvait être considérée comme le témoin du bénéfice apporté par l'oxygénothérapie à haut débit dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère.

En effet, il est possible de considérer que le pourcentage de transfert en réanimation pédiatrique aurait pu être plus élevé en 2010-2011 qu'en 2006-2007 pour 2 raisons :

a/ les groupes « bronchiolite sévère » créés pouvaient ne pas être comparables en terme de gravité de la bronchiolite

L'étude était rétrospective et il n'a pas été possible de calculer de score de gravité existant pour caractériser les bronchiolites. Certaines études évaluant l'apport de l'oxygénothérapie à haut débit dans la prise en charge des détresses respiratoires de l'enfant avaient utilisé les scores suivants: le « pediatric index of mortality II » (32), le « pediatric risk of mortality III » (33), le score modifié de Wood Downes utilisé habituellement dans les exacerbations d'asthme chez l'enfant (34) ou le score « respiratory distress assesment instrument » (35). Dans L'étude de Mc Kiernan et al. qui comparait le recours à la ventilation invasive dans deux populations de patients présentant une bronchiolite sévère à deux périodes données (avant et après l'introduction de l'oxygénothérapie à haut débit), l'utilisation du score « pediatric index of mortality II » avait permis de s'assurer que les deux populations étaient comparables en terme de gravité de la bronchiolite (32).

Dans notre étude, pour la période 2006-2007, 83 patients avaient été individualisés comme présentant une bronchiolite sévère avec un critère de jugement de sévérité basé sur leur durée de séjour, supérieure ou égale à 5 jours. Ce critère n'avait à priori pas permis de sélectionner un groupe « bronchiolite sévère » en 2006-2007 strictement comparable au groupe « bronchiolite sévère » de 2010-2011. En effet, la différence significative d'administration d'une perfusion sur voie veineuse périphérique ou d'une nutrition entérale (96.2 % des patients du groupe « bronchiolite sévère » en 2010-2011 versus 44.6 % des patients du groupe « bronchiolite sévère » en 2006-2007, $p < 0.001$) indiquait probablement un niveau de gravité des bronchiolites plus importante dans le groupe de 2010-2011. Dans la littérature, les patients qui présentaient une bronchiolite sévère évaluée par un score de gravité objectif avaient des troubles digestifs et nécessitaient une perfusion sur voie veineuse périphérique ou une nutrition entérale (4,7,36). Dans l'étude de Goudjil et al. qui présentait les caractéristiques des nourrissons hospitalisés pour bronchiolite sévère en

réanimation au CHU d'Amiens, sur 59 patients inclus entre 2008 et 2010, 40 soient 68 % présentaient des difficultés alimentaires (7).

Dans le groupe « bronchiolite sévère » de 2006-2007 de notre étude, 55,4 % des patients s'alimentaient par eux-mêmes versus 3,8 % des patients du groupe « bronchiolite sévère » de 2010-2011. Des traitements complémentaires tels que la perfusion ou la nutrition entérale ne permettaient pas d'affirmer de façon certaine la sévérité de la bronchiolite comme pourrait le faire un score de gravité établi à partir de paramètres objectifs tels que la fréquence respiratoire, la pCO₂, le pH... Cette différence de recours à une perfusion ou à une nutrition entérale pouvait également être liée à une modification des pratiques médicales entre 2006-2007 et 2010-2011. Toutefois, la différence paraissait trop importante (multiplication par deux du recours à la perfusion ou à la nutrition entérale entre les deux périodes étudiées) pour l'attribuer uniquement à la modification des pratiques médicales dans le service de pédiatrie de Lens entre 2006-2007 et 2010-2011.

De plus, dans le service de pédiatrie de Lens, un séjour prolongé pour des bronchiolites non sévères peut s'expliquer par des raisons socio économiques liées à l'entourage familial du patient, alors que sur un plan médical, l'enfant pourrait poursuivre sa convalescence à domicile. De ce fait, la durée de séjour était un critère de jugement présentant des limites d'objectivité pour la sélection de bronchiolites sévères. Il était possible que la sévérité des bronchiolites des patients de 2006-2007 ait été surestimée.

Ainsi, le pourcentage de transfert en réanimation pédiatrique des patients présentant une bronchiolite sévère aurait pu être plus important pour la période 2010-2011.

b/ les modifications épidémiologiques des bronchiolites

Indépendamment de la difficulté de sélection des bronchiolites sévères, les caractéristiques épidémiologiques des nourrissons des populations générales et des groupes « bronchiolite sévère » en terme d'âge et de poids étaient différentes. Les

nourrissons des populations générales de bronchiolite et des groupes « bronchiolite sévère » de notre étude étaient plus jeunes et leur poids était plus faible en 2010-2011 par rapport à 2006-2007. Hors, les nourrissons les plus jeunes pouvaient potentiellement présenter des formes sévères de bronchiolite qui nécessitaient une hospitalisation en réanimation pédiatrique (1, 4, 11).

En Ile de France, entre 1992 et 1997, l'intensité des épidémies de bronchiolite était plus importante avec une augmentation de 119% des consultations pour bronchiolite aux urgences pédiatriques (3859 en 1992-1993 et 8458 en 1996-1997) et une augmentation de 69% des hospitalisations (1422 en 1992-1993 et 2410 en 1996-1997) (1).

La surveillance épidémiologique aux urgences de l'hôpital Armand-Trousseau avait montré que depuis 1991, le groupe des nourrissons de moins de 3 mois représentait une proportion croissante des patients admis pour bronchiolite en décembre (31% en décembre 1991 versus 50% en décembre 1997) (1). Le nombre des cas de bronchiolite admis en décembre avait été multiplié par 3,5 et le nombre des nourrissons âgés de 1 à 2 mois admis à la même période avait été multiplié par 10 (1).

Les données recueillies par le système des urgences hospitalières en 2006-2007 avaient montré que les cas de bronchiolite recensés chez les enfants de moins de 1 an donnaient lieu à une hospitalisation dans 40% des cas alors que les nourrissons de moins de 3 mois étaient hospitalisés dans 62% des cas (11).

L' étude de Che et al. décrivait 29784 cas de bronchiolite chez les nourrissons de moins de 1 an nécessitant une hospitalisation en 2009 en France et montrait que la moyenne d'âge des enfants hospitalisés était de 129 jours (5). Parmi ces enfants hospitalisés, 44% avaient moins de 3 mois. Une assistance ventilatoire était effectuée pour 13% des enfants hospitalisés (3872 cas) et concernait des nourrissons plus jeunes (106 jours versus 132 jours pour ceux sans assistance respiratoire, $p < 0,01$) (5). Parmi les 29784 hospitalisations pour bronchiolite, 9,9% (2944 cas), concernaient des services de soins « aigus »

(réanimation pédiatrique, réanimation néonatale, USC). L'âge moyen des patients hospitalisés dans ces services était de 72,7 jours versus 135,7 jours pour les autres patients ($p<0,01$). Les patients hospitalisés dans les services aigus avaient moins de 3 mois pour 74% des cas versus 40% pour les enfants hospitalisés dans les autres services, non aigus (5).

Cette tendance à l'augmentation de la proportion de jeunes nourrissons hospitalisés présentant une bronchiolite était confirmée dans une étude Canadienne (37). Cette étude analysait le nombre d'admissions pour bronchiolite dans les hôpitaux canadiens et constatait qu'entre 1980 et 2000, les hospitalisations augmentaient surtout chez les plus jeunes nourrissons. Les hospitalisations pour bronchiolite étaient d'environ 12 ‰ en 1980 et de 40 ‰ en 2000 pour les nourrissons de moins de 6 mois. Dans le même temps, chez les nourrissons de 6 à 12 mois, les hospitalisations étaient de 10 ‰ en 1980 et de 20 ‰ en 2000 et chez les nourrissons de 12 à 24 mois d'environ 4 ‰ en 1980 et de 10 ‰ en 2000. Il existait ainsi une augmentation annuelle d'hospitalisation de 1,78 ‰ pour les nourrissons de 0 à 6 mois, de 0,7 ‰ pour les nourrissons de 6 à 12 mois et de 0,2 ‰ pour les nourrissons de 12 à 24 mois ($p<0,001$) (37).

Une étude américaine objectivait que les hospitalisations pour bronchiolite augmentaient de 8‰ en 1980 à 30‰ en 1996 (38). Cette augmentation des hospitalisations était surtout prépondérante chez les nourrissons de moins de 6 mois pour lesquels il existait une augmentation de 239% entre 1980 et 1996, alors que chez les nourrissons de plus d'1 an l'augmentation était de 77% (38).

L'augmentation de l'hospitalisation de jeunes nourrissons pour bronchiolite était également constatée dans notre étude entre les périodes 2006-2007 et 2010-2011. Les patients présentant une bronchiolite en 2006-2007 étaient âgés en moyenne de 1 mois de plus que ceux de 2010-2011 (5,6 mois en 2006-2007 versus 4,3 mois en 2010-2011, $p=0,005$). Les patients du groupe « bronchiolite sévère » de 2006-2007 étaient également âgés en moyenne de 1 mois de plus que les patients du groupe « bronchiolite sévère » de

2010-2011 (4,4 mois en 2006-2007 versus 3,4 mois en 2010-2011, $p=0,01$). Ainsi, le plus jeune âge de la population de patients présentant une bronchiolite aurait pu induire une augmentation du pourcentage de transfert en réanimation pédiatrique en 2010-2011 dans notre étude. La stabilité du pourcentage de transfert en réanimation pédiatrique est donc en faveur d'un bénéfice apporté par l'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère.

Une étude espagnole rétrospective de Oñoro et al. (39), qui analysait entre 2005 et 2010 les changements épidémiologiques et les changements de support respiratoire dans les bronchiolites sévères montrait que :

- La période d'épidémie de 2009-2010 enregistrait une augmentation des admissions en réanimation pédiatrique pour bronchiolite sévère. On constatait 86 admissions en 2009-2010 versus 36 admissions en moyenne pour les années précédentes ($z = 1,99$, $p = 0,046$).
- L'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit par lunettes augmentait entre 2005 et 2010 ($z = 3,62$, $p = 0,00028$) alors que le recours à la CPAP et BiPAP restait stable ($z = 0,27$, $p = 0,78$) et que le recours à une ventilation invasive diminuait mais de façon non significative ($z = - 0,54$, $p = 0,59$).

Dans notre étude, la stabilité du recours à la réanimation pédiatrique entre 2006-2007 et 2010-2011 et l'introduction de l'oxygénothérapie à haut débit (concernant 0 patients en 2006-2007 et 52 patients en 2010-2011) pourraient être mises en parallèle avec la stabilité du recours à la VNI par CPAP et BiPAP avec l'introduction de l'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit dans l'étude espagnole citée ci-dessus.

2. Amélioration précoce des paramètres cliniques et paracliniques chez les patients recevant une oxygénothérapie à haut débit

Dans notre étude, la correction de la détresse respiratoire par l'oxygénothérapie à haut débit était évaluable rapidement (dans les 2 heures suivant son initiation) et contrôlable par l'amélioration de paramètres cliniques (diminution de la fréquence respiratoire) et paracliniques (amélioration du pH et de la pCO₂). Ce résultat était concordant avec les données de la littérature. L'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit diminuait le travail respiratoire des patients présentant une bronchiolite sévère avec une diminution de la fréquence respiratoire dans les 60 à 90 minutes suivant son initiation (entre -7 et -18 cycles/mn) (32,34,40). L'absence de diminution de la fréquence respiratoire était même un facteur prédictif d'échec de l'oxygénothérapie à haut débit (32,33).

Par contre, l'influence de l'oxygénothérapie à haut débit sur la fréquence cardiaque variait selon les études. On pouvait constater l'absence de diminution significative de la fréquence cardiaque chez des enfants recevant l'oxygénothérapie à haut débit pour des causes diverses d'insuffisance respiratoire comme une pneumopathie, une bronchiolite sévère, une cardiopathie... (34). Dans une autre étude, la fréquence cardiaque diminuait significativement de 13 cycles/mn en moyenne ($p < 0,05$) 90 minutes après l'initiation de l'oxygénothérapie à haut débit chez des patients présentant une bronchiolite sévère (40).

Dans notre étude, le pH et la pCO₂ relevés aux différents temps n'avaient pas pu être comparés entre les groupes « bronchiolite sévère » de 2006-2007 et « bronchiolite sévère » de 2010-2011 en raison du nombre de données manquantes. Dans la littérature, il n'y avait pas de données sur la cinétique d'amélioration du pH et de la pCO₂ chez les patients recevant une oxygénothérapie à haut débit pour une bronchiolite sévère. Dans l'étude de Mc

Kiernan et al., une pCO₂ plus élevée à l'admission était un facteur de risque d'échec de l'oxygénothérapie à haut débit dans le traitement des bronchiolites sévères (33).

3. Apport de l'oxygénothérapie à haut débit dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère

Les effets de l'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère étaient décrits dans quelques études de la littérature. Ces effets étaient comparables à ceux décrits suite à l'utilisation de la VNI par VS-PEP ou VS-AI-PEP dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère (32,35,40,41). L'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère avait montré :

a/ une diminution du recours à la ventilation invasive de patients admis en réanimation pédiatrique pour bronchiolite sévère

Dans l'étude de Mc Kiernan et al. qui incluait 115 patients, deux périodes étaient comparées, 2005-2006 où l'oxygénothérapie à haut débit n'était pas proposée et 2006-2007 où l'oxygénothérapie à haut débit était proposée. Le pourcentage de recours à une ventilation invasive était de 23 % des patients en 2005-2006 contre 9% des patients en 2006-2007, p = 0,043 (32).

Dans l'étude de Schibler et al. qui incluait 298 patients dont 167 qui présentaient une bronchiolite, le pourcentage d'intubation des patients présentant une bronchiolite sévère dans le service de réanimation pédiatrique diminuait de 37% de patients intubés en 2005 (année de l'introduction de l'oxygénothérapie à haut débit) à 7% de patients intubés en 2009 (5^{ème} année après l'introduction de l'oxygénothérapie à haut débit) (40). Ce pourcentage était comparé à celui du registre des soins intensifs pédiatriques Australien et Néo-Zélandais qui

était de 28% de recours à la ventilation invasive pour les patients présentant une bronchiolite sévère en réanimation pédiatrique en 2008 (40).

Dans l'étude de Wing et al. les patients étaient admis en réanimation pédiatrique pour des causes diverses d'insuffisance respiratoire aiguë et de détresse respiratoire aiguë parmi lesquelles les bronchiolites sévères (41). Dans cette étude, 16% des patients dans le groupe ne bénéficiant pas d'oxygénothérapie à haut débit (n = 190) recevaient une ventilation invasive versus 8% des patients dans le groupe bénéficiant de l'oxygénothérapie à haut débit (n= 369), p = 0,004 (41).

b/ une diminution de la durée de séjour en réanimation pédiatrique

L'étude de Mc Kiernan et al. incluant 115 patients, montrait une diminution de la durée de la durée de séjour des patients présentant une bronchiolite sévère dont la médiane était de 6 jours en 2005-2006 contre une médiane de 4 jours en 2006-2007 (p = 0,0058) (32). Cette diminution de la durée de séjour était essentiellement attribuée à la diminution du nombre de patients intubés et ventilés, qui présentaient une durée de séjour significativement plus longue que celle des patients qui n'étaient pas intubés (médiane de 13 jours, min-max 5-40 jours versus médiane de 5 jours, min-max 1-20 jours) (32). Cette différence n'était pas objectivée dans notre étude.

c/ une amélioration de la détresse respiratoire

L'étude d'Arora et al. montrait une diminution du score de gravité « respiratory distress assesment instrument » (RDAI) avec un score RDAI à 14,5 avant l'oxygénothérapie à haut débit versus RDAI à 10,4 après (p<0,001) (35).

4. Apport de la ventilation non invasive par VS-PEP ou VS-AI-PEP dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère

Dans notre étude, les patients présentant une bronchiolite sévère et dont l'état clinique n'était pas amélioré par l'oxygénothérapie à haut débit étaient transférés en réanimation pédiatrique pour recevoir un autre type d'assistance ventilatoire. En réanimation pédiatrique, ces patients pouvaient bénéficier d'une ventilation non invasive en ventilation spontanée avec pression expiratoire positive (VS-PEP) ou en ventilation spontanée avec aide inspiratoire et pression expiratoire positive (VS-AI-PEP).

Les études traitant de l'usage de la VNI en mode VS-PEP ou VS-AI-PEP pour la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère en réanimation pédiatrique montraient :

- Une diminution du recours à une ventilation invasive sur sonde d'intubation et donc des morbidités associées à cette technique de ventilation (17–19).
- Une diminution de la durée de séjour des patients hospitalisés pour bronchiolite sévère en réanimation pédiatrique (15–19).
- Une diminution du travail respiratoire des patients (14,17,42,43).
- Une efficacité constatée sur la diminution de la fréquence respiratoire entre 2 et 6 heures après l'initiation de la VNI (15,17).
- Une efficacité constatée sur la diminution de la pCO₂ entre 2 et 6 heures après l'initiation de la VNI (15–17,43,44).
- Une efficacité constatée sur l'augmentation du pH (15–17,44).

5. Comparaison de l'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit avec l'utilisation de la VNI par VS-PEP ou VS-AI-PEP

a/ dans la prise en charge de patients en néonatalogie

L'efficacité de l'oxygénothérapie à haut débit en post extubation, dans la prise en charge des apnées du prématuré et sur la diminution du travail respiratoire semblait égale ou parfois supérieure à celle de la VNI par VS-PEP ou VS-AI-PEP (21,45–48). Pour certains auteurs, l'oxygénothérapie à haut débit ne pouvait pas être considérée comme une forme de VNI en mode VS-PEP du fait de l'impossibilité de contrôler la pression expiratoire positive qu'elle générerait (29,30). Les articles publiés étant peu nombreux, il n'y avait pas de recommandations émises pour son utilisation en néonatalogie (29,49).

b/ chez les patients adultes

L'oxygénothérapie à haut débit est également étudiée chez les adultes. Elle était utilisée dans les insuffisances respiratoires aiguës hypoxémiques avec mauvaise tolérance de la VNI, durant des examens invasifs, en soins palliatifs et chez les patients présentant une détresse respiratoire aiguë post extubation (21,50). La conférence de consensus de 2006 sur la ventilation non invasive au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë n'émet des recommandations que pour l'utilisation de la VNI en mode VS-PEP ou VS-AI-PEP. L'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit n'est pas abordée et il n'existe actuellement pas de recommandations pour son utilisation chez les patients adultes (20).

c/ dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère

Thorburn et al. (51) relatait une augmentation de l'utilisation l'oxygénothérapie à haut débit pour la prise en charge de patients présentant une bronchiolite sévère qui supplantait

l'utilisation de la ventilation non invasive en mode VS-PEP ou VS-AI-PEP. Ce changement de pratique ne s'appuyait pas sur une solide base de données puisqu'il n'y avait pas pour l'instant d'études comparant l'efficacité de l'oxygénothérapie à haut débit à celle de la VNI en mode VS-PEP ou VS-AI-PEP (51). L'intérêt de telles études était évoqué à la fin de l'article.

Dans l'hypothèse d'une efficacité comparable de l'oxygénothérapie à haut débit avec la VNI en mode VS-PEP ou VS-AI-PEP pour la prise en charge des détresses respiratoires, les avantages seraient :

- Une diminution des coûts de la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère (51).
- Une utilisation plus simple que celle de la VNI en VS-PEP ou VS-AI-PEP (29,51).
- Une bonne tolérance de l'oxygénothérapie à haut débit, meilleure que celle de la VNI en mode VS-PEP ou VS-AI-PEP (22,49).
- L'absence d'effets secondaires à type de lésion des cartilages du nez (22,26,48,52,53).

6. Précautions d'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit

L'étude de Hedge et al. rapportait la survenue d'un pneumothorax chez deux enfants âgés de 2 et 22 mois et d'un pneumomédiastin chez un enfant de 16 ans après l'initiation d'une oxygénothérapie à haut débit entre 6 et 20 L/mn. L'auteur concluait qu'il était impossible d'affirmer une relation de cause à effet entre ces complications sévères et l'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit. Cependant, ces cas rapportés invitaient à une utilisation prudente de cette technique d'assistance ventilatoire, surtout si l'effet recherché était la création d'une PEP (54).

Le risque d'aggravation rapide et brutale est majeur chez les patients présentant une bronchiolite sévère. L'utilisation de la VNI en mode VS-PEP ou VS-AI-PEP dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère induisait des précautions telles que :

- La nécessité d'un personnel formé à l'utilisation de cette assistance ventilatoire (17).
- L'importance de considérer le patient comme étant ventilé et nécessitant des aspirations fréquentes des sécrétions rhinopharyngées avec le contrôle de l'efficacité de la ventilation non invasive sur le plan clinique (enregistrement de la fréquence respiratoire, de la fréquence cardiaque et de la saturation en oxygène) (17).

De telles précautions sont applicables dans la prise en charge par oxygénothérapie à haut débit de patients présentant une bronchiolite sévère. L'utilisation de ce type d'assistance ventilatoire ne doit pas retarder le recours à la VNI en mode VS-PEP ou VS-AI-PEP, ni le recours à la ventilation invasive si l'état clinique des patients le nécessite. C'est pourquoi il paraît important que les patients soient hospitalisés en USC pédiatrique pour recevoir les soins et la surveillance adaptés à leur état clinique.

7. Autres éléments améliorant la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère entre 2006-2007 et 2010-2011 a/ la prise en charge dans une USC pédiatrique

L'amélioration de la prise en charge des bronchiolites sévères ne dépendait pas de la seule utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit. Dans notre étude, l'existence de l'USC était un élément capital. Les patients présentant une bronchiolite sévère nécessitaient des soins plus fréquents et une surveillance qui ne pouvaient être proposés dans un service de pédiatrie conventionnelle. De par son organisation (monitoring, ratio infirmière patient de 1 pour 4), l'USC permettait cette prise en charge adaptée à la gravité des patients (31,55).

b/ les traitements complémentaires proposés

Le groupe « bronchiolite sévère » de 2010-2011 recevaient des traitements complémentaires dont n'avait pas bénéficié le groupe « bronchiolite sévère » de 2006-2007. Ces traitements avaient déjà montré dans la littérature leur effet bénéfique sur la prise en charge des patients présentant une bronchiolite :

- La nutrition entérale en gastrique ou en duodéal avec de l'infatrini® avait déjà démontré une meilleure efficacité dans la préservation de l'état nutritionnel des enfants présentant une bronchiolite sévère comparativement avec l'utilisation d'une formule standard 1^{er} âge (56,57).
- Les aérosols de sérum salé hypertonique à 3 % avaient montré une amélioration du score clinique de gravité et une diminution de 24h de la durée d'hospitalisation de patients présentant une bronchiolite (58,59).
- La bubble CPAP utilisée dans notre étude en cas d'échec de l'optiflow avait déjà été étudiée dans la prise en charge de patients présentant une bronchiolite sévère. Dans l'étude de Pirret et al., la bubble CPAP était considérée comme simple d'utilisation et avait amélioré l'état clinique de 60% des patients hospitalisés pour bronchiolite sévère. Ces patients n'avaient pas nécessité de transfert en réanimation pédiatrique et avaient pu poursuivre leur hospitalisation en service de pédiatrie conventionnelle (60).

V. CONCLUSION

La proportion des nourrissons de moins de 3 mois présentant une bronchiolite augmente d'année en année. Du fait de leur jeune âge, ces patients sont plus à risque de formes sévères de bronchiolite et peuvent nécessiter une assistance ventilatoire et donc une hospitalisation en réanimation pédiatrique. Une hospitalisation en réanimation pédiatrique pour la poursuite de leur prise en charge présente des inconvénients : l'éloignement familial, le coût du transfert et du séjour en réanimation, la saturation des lits de réanimation en période d'épidémie.

Malgré l'absence de recommandations pour l'instant, plusieurs équipes ont déjà fait le choix d'utiliser l'oxygénothérapie à haut débit dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère, cette indication supplémentant même parfois celle de la VNI en mode VS-PEP ou VS-AI-PEP.

Pour que des recommandations puissent être émises sur l'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère, il est nécessaire de disposer d'un nombre suffisant d'études s'intéressant à cette forme de VNI. Des études comparant la place de l'oxygénothérapie à haut débit à celle de la VNI en mode VS-PEP ou VS-AI-PEP dans la prise en charge des patients présentant une bronchiolite sévère et permettant de définir les structures de soins où peuvent être réalisées ces différentes techniques d'assistance ventilatoire paraissent essentielles.

ANNEXE 1

Critères d'hospitalisation des bronchiolites – conférence de consensus du 21 septembre 2000

1. L'hospitalisation s'impose en présence d'un des critères de gravité

suivants :

- aspect « toxique » (altération importante de l'état général)
- survenue d'apnée, présence d'une cyanose
- fréquence respiratoire > 60/minute
- âge < 6 semaines
- prématurité < 34 SA, âge corrigé < à 3 mois
- cardiopathie sous-jacente, pathologie pulmonaire chronique grave
- saturation artérielle transcutanée en oxygène (SpO₂tc) < 94 % sous air et au repos ou lors de la prise des biberons
- troubles digestifs compromettant l'hydratation, déshydratation avec perte de poids > 5 %
- difficultés psychosociales
- présence d'un trouble de ventilation confirmé par une radiographie thoracique, pratiquée d'après des arguments cliniques.

2. Les critères cliniques de gravité à considérer pour un recours hospitalier, outre les situations à risque majeur précitées :

- Facteurs cliniques :
 - . importance de l'altération de l'état général
 - . intensité de la gêne respiratoire
 - . âge de l'enfant.
- Données anamnestiques devant tenir compte :
 - . de l'observation parentale de l'enfant (« malaise », troubles du comportement)
 - . des antécédents
 - . du caractère traînant de la gêne respiratoire.
- Données environnementales :
 - . capacités de la famille en termes de surveillance, de compréhension, d'accès aux soins
 - . conditions de vie de l'enfant et ressources sanitaires locales.

ANNEXE 2

Protocole de prise en charge des bronchiolites sévères dans le service de pédiatrie de Lens

1. Définition d'une bronchiolite sévère

- Signes de détresse respiratoire francs dont polypnée avec FR \geq 60/mn
- Et/ou pCO₂ \geq 45-50 mm Hg
- Et /ou SaO₂ < 92 % en air ambiant
- Et/ou trouble de ventilation radiologique

2. Conduite à tenir devant une bronchiolite cliniquement sévère

Hospitalisation en USC

Mise en conditions :

- Proclive
- Arrêt alimentation orale ou gastrique
- Désobstruction rhinopharyngée
- Pose VVP pour perfusion à 100 – 120 ml/kg/j (G5% ou G10 % en fonction de la glycémie) ou sonde duodénale d'emblée.
- Radiographie de thorax, gaz du sang capillaire (pH, pCO₂ +/- lactates veineux)
- Scope : SpO₂ (alarmes 92%-100%), FC, FR

3. Indication de l'optiflow

Si après mises en condition :

- pCO₂ > 50 mm d'Hg
- pCO₂ > 45 mm de Hg avec un enfant fatigué ou présentant des signes de détresse respiratoire

Débuter l'optiflow à 7L /mn avec une FiO₂ de 40 %.

4. Surveillance d'un enfant sous optiflow

Evaluation à H2 et H4 : signes de détresse respiratoire, FR, SpO₂, FC, gaz du sang

5. Objectifs

Diminution du tirage et asynchronisme thoraco abdominal

Diminution de la FR (-10 à -15 /mn)

SpO₂ stable > 94 % avec FiO₂ < 60%

Si aggravation clinique et gazométrique à H2 : transfert en réanimation.

Si stabilisation ou amélioration : évaluation à H4

Si aggravation secondaire de l'enfant sous haut débit : appel du réanimateur de garde pour indication de transfert.

6. Indication de la bubble CPAP

Se discute avec le réanimateur en fonction de la décision de transfert

BIBLIOGRAPHIE

1. Grimpel. Epidémiologie de la bronchiolite du nourrisson en France. Arch Pediatr. 2001; 8(S1): 83-92.
2. Deschildre A, Thumerelle C, Bruno B, Dubos F, Santos C, Dumonceaux A. Bronchiolite aiguë du nourrisson. Arch Pediatr. 2000; 7(S1): 21-26.
3. Smyth RL, Openshaw PJM. Bronchiolitis. Lancet. 2006; 368(9532): 312-322.
4. Chabernaude J. Les signes cliniques de gravité de la bronchiolite du nourrisson. Arch Pediatr. 2003;10(5): 468-469.
5. Che D, Nicolau J, Bergounioux J, Perez T, Bitar D. Bronchiolite aiguë du nourrisson en France : bilan des cas hospitalisés en 2009 et facteurs de létalité. Arch Pediatr. 2012; 19(7): 700-706.
6. Chevret L, Mbieleu B, Essouri S, Durand P, Chevret S, Devictor D. Bronchiolites en unité de réanimation pédiatrique : facteurs pronostiques et devenir respiratoire des nourrissons ventilés. Arch Pediatr. 2005; 12(4): 385-390.
7. Goudjil S, Chazal C, Imestouren F, Moreau F, Kongolo G, Leke A-L, et al. Caractéristiques des nourrissons hospitalisés pour bronchiolite grave. Arch Pediatr. 2011;18(5): 600-601.
8. Haute Autorité de Santé - Prise en charge de la bronchiolite du nourrisson. [cité 23 févr 2013]. Disponible sur: http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_271917/prise-en-charge-de-la-bronchiolite-du-nourrisson

9. Zorc JJ, Hall CB. Bronchiolitis: recent evidence on diagnosis and management. *Pediatrics*. 2010; 125(2): 342-349.
10. Gold F. Bronchiolite à virus respiratoire syncytial: formes respiratoires sévères observées chez les nourrissons hospitalisés. *Arch Pediatr*. 2006; 13(S5): 8-11.
11. Che D, Caillère N, Josseran L. Surveillance et épidémiologie de la bronchiolite du nourrisson en France. *Arch Pediatr*. 2008;15(3): 327-328.
12. Essouri S, Durand P, Chevret L, Balu L, Fauroux B, Devictor D. Intérêts, indications et techniques de la ventilation non invasive (VNI) en pédiatrie. *Arch Pediatr*. 2009; 16(6): 721-722.
13. Noizet-Yverneau O, Leclerc F, Bednarek N, Santerne B, Akhavi A, Pomédio M, et al. Ventilation non invasive en réanimation pédiatrique : quelles indications en 2010? *Ann Fr Anesth Reanim*. 2010; 29(3): 227-232.
14. Bordes J, Goutorbe P. La ventilation non invasive au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë. *Prat Anesth Reanim*. 2010; 14(5): 286-292.
15. Larrar S, Essouri S, Durand P, Chevret L, Haas V, Chabernaude J-L, et al. Place de la ventilation non invasive nasale dans la prise en charge des broncho-alvéolites sévères. *Arch Pediatr*. 2006; 13(11): 1397-1403.
16. Champion A, Huvenne H, Leteurtre S, Noizet O, Binoche A, Diependaele J-F, et al. Ventilation non invasive des nourrissons ayant une infection respiratoire sévère présumée à virus respiratoire syncytial : faisabilité et critères d'échec. *Arch Pediatr*. 2006; 13(11): 1404-1409.

17. Javouhey E, Pouyau R, Massenavette B, Berthier J-C, Floret D. La ventilation non invasive dans les bronchiolites graves de l'enfant. *Réanimation*. 2009; 18(8): 726-733.
18. Chabernaud J-L, Jourdain G, Durand S. Ventilation non invasive pour la prise en charge pré-hospitalière des bronchiolites sévères du nourrisson. *Arch Pediatr*. 2009; 16(6): 726-728.
19. Javouhey E, Barats A, Richard N, Stamm D, Floret D. Non-invasive ventilation as primary ventilatory support for infants with severe bronchiolitis. *Intensive Care Med*. 2008; 34(9): 1608-1614.
20. SFAR - Ventilation non invasive au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë (nouveau-né exclu) (CC 2006) [Internet]. [cité 23 févr 2013]. Disponible sur: <http://www.sfar.org/article/83/ventilation-non-invasive-au-cours-de-l-rsquo-insuffisance-respiratoire-aigue-nouveau-ne-exclu-cc-2006>
21. Lee JH, Rehder KJ, Williford L, Cheifetz IM, Turner DA. Use of high flow nasal cannula in critically ill infants, children, and adults: a critical review of the literature. *Intensive Care Med*. 2013; 39(2): 247-257.
22. Kernick J, Magarey J. What is the evidence for the use of high flow nasal cannula oxygen in adult patients admitted to critical care units? A systematic review. *Aust Crit Care*. 2010; 23(2): 53-70.
23. Dysart K, Miller TL, Wolfson MR, Shaffer TH. Research in high flow therapy: mechanisms of action. *Respir Med*. 2009; 103(10): 1400-1405.
24. Wettstein RB, Shelledy DC, Peters JI. Delivered oxygen concentrations using low-flow and high-flow nasal cannulas. *Respir Care*. 2005; 50(5): 604-609.

25. Frizzola M, Miller TL, Rodriguez ME, Zhu Y, Rojas J, Heseck A, et al. High-flow nasal cannula: impact on oxygenation and ventilation in an acute lung injury model. *Pediatr. Pulmonol.* 2011; 46(1): 67-74.
26. Groves N, Tobin A. High flow nasal oxygen generates positive airway pressure in adult volunteers. *Aust Crit Care.* 2007; 20(4): 126-131.
27. Parke R, McGuinness S, Eccleston M. Nasal high-flow therapy delivers low level positive airway pressure. *Br J Anaesth.* 2009; 103(6): 886-890.
28. Volsko TA, Fedor K, Amadei J, Chatburn RL. High flow through a nasal cannula and CPAP effect in a simulated infant model. *Respir Care.* 2011; 56(12): 1893-1900.
29. De Klerk A. Humidified high-flow nasal cannula: is it the new and improved CPAP? *Adv Neonatal Care.* 2008; 8(2): 98-106.
30. 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(2): 177-182.
31. Leclerc F, Leteurtre S, Binoche A. Surveillance continue en pédiatrie: présentation des décrets et de la circulaire. *Arch Pediatr.* 2008; 15(5): 679-682.
32. McKiernan C, Chua LC, Visintainer PF, Allen H. High flow nasal cannulae therapy in infants with bronchiolitis. *J Pediatr.* 2010; 156(4): 634-638.
33. Abboud PA, Roth PJ, Skiles CL, Stolfi A, Rowin ME. Predictors of failure in infants with viral bronchiolitis treated with high-flow, high-humidity nasal cannula therapy. *Pediatr Crit Care Med.* 2012; 13(6): e343-349.

34. Urbano Villaescusa J, Mencía Bartolomé S, Cidoncha Escobar E, López-Herce Cid J, Santiago Lozano MJ, Carrillo Alvarez A. Experience with high-flow nasal cannula oxygen therapy in children. *An Pediatr (Barc)*. 2008; 68(1): 4-8.
35. Arora B, Mahajan P, Zidan MA, Sethuraman U. Nasopharyngeal airway pressures in bronchiolitis patients treated with high-flow nasal cannula oxygen therapy. *Pediatr Emerg Care*. 2012; 28(11): 1179-1184.
36. Checchia P. Identification and management of severe respiratory syncytial virus. *Am J Health Syst Pharm*. 2008; 65(23 Supplement 8): S7-S12.
37. Langley JM, LeBlanc JC, Smith B, Wang EEL. Increasing incidence of hospitalization for bronchiolitis among Canadian children, 1980-2000. *J Infect Dis*. 2003; 188(11): 1764-1767.
38. Shay DK, Holman RC, Newman RD, Liu LL, Stout JW, Anderson LJ. Bronchiolitis-associated hospitalizations among US children, 1980-1996. *JAMA*. 1999; 282(15): 1440-1446.
39. Oñoro G, Pérez Suárez E, Iglesias Bouzas MI, Serrano A, Martínez De Azagra A, García-Teresa MA, et al. [Severe bronchiolitis. Changes in epidemiology and respiratory support. *An Pediatr (Barc)*. 2011; 74(6): 371-376.
40. Schibler A, Pham TMT, Dunster KR, Foster K, Barlow A, Gibbons K, et al. Reduced intubation rates for infants after introduction of high-flow nasal prong oxygen delivery. *Intensive Care Med*. 2011; 37(5): 847-852.

41. Wing R, James C, Maranda LS, Armsby CC. Use of high-flow nasal cannula support in the emergency department reduces the need for intubation in pediatric acute respiratory insufficiency. *Pediatr Emerg Care*. 2012; 28(11): 1117-1123.
42. Cambonie G, Milési C, Jaber S, Amsallem F, Barbotte E, Picaud J-C, et al. Nasal continuous positive airway pressure decreases respiratory muscles overload in young infants with severe acute viral bronchiolitis. *Intensive Care Med*. 2008; 34(10): 1865-1872.
43. Greenough A. Role of ventilation in RSV disease: CPAP, ventilation, HFO, ECMO. *Paediatr Respir Rev*. 2009; 10(S1): 26-28.
44. Thia LP, McKenzie SA, Blyth TP, Minasian CC, Kozłowska WJ, Carr SB. Randomised controlled trial of nasal continuous positive airways pressure (CPAP) in bronchiolitis. *Arch. Dis. Child*. 2008; 93(1): 45-47.
45. Saslow JG, Aghai ZH, Nakhla TA, Hart JJ, Lawrysh R, Stahl GE, et al. Work of breathing using high-flow nasal cannula in preterm infants. *J Perinatol*. 2006; 26(8): 476-480.
46. Shoemaker MT, Pierce MR, Yoder BA, DiGeronimo RJ. High flow nasal cannula versus nasal CPAP for neonatal respiratory disease: a retrospective study. *J Perinatol*. 2007; 27(2): 85-91.
47. Holleman-Duray D, Kaupie D, Weiss MG. Heated humidified high-flow nasal cannula: use and a neonatal early extubation protocol. *J Perinatol*. 2007; 27(12): 776-781.
48. Collins CL, Holberton JR, Barfield C, Davis PG. A Randomized Controlled Trial to Compare Heated Humidified High-Flow Nasal Cannulae with Nasal Continuous Positive

Airway Pressure Postextubation in Premature Infants. *J Pediatr.* 2012; [Epub ahead of print]. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/doc-distant.univ-lille2.fr/science/article/pii/S0022347612012917>.

49. Manley BJ, Dold SK, Davis PG, Roehr CC. High-flow nasal cannulae for respiratory support of preterm infants: a review of the evidence. *Neonatology.* 2012; 102(4): 300-308.
50. Ricard J-D. High flow nasal oxygen in acute respiratory failure. *Minerva Anesthesiol.* 2012; 78(7): 836-841.
51. Thorburn K, Ritson P. Heated, humidified high-flow nasal cannula therapy in viral bronchiolitis--Panacea, passing phase, or progress?. *Pediatr Crit Care Med.* 2012; 13(6): 700-701.
52. Roca O, Riera J, Torres F, Masclans JR. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Respir Care.* 2010; 55(4): 408-413.
53. Spentzas T, Minarik M, Patters AB, Vinson B, Stidham G. Children with respiratory distress treated with high-flow nasal cannula. *J Intensive Care Med.* 2009; 24(5): 323-328.
54. Hegde S, Prodhan P. Serious air leak syndrome complicating high-flow nasal cannula therapy: a report of 3 cases. *Pediatrics.* 2013; 131(3): e939-944.
55. Hernandorena X, Oyharcabal V, Jouvencel P. Place des unités de surveillance continue en hôpital général. *Arch Pediatr.* 2008; 15(5): 686-688.

56. De Betue CT, Van Waardenburg DA, Deutz NE, Van Eijk HM, Van Goudoever JB, Luiking YC, et al. Increased protein-energy intake promotes anabolism in critically ill infants with viral bronchiolitis: a double-blind randomised controlled trial. *Arch. Dis. Child.* 2011; 96(9): 817-822.
57. Van Waardenburg DA, De Betue CT, Goudoever JB van, Zimmermann LJ, Joosten KF. Critically ill infants benefit from early administration of protein and energy-enriched formula: a randomized controlled trial. *Clin Nutr.* 2009; 28(3): 249-255.
58. Sauvaget E, David M, Bresson V, Retornaz K, Bosdure E, Dubus J-C. Nebulized hypertonic saline and acute viral bronchiolitis in infants: current aspects. *Arch Pediatr.* 2012; 19(6): 635-641.
59. Zhang L, Mendoza-Sassi RA, Wainwright C, Klassen TP. Nebulized hypertonic saline solution for acute bronchiolitis in infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008;(4):CD006458.
60. Pirret AM, Sherring CL, Tai JA, Galbraith NE, Patel R, Skinner SM. Local experience with the use of nasal bubble CPAP in infants with bronchiolitis admitted to a combined adult/paediatric intensive care unit. *Intensive Crit Care Nurs.* 2005; 21(5): 314-319.