



**HAL**  
open science

# Evaluation of a nurse-driven noninvasive ventilation weaning protocol in infants with severe bronchiolitis

Julie Cassibba

► **To cite this version:**

Julie Cassibba. Evaluation of a nurse-driven noninvasive ventilation weaning protocol in infants with severe bronchiolitis. Human health and pathology. 2021. dumas-03358837

**HAL Id: dumas-03358837**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03358837v1>**

Submitted on 29 Sep 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance.

La propriété intellectuelle du document reste entièrement celle du ou des auteurs. Les utilisateurs doivent respecter le droit d'auteur selon la législation en vigueur, et sont soumis aux règles habituelles du bon usage, comme pour les publications sur papier : respect des travaux originaux, citation, interdiction du pillage intellectuel, etc.

Il est mis à disposition de toute personne intéressée par l'intermédiaire de [l'archive ouverte DUMAS](#) (Dépôt Universitaire de Mémoires Après Soutenance).

Si vous désirez contacter son ou ses auteurs, nous vous invitons à consulter la page de DUMAS présentant le document. Si l'auteur l'a autorisé, son adresse mail apparaîtra lorsque vous cliquerez sur le bouton « Détails » (à droite du nom).

Dans le cas contraire, vous pouvez consulter en ligne les annuaires de l'ordre des médecins, des pharmaciens et des sages-femmes.

Contact à la Bibliothèque universitaire de Médecine Pharmacie de Grenoble :

[bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr)

**UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES**  
**UFR DE MÉDECINE DE GRENOBLE**

Année 2021

**EVALUATION D'UN PROTOCOLE DE SEVRAGE DE LA VENTILATION NON INVASIVE  
DANS LA BRONCHIOLITE AIGUE DU NOURRISSON**

**THÈSE**  
**POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

**SPÉCIALITÉ : PÉDIATRIE**

Par Mme Julie CASSIBBA

*[Données à caractère personnel]*

THÈSE SOUTENUE PUBLIQUEMENT À LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE GRENOBLE

Le : 28/09/2021

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE :

Président du jury :

M. le Prof. Thierry DEBILLON

Membres :

M. le Dr. Guillaume MORTAMET, directeur de thèse

M. le Dr. Guillaume AUBERTIN

Mme le Dr. Isabelle PIN

Mme le Dr. Eglantine HULLO

*L'UFR de Médecine de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.*

Doyen de la Faculté : Pr. Patrice MORAND

Année 2020-2021

**ENSEIGNANTS DE L'UFR DE MEDECINE**

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	ALBALADEJO Pierre	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
PU-PH	APTEL Florent	Ophthalmologie
PU-PH	ARVIEUX-BARTHELEMY Catherine	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	BAILLET Athan	Rhumatologie
PU-PH	BARONE-ROCHETTE Gilles	Cardiologie
PU-PH	BAYAT Sam	Physiologie
MCF Ass.MG	BENDAMENE Farouk	Médecine Générale
PU-PH	BENHAMOU Pierre-Yves	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	BERGER François	Biologie cellulaire
MCU-PH	BIDART-COUTTON Marie	Biologie cellulaire
PU-PH	BLAISE Sophie	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire
PR Ass. Méd.	BOILLOT Bernard	
MCU-PH	BOISSET Sandrine	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	BONAZ Bruno	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PU-PH	BONNETERRE Vincent	Médecine et santé au travail
PU-PH	BOREL Anne-Laure	Nutrition
PU-PH	BOSSON Jean-Luc	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	BOTTARI Serge	Biologie cellulaire
PR Ass.MG	BOUCHAUD Jacques	Médecine Générale
PU-PH	BOUGEROL Thierry	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	BOUILLET Laurence	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
MCU-PH	BOUSSAT Bastien	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	BOUZAT Pierre	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
PU-PH émérite	BRAMBILLA Christian	Pneumologie
PU-PH émérite	BRAMBILLA Elisabeth	Anatomie et cytologie pathologiques
MCU-PH	BRENIER-PINCHART Marie Pierre	Parasitologie et mycologie
PU-PH	BRICAULT Ivan	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	BRICHON Pierre-Yves	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
MCU-PH	BRIOT Raphaël	Thérapeutique-médecine de la douleur ; Addictologie
PU-PH émérite	CAHN Jean-Yves	Hématologie
PU-PH émérite	CARPENTIER Patrick	Chirurgie vasculaire, médecine vasculaire
PR Ass.MG	CARRILLO Yannick	Médecine Générale
PU-PH	CESBRON Jean-Yves	Immunologie
PU-PH	CHABARDES Stephan	Neurochirurgie
PU-PH	CHABRE Olivier	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	CHAFFANJON Philippe	Anatomie
MCF Ass.MG	CHAMBOREDON Benoît	Médecine Générale
PU-PH	CHARLES Julie	Dermato-vénéréologie
MCF Ass.MG	CHAUVET Marion	Médecine Générale
PU-PH	CHAVANON Olivier	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire

CORPS	NOM-PRENUM	Discipline universitaire
PU-PH	CHIQUET Christophe	Ophthalmologie
PU-PH	CHIRICA Mircea	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	CINQUIN Philippe	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	CLAVARINO Giovanna	Immunologie
PU-PH	COHEN Olivier	Histologie, embryologie et cytogénétique
PU-PH	COURVOISIER Aurélien	Chirurgie infantile
PU-PH	COUTTON Charles	Génétique
PU-PH	COUTURIER Pascal	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
PU-PH	CRACOWSKI Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PU-PH	DEBATY Guillaume	Médecine d'Urgence
PU-PH	DEBILLON Thierry	Pédiatrie
PU-PH	DECAENS Thomas	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PR Ass. Méd.	DEFAYE Pascal	Cardiologie
PU-PH	DEGANO Bruno	Pneumologie ; addictologie
PU-PH	DEMATTEIS Maurice	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PU-PH émérite	DEMONGEOT Jacques	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	DERANSART Colin	Physiologie
PU-PH	DESCOTES Jean-Luc	Urologie
PU-PH	DETANTE Olivier	Neurologie
MCU-PH	DIETERICH Klaus	Génétique
MCU-PH	DOUTRELEAU Stéphane	Physiologie
MCU-PH	DUMESTRE-PERARD Chantal	Immunologie
PU-PH	EPAULARD Olivier	Maladies infectieuses ; Maladies tropicales
PU-PH	ESTEVE François	Biophysique et médecine nucléaire
MCU-PH	EYSSERIC Hélène	Médecine légale et droit de la santé
PU-PH	FAUCHERON Jean-Luc	Chirurgie viscérale et digestive
MCU-PH	FAURE Julien	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	FERRETTI Gilbert	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	FEUERSTEIN Claude	Physiologie
PU-PH	FONTAINE Éric	Nutrition
PU-PH	FRANCOIS Patrice	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-MG	GABOREAU Yoann	Médecine Générale
PU-PH	GARBAN Frédéric	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	GAUDIN Philippe	Rhumatologie
PU-PH	GAVAZZI Gaétan	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
PU-PH	GAY Emmanuel	Neurochirurgie
MCU-PH	GILLOIS Pierre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	GIOT Jean-Philippe	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; Brûlologie
MCU-PH	GRAND Sylvie	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH émérite	GRIFFET Jacques	Chirurgie infantile
MCU-PH	GUZUN Rita	Nutrition
PU-PH	HAINAUT Pierre	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH émérite	HALIMI Serge	Nutrition
PU-PH	HENNEBICQ Sylviane	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PU-PH	HOFFMANN Pascale	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
PU-PH émérite	HOMMEL Marc	Neurologie
PU-MG	IMBERT Patrick	Médecine Générale

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH émérite	JOUK Pierre-Simon	Génétique
PU-PH	KAHANE Philippe	Physiologie
MCU-PH	KASTLER Adrian	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	KRAINIK Alexandre	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	LABARERE José	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-PH	LABLANCHE Sandrine	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
MCU-PH	LANDELLE Caroline	Bactériologie – virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	LANTUEJOL Sylvie	Anatomie et cytologie pathologiques
PR Ass. Méd.	LARAMAS Mathieu	Cancérologie ; radiothérapie
MCU-PH	LARDY Bernard	Biochimie et biologie moléculaire
MCU - PH	LE GOUELLEC LE PISSART Audrey	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	LECCIA Marie-Thérèse	Dermato-vénérologie
MCF Ass.MG	LEDOUX Jean-Nicolas	Médecine Générale
PU-PH émérite	LETOUBLON Christian	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	LEVY Patrick	Physiologie
PU-PH	LONG Jean-Alexandre	Urologie
MCU-PH	LUPO Julien	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	MAIGNAN Maxime	Médecine d'urgence
PU-PH	MAITRE Anne	Médecine et santé au travail
MCU-PH	MALLARET Marie-Reine	Bactériologie – virologie ; Hygiène hospitalière
MCU-PH	MARLU Raphaël	Hématologie ; Transfusion
PR Ass. Méd.	MATHIEU Nicolas	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
MCU-PH	MAUBON Danièle	Parasitologie et mycologie
PU-PH	MAURIN Max	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
MCU-PH	MC LEER Anne	Histologie, embryologie et cytogénétique
MCU-PH	MONDET Julie	Histologie, embryologie et cytogénétique
PU-PH	MORAND Patrice	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	MOREAU-GAUDRY Alexandre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	MORO Elena	Neurologie
PU-PH	MORO-SIBILOT Denis	Pneumologie ; addictologie
MCU-PH	MORTAMET Guillaume	Pédiatrie
PU-PH	MOUSSEAU Mireille	Cancérologie ; radiothérapie
PU-PH émérite	MOUTET François	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie
MCF Ass.MG	ODDOU Christel	Médecine Générale
PR Ass. Méd.	ORMEZZANO Olivier	Cardiologie
MCU-PH	PACLET Marie-Hélène	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	PAILHE Régis	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	PALOMBI Olivier	Anatomie
PU-PH	PARK Sophie	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	PASSAGGIA Jean-Guy	Anatomie
PR Ass.MG	PAUMIER-DESBRIERES Françoise	Médecine Générale
PU-PH	PAYEN DE LA GARANDERIE Jean-François	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
MCU-PH	PAYSANT François	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	PELLETIER Laurent	Biologie cellulaire
PU-PH	PELLOUX Hervé	Parasitologie et mycologie
PU-PH	PEPIN Jean-Louis	Physiologie
PU-PH	PERENNOU Dominique	Médecine physique et de réadaptation

CORPS	NOM-PRENO	Discipline universitaire
PU-PH	PERNOD Gilles	Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire
PU-PH	PIOLAT Christian	Chirurgie infantile
PU-PH	PISON Christophe	Pneumologie ; Addictologie
PU-PH	PLANTAZ Dominique	Pédiatrie
PU-PH	POIGNARD Pascal	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	POLACK Benoît	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	POLOSAN Mircea	Psychiatrie d'adultes ; Addictologie
PU-PH	RAMBEAUD Jean-Jacques	Urologie
PU-PH	RAY Pierre	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PR Ass. Méd.	RECHE Fabian	Chirurgie viscérale et digestive
MCU-PH	RENDU John	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH émérite	RIALLE Vincent	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	RIETHMULLER Didier	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
PU-PH	RIGHINI Christian	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH émérite	ROMANET Jean Paul	Ophthalmologie
PU-PH	ROSTAING Lionel	Néphrologie
PU-PH	ROUSTIT Matthieu	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MCU-PH	ROUX-BUISSON Nathalie	Biochimie et biologie moléculaire
PR Ass.MG	ROYER DE VERICOURT Guillaume	Médecine Générale
PU-PH émérite	SARAGAGLIA Dominique	Chirurgie orthopédique et traumatologie
MCU-PH	SATRE Véronique	Génétique
PU-PH	SAUDOU Frédéric	Biologie cellulaire
PU-PH	SCHMERBER Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	SCHWEBEL Carole	Médecine intensive-réanimation
PU-PH	SCOLAN Virginie	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	SEIGNEURIN Arnaud	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH émérite	STAHL Jean-Paul	Maladies infectieuses ; Maladies tropicales
PU-PH	STANKE Françoise	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MCU-PH	STASIA Marie-José	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	STURM Nathalie	Anatomie et cytologie pathologiques
PU-PH	TAMISIER Renaud	Physiologie
PU-PH	TERZI Nicolas	Médecine intensive-réanimation
PU-PH	THEVENON Julien	Génétique
MCU-PH	TOFFART Anne-Claire	Pneumologie ; Addictologie
PU-PH	TONETTI Jérôme	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	TOUSSAINT Bertrand	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	VALMARY-DEGANO Séverine	Anatomie et cytologie pathologiques
PU-PH	VANZETTO Gérard	Cardiologie
PU-PH	VUILLEZ Jean-Philippe	Biophysique et médecine nucléaire
PU-PH	WEIL Georges	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	ZAOUI Philippe	Néphrologie
PU-PH émérite	ZARSKI Jean-Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

PU-PH : Professeur des Universités - Praticiens Hospitaliers  
 MCU-PH : Maître de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers  
 PU-MG : Professeur des Universités de Médecine Générale  
 MCU-MG : Maître de Conférences des Universités de Médecine Générale  
 PR Ass. Méd. : Professeur des Universités Associé de Médecine  
 PR Ass.MG : Professeur des Universités Associé de Médecine Générale  
 MCF Ass.MG : Maître de Conférences Associé de Médecine Générale





## Remerciements :

### **Aux membres du jury,**

A Monsieur le Professeur Thierry Debillon, de me faire l'honneur de présider ce jury de thèse. Votre dévouement auprès de vos internes m'impressionne, vous êtes toujours disponible pour nous. Nous sommes chanceux de pouvoir bénéficier de votre investissement en tant que responsable du DES de pédiatrie.

A Monsieur le Docteur Guillaume Mortamet, d'avoir accepté d'être mon directeur de thèse. Merci de m'avoir soutenue depuis le début, de m'encadrer et de croire en moi dans tous mes projets. Merci pour ta patience, ton enthousiasme. Que de chance d'avoir croisé ta route !

A Monsieur le Docteur Guillaume Aubertin, mon tuteur de Paris, quelle belle rencontre. Merci pour ton sourire, les connaissances que tu m'as permise d'acquérir. Merci pour cette belle collaboration à Paris et pour les futures à venir.

A Madame le Docteur Isabelle Pin, merci de m'avoir prise sous votre aile. De me soutenir dans tous mes projets, de m'avoir fait confiance. Mon début de carrière en tant que pneumopédiatre c'est à vous que je la dois. J'espère un jour vous rendre fière.

A Madame le Docteur Eglantine Hullo, pour ta bienveillance, ton oreille attentive, tout ce que tu m'as appris et va m'apprendre. Je me souviendrai toujours de la première fois où j'ai poussé la porte de ton bureau, une belle histoire a commencé à s'écrire.

### **A ma famille,**

A toi qui me soutient tous les jours sans faille, qui a toujours été là pour moi, comme tu le dis si bien c'est un bon début mais ce n'est pas fini. Merci de partager ma vie Thomas.

A Papa et Maman, pour m'avoir permis de réaliser mes rêves, de me soutenir chaque jour, de croire en moi. Je vous aime.

A Alexandre, pour notre enfance remplie de bêtises et de rire, j'espère que nous pourrons partager d'autres moments heureux.

A mes grands-mères, qui m'ont élevée et soutenue tout au long de mes études. Je suis fière d'être votre petite-fille.

A ma marraine, merci pour ton soutien, tes bons conseils et ta bienveillance.

A la famille Montmasson, Charvier, Alice et Anna, merci pour nos repas du dimanche, nos parties de volley dans la piscine, nos soirées cotillons. Merci pour votre bonne humeur.

A Charlotte et Sophie pour nos après-midi à Annecy après la danse, nos vacances à la mer, que de bons moments passés à vos côtés et j'espère en partager d'autres.

A Catherine et Gilles pour votre accueil, votre gentillesse. J'ai beaucoup de chance d'avoir des beaux-parents comme vous.

A Papy René, pour nos repas du midi autour d'un petit kir, de nos discussions très intéressantes, vous avez toujours été de bons conseils.

A Jean-Pierre et Laurent pour votre hospitalité, nos spectacles, nos escapades dans Paris et vos repas succulents, toujours accompagnés de bon vin.

A Christine, Christian pour votre accueil chaleureux.

A Matthias, Mathilde et Coralie pour nos bons moments passés ensemble !

A ma Charlize, je suis très honorée d'être ta marraine. Merci à tes parents pour ce beau cadeau.

### **A mes amis,**

A mes amis de toujours, Alexis, Charles, Jérémy, JB, Maxime, Manu, Simon, Yoann, Tim que de bons moments passés à vos côtés, nos soirées, nos vacances. Merci de m'avoir soutenue depuis ma première année de médecine, votre Juju est bientôt docteur !

A mes meilleures amies Morgane C, Morgane V, Mélanie, Alison, Justine, merci d'avoir toujours été là pour moi dans les bons comme dans les moments difficiles, de n'avoir jamais douté de moi, de m'avoir accompagnée jusqu'à aujourd'hui. Merci pour nos après-midi filles, nos vacances, nos soirées endiablées sur la piste de danse. J'ai beaucoup de chance de vous avoir à mes côtés.

A mes amis, Will, Sylvain, Lucas, Corentin, Robin et Charlène on se connaît depuis peu mais maintenant je peux plus me passer de vous. Merci pour votre joie de vivre !!!

A mon acolyte de toujours depuis la deuxième année de médecine, merci mon Guigui, mon ami, mon compagnon des cours trop longs, des stages de l'externat, des révisions pour l'internat, merci pour ton réconfort dans mes moments de doute, de ton soutien sans faille. Bientôt Docteur toi aussi, la classe !

### **A mes chers co-internes et amis, rencontrés au gré des stages :**

Pédiatrie paillette ou prestige, merci à Marie S, Magali, Eglantine, merci de m'avoir encadrée lors de mes premiers pas.

A Orlane avec qui j'ai partagé un de mes meilleurs stages et peut être le plus dur en pédiatrie, merci pour ton soutien, ton sourire, tes conseils. Que de bons moments passés dans ce bureau en IHO à ramasser des paillettes !!! À bientôt pour nos petits rendez-vous mensuels.

A Céline, même si nous n'avons partagé aucun stage, une amitié s'est tissée entre nous, merci pour cette amitié, merci pour les randonnées et les petites bières après les stages. Sans oublier Laurent, merci pour toutes ces balades avec de beaux paysages et nos barbecues au Sappey.

A Marion B pour ta joie de vivre, ta gentillesse, d'avoir été ma collègue en tant que référente des internes, que de moments inoubliables autour des plannings et des choix de stage !!!

A Thibault, quel homme, la gentillesse et la connaissance incarné, on en rencontre peu des gens comme toi dans une carrière. Yaelle a trouvé la perle rare. Quoi qu'elle n'est pas mal non plus !

A tous mes co-internes de Grenoble avec qui j'ai partagé mes stages, ce fut un plaisir de travailler avec vous, merci pour ces bons moments partagés ensembles et nos fous rires !

A mes co-internes de Paris, mes amies, Camille, Claire, Céline, Myriam et Pauline, sans vous Paris aurait été bien triste. Merci pour ces repas clandestins, votre bonne humeur, votre gentillesse. Merci mes copines à très bientôt à Paname ! Et venez vite à Grenoble...

**A l'équipe du LADAF**, merci Philou, Lucie, Alexandre, Guillaume pour votre bonne humeur, qu'est-ce que j'ai pu rigoler à vos côtés !

**Au Professeur Fauroux, aux Docteurs Bellier, Chevallier, Doutau et à Mesdames Alexandre et Fumagalli** pour votre aide dans l'écriture du projet SEVENT.

**Au Docteur Freycon**, merci pour ta patience, ton soutien, tous ce que tu m'as appris. Merci pour nos escapades mensuelles. J'ai beaucoup de chance d'avoir croisé le chemin d'une grande dame comme toi !

**Aux Docteurs Llerena et Ghdifan**, merci de m'avoir accueillie dans l'équipe de pneumopédiatrie. Merci pour les cafés muco, les consultations, toutes les connaissances et la bonne humeur que vous me transmettez chaque jour.

**Aux Docteurs Clin, Bailleul, Destors** avec qui j'ai eu le plaisir de partager 6 mois aux EFR et au laboratoire du sommeil. Merci pour votre accueil chaleureux et pour tout ce que vous m'avez appris.

**Au Pr Pépin**, merci pour vos visites matinales au laboratoire du sommeil, votre patience et toutes les connaissances que vous m'avez transmises. Merci de me soutenir dans mes différents projets.

**Aux techniciens et techniciennes des EFR et du laboratoire du sommeil**, merci pour votre accueil, vos sourires tous les matins, votre douceur, votre patience à m'expliquer les EFR et les PSG.

**A l'équipe de pneumopédiatrie du Pr Corvol** qui m'a accueillie à bras ouverts, m'a fait confiance et m'a beaucoup appris lors de mon stage. Ce fut un honneur de travailler à vos côtés. J'espère que c'est le début d'une belle collaboration entre nous ! Spéciale dédicace à mon Papa de la ventilation, notre professeur de tous les jours et à Lauren, vous êtes géniaux, ne changez pas, ce fut un plaisir de travailler avec vous chaque jour.

**A toutes les autres personnes que j'ai rencontrées pendant mon internat**, tous les chefs de pédiatrie, de réanimation, d'IHO qui ont contribué à ma formation, et à tous les infirmiers, les infirmières et les auxiliaires de pédiatrie polyvalente, d'oncologie pédiatrique, de réanimation pédiatrique et de pneumopédiatrie de Trousseau.

## Table des matières

<u>Listes des tableaux et des figures</u> .....	11
<u>Abréviations</u> .....	12
<u>Introduction générale</u> .....	13
<b>Partie 1 : Weaning from noninvasive ventilatory support in infants with severe bronchiolitis : an observational study</b> .....	16
<b>Résumé</b> .....	17
<b>Abstract</b> .....	18
<b>Background</b> .....	19
<b>Methods</b> .....	20
<b>Results</b> .....	22
<b>Discussion</b> .....	24
<b>Conclusion</b> .....	27
Table 1.....	28
Table 2.....	29
Figure 1.....	30
Figure 2.....	31
<b>Partie 2 : Implementation and evaluation of a nurse-driven noninvasive ventilation weaning protocol in infants with severe bronchiolitis</b> .....	32
<b>Résumé</b> .....	33
<b>Abstract</b> .....	34
<b>Introduction</b> .....	35
<b>Methods</b> .....	36
<b>Results</b> .....	40
<b>Discussion</b> .....	41
<b>Conclusion</b> .....	43
Table 1 .....	45
Table 2.....	47
Figure 1.....	48
<u>Discussion générale</u> .....	49
<u>Conclusion générale</u> .....	51
<u>Bibliographie</u> .....	53

## Listes des tableaux et des figures

### Partie 1

**Table 1.** Demographic, clinical and biological characteristics of the population according to ventilatory support

**Table 2.** Weaning failure and duration of weaning according to the type of ventilatory support

**Figure 1.** Procedures used for weaning according to the mode of ventilatory support. The line-shaded bars represent the number of patients in whom a direct weaning strategy was used. The light grey bars represent the number of patients in whom a progressive strategy in decrease in parameters was used. The dark grey bars represent the number of patients in whom a progressive strategy using another type of support was used

**Figure 2.** Duration of ventilatory support (light grey) and duration of weaning duration (dark grey) with interquartile

### Partie 2

**Table 2.** Patient characteristics

**Table 2.** Patients' outcome

**Figure 1.** Nurse-driven weaning protocol

## Abréviations

BiPAP: Bilevel Positive Airway Pressure

CPAP: Continuous Positive Airway Pressure

FiO<sub>2</sub>: Inspired Fraction of Oxygen

HFNC: High Flow Nasal Cannula

IQR: Interquartile

LOS: Length Of Stay

m-WCAS: *modified Wood's clinical asthma score*

NIV: Non Invasive Ventilation

OHD: Oxygénothérapie à Haut Débit

PEP: Positive Expiratory airway Pressure

PICU: Pediatric Intensive Care Unit

PPC: Pression Positive Continue

PRISM: *Pediatric RiSk of Mortality*

PvCO<sub>2</sub>: Partial venous Carbon Dioxide Pressure

RSV: Respiratory Syncytial Virus

SpO<sub>2</sub>: Oxygen Saturation

VNI: Ventilation Non Invasive

VRS: Virus Respiratoire Syncytial

## Introduction générale

La bronchiolite aigüe est une affection virale qui touche les voies aériennes inférieures, c'est la maladie respiratoire la plus fréquente chez les nourrissons de moins de deux ans. Chaque année 34 millions d'enfants de moins de 5 ans en sont touchés par cette pathologie dont 3 à 4 millions sont admis à l'hôpital et 199000 décèdent suite à une insuffisance respiratoire aigüe dans le monde. En France c'est la première cause d'hospitalisation chez les moins d'un an. Bien que les admissions à l'hôpital aient diminué, les visites aux urgences ont augmenté, en plus de l'utilisation accrue de la ventilation non invasive et des frais d'hospitalisation (1).

La bronchiolite est une infection saisonnière, l'épidémie commence en octobre et se termine en avril avec un pic au mois de janvier, février. Selon la surveillance mondiale la prévalence de l'infection domine en période humide. En effet, les facteurs liés aux conditions météorologiques, comme l'inhalation d'un air sec et froid pourraient altérer la fonction ciliaire, la muqueuse des voies respiratoires et l'inhibition des réponses antivirales dépendant de la température, pourraient influencer à la fois la transmission et la gravité de la maladie. Il a été démontré que l'altitude, le climat et les conditions météorologiques ont une association modeste avec la bronchiolite. De plus, les polluants atmosphériques, tels que l'ozone et les polluants de la circulation, ont été associés à des exacerbations des infections respiratoires chez les enfants de moins de 5 ans ainsi que le tabagisme passif (1).

Le virus syncytial respiratoire (VRS) est le virus le plus fréquemment retrouvé dans la bronchiolite aigüe du nourrisson. Cependant dans 30% des cas il existe une co-infection, majoritairement l'association VRS et Rhinovirus. La bronchiolite entraîne une inflammation et un œdème au niveau des voies aériennes inférieures. Le VRS entre dans les cellules respiratoires, se réplique entraînant une nécrose de l'épithélium et des cellules ciliaires, ce qui amène à une accumulation de mucus dans les bronches (1).

Le diagnostic de la bronchiolite est clinique. La présentation classique de cette pathologie correspond initialement aux symptômes d'une infection des voies aériennes supérieures comme un écoulement nasal puis une progression vers les voies aériennes inférieures. Dans certains cas une surinfection bactérienne est associée. Chez les jeunes nourrissons la bronchiolite peut entraîner des apnées respiratoires ce qui fait la gravité de la

maladie dans cette population. Cependant, dans la très grande majorité des cas la bronchiolite est bénigne et évolue favorablement avec une prise en charge ambulatoire (fractionnement alimentaire, désobstruction rhinopharyngée fréquente). Toutefois 5 à 7% des nourrissons nécessitent une hospitalisation dont 10 % en soins intensifs pédiatriques (1)(2).

En effet, ils nécessitent une ventilation par Pression Positive Continue (PPC) ou une ventilation non invasive (VNI) devant une insuffisance respiratoire aiguë. La PPC correspond à l'administration d'une Pression expiratoire Positive (PEP) continue permettant de maintenir une pression dans les voies aériennes tout au long du cycle respiratoire. La VNI est un support ventilatoire à deux niveaux de pression : Ventilation spontanée avec aide inspiratoire et PEP « VS-AI-PEP », l'aide inspiratoire est synchronisée sur la fréquence respiratoire du patient et il n'y pas de fréquence respiratoire imposée contrairement à la Bilevel Airway Pressure « BiPAP ». Ces modes ventilatoires ont plusieurs intérêts : réduction du travail inspiratoire, diminution du temps inspiratoire, réduction de l'hyperinflation pulmonaire, affranchissement de la PEP intrinsèque. Essouri *et al* ont montré que le travail respiratoire était moindre lorsque le niveau de PEP était à 7cmH20 chez des patients atteints de bronchiolite (3). Alternativement l'oxygénothérapie à haut débit (OHD) est un support ventilatoire plus récent qui est de plus en plus utilisé dans l'insuffisance respiratoire aiguë modérée. L'oxygénothérapie à haut débit est un mode d'assistance respiratoire non-invasive consistant à apporter au patient de l'air humidifié, chauffé et enrichi en oxygène, habituellement à l'aide d'une canule nasale. Le débit est fixé entre 2 L/min à 30 L/min, en pédiatrie le plus souvent le débit est réglé entre 2 et 11/kg/min. Ce support permet : une amélioration du travail respiratoire, une meilleure oxygénation, une augmentation du débit inspiratoire, volume résiduel, clairance muco-ciliaire et la compliance pulmonaire. De plus dans leur étude Milesi *et al* ont comparé une ventilation par PPC à 7cmH20 et une ventilation par OHD montrant un taux de succès avec l'assistance respiratoire alternative, le taux d'intubation, les durées de ventilation non invasive et invasive, les lésions cutanées et la durée du séjour à l'USIP (Unité de soins intensifs pédiatriques) étaient comparables entre les groupes (4).

Malgré l'utilisation importante de la VNI chez les nourrissons atteints de bronchiolite, il existe un manque de données pédiatriques concernant les procédures et les critères d'initiation au sevrage dans cette population. Cependant, ces aspects du soutien ventilatoire sont d'une importance cruciale puisque le maintien non nécessaire peut être associé à une hospitalisation prolongée et à des coûts de soins de santé plus élevés. De plus une ventilation prolongée est liée à des effets indésirables non négligeables comme



des lésions cutanées type brûlures ou des infections nosocomiales (5)(6). Néanmoins, le sevrage prématuré peut quant à lui augmenter la morbidité et la durée de la ventilation. Il faut donc trouver un équilibre entre un sevrage trop rapide et une prolongation inutile d'un support de ventilation non invasive. Il a été démontré que le sevrage protocolaire de la ventilation non invasive était associé à une réduction de la durée de cette dernière notamment chez les prématurés (7) et des études ont été effectuées notamment dans le sevrage de la ventilation non invasive au long cours. Cependant, peu de données sont actuellement disponibles sur le sevrage de tout support ventilatoire non invasif tout confondu notamment chez cette population particulière que sont les nourrissons atteints de bronchiolite aigue.

C'est donc devant l'importance du sujet, que nous avons mené deux études sur le sevrage de la ventilation non invasive chez les nourrissons atteints de bronchiolite sévère. Une première étude pré-protocole étudiant les pratiques standards de sevrage de la ventilation dans le service de réanimation pédiatrique de Grenoble et une deuxième étude avec la mise en place d'un protocole de sevrage de la ventilation non invasive dirigé par les infirmières du service de soins intensifs pédiatriques.

# **Partie 1 : Weaning from noninvasive ventilatory support in infants with severe bronchiolitis : an observational study**

Authors: Julie Cassibba<sup>1</sup>, MD, Claire Freycon<sup>1</sup>, MD, Julia Doutau<sup>2</sup>, MD, Isabelle Pin<sup>1</sup>, MD, Alexandre Bellier<sup>3</sup>, MD, Brigitte Fauroux<sup>4,5</sup>, MD, PhD, Guillaume Mortamet<sup>6,7</sup>, MD, PhD

<sup>1</sup> Pediatric Department, Grenoble Alpes University Hospital, Grenoble, France

<sup>2</sup> Neonatal Intensive Care Unit, Grenoble Alpes University Hospital, Grenoble, France

<sup>3</sup> Public Health Department, Grenoble Alpes University Hospital, Grenoble, France

<sup>4</sup> Pediatric noninvasive ventilation and sleep unit, AP-HP, Hôpital Necker-Enfants Malades, Paris

<sup>5</sup> Université de Paris, VIFASOM, Paris, France

<sup>6</sup> Inserm U1042 unit, Grenoble Alpes University, Grenoble, France

<sup>7</sup> Pediatric Intensive Care Unit, Grenoble Alpes University Hospital, Grenoble, France

## Résumé

*Objectif* : Le but de l'étude est d'analyser le succès, le type de procédure et la durée du sevrage chez les nourrissons hospitalisés pendant une saison d'hiver dans une unité de soins intensifs pédiatriques.

*Conception* : Une étude observationnelle rétrospective.

*Cadre* : Une unité de soins intensifs pédiatriques d'un centre tertiaire.

*Patients* : Nourrissons hospitalisés pour une bronchiolite sévère.

*Intervention* : aucune

*Analyses* : La procédure de sevrage de la Pressions Positive Continue (PPC), de la ventilation non invasive (VNI) ou de l'Oxygénothérapie à Haut Débit (OHD) a été analysée.

*Résultats* : Les données de 95 nourrissons (âge médian 47 jours) ont été analysées. À l'admission, 26 (27%), 46 (49%) et 23 (24%) nourrissons ont été pris en charge par PPC, VNI et OHD, respectivement. Un (4%), neuf (20%) et un (4%) nourrissons ont échoué au sevrage alors qu'ils étaient pris en charge par PPC, VNI ou OHD, respectivement ( $p = 0.1$ ). Chez les nourrissons pris en charge par PPC, elle a été arrêtée directement chez 5 patients (19%) tandis que l'OHD a été utilisé comme assistance ventilatoire intermédiaire chez 21 (81%). Chez les nourrissons pris en charge par VNI, l'assistance ventilatoire a été arrêtée directement chez 2 patients (4%) tandis que la PPC a été utilisée comme assistance respiratoire intermédiaire chez 42 (91%). Chez les nourrissons pris en charge par OHD, il a été interrompu en diminuant le débit d'air chez 14 (60%) nourrissons. La durée du sevrage a été plus courte pour les patients ventilés en OHD (17 heures, IQR 0-26) que pour ceux ventilés en PPC (24 heures, IQR 14-40) et VNI (28 heures, IQR 19-49) ( $p < 0.01$ ).

*Conclusion* : La phase de sevrage représente une grande partie de la durée de l'assistance ventilatoire non invasive chez les nourrissons atteints de bronchiolite. La procédure de sevrage a suivi une stratégie de décroissance, une approche qui peut conduire à une augmentation de la durée du sevrage. Des études futures sont justifiées pour définir la meilleure stratégie de sevrage et pour élaborer des protocoles de sevrage de la ventilation non invasive chez les patients atteints de bronchiolite.

## **Abstract**

*Objective:* The aim of the study was to analyze the weaning success, the type of weaning procedures, and weaning duration in consecutive infants hospitalized over a winter season in a Pediatric Intensive Care Unit.

*Design:* A retrospective observational study.

*Setting:* A Pediatric Intensive Care Unit of a tertiary center.

*Patients:* Infants hospitalized for a severe bronchiolitis.

*Intervention:* None

*Measurements:* The weaning procedure from continuous positive airway pressure (CPAP), noninvasive ventilation (NIV) or high flow nasal cannula (HFNC) was analyzed.

*Results:* Data from 95 infants (median age 47 days) were analyzed. On admission, 26 (27%), 46 (49%) and 23 (24%) infants were supported by CPAP, NIV and HFNC, respectively. One (4%), nine (20%) and one (4%) infants failed weaning while supported by CPAP, NIV or HFNC, respectively ( $p=0.1$ ). In infants supported by CPAP, CPAP was stopped directly in 5 patients (19%) while HFNC was used as an intermediate ventilatory support in 21 (81%). In infants supported by NIV, the ventilatory support was stopped directly in 2 patients (4%) while CPAP was used as an intermediate ventilator support in 42 (91%). In infants supported by HFNC, HFNC was discontinued by decreasing the air flow in 14 (60%) infants. The duration of weaning was shorter for HFNC (17 hours, IQR 0-26) than for CPAP (24 hours, IQR 14-40) and NIV (28 hours, IQR 19-49) ( $p<0.01$ ).

*Conclusions:* The weaning phase represent a large proportion of noninvasive ventilatory support duration in infants with bronchiolitis. The weaning procedure followed a “step down” strategy, an approach which may lead to an increase in duration of weaning. Future studies are warranted to define the best weaning strategy and to build protocols for weaning from non-invasive support in patients with bronchiolitis.

## **Background**

Bronchiolitis is the most common lower respiratory tract infection in infants, with at least 20% of infants developing bronchiolitis in their first 12 months of life. Bronchiolitis is the first cause of hospitalization in infants with 1 to 3 % of infants requiring a Pediatric Intensive Care Unit (PICU) admission for acute respiratory failure (1). Continuous positive airway pressure (CPAP) and noninvasive ventilation (NIV) are commonly used in infants with bronchiolitis and severe acute respiratory failure. High flow nasal cannula (HFNC) is a more recent type of ventilatory support which is increasingly used in moderate acute respiratory failure (2)(8)(9). In contrast with the abundant literature on ventilatory support in bronchiolitis, there is paucity of data on the weaning of ventilatory support in this population (10)(11). Indeed, no study has analyzed the rate of weaning failure, as well as the weaning procedures and duration. These aspects of ventilatory support are nevertheless important because weaning failure may be associated with prolonged hospitalization and increased morbidity (7). The aim of the study was to analyze the weaning success, the type of weaning procedures, and weaning duration in consecutive infants hospitalized over a winter season in a PICU.

## Methods

### *Study design*

This single-center retrospective observational study was conducted from November 2018 to April 2019 in a 16-beds PICU of a tertiary pediatric center. Each year, approximately 100 infants with bronchiolitis are admitted to our PICU. The study was approved by the regional research committee (Comité d’Ethique du Centre d’Investigation Clinique de Clermont-Ferrand, France, IRB 5891).

### *Study population*

All consecutive infants younger than 6 months of age admitted to the PICU were eligible for inclusion if they had a clinical diagnosis of bronchiolitis and required 1/CPAP, 2/NIV or 3/HFNC (with an air flow rate > 1 L/kg/min) on admission. The PICU admission criteria were at the discretion of the attending physician without a local protocol. Usual criteria included: 1/ severe acute respiratory failure defined as a Wang score > 7, hypoxemia ( $SpO_2 < 92\%$  in room air) and/or hypercapnia ( $PCO_2 > 5.8$  kPa in room air) despite medical treatment or 2/ the presence of witnessed apnea, defined as any documented apnea observed by a caregiver or a parent. Exclusion criteria were: 1/ patients on long term CPAP or NIV, 2/patients with an underlying cardiac or neuromuscular disease and 3/the presence of a pneumothorax on chest radiograph at admission.

### *Data collection*

Demographic (age, sex and comorbidities) and clinical data during the PICU stay were gathered. Clinical data comprised the Wang and the m-WCAS (modified Wood's Clinical Asthma Score) bronchiolitis clinical severity scores, hemodynamic and respiratory parameters, ventilatory mode and settings and medical treatment. Biological data on admission, including venous pH, venous carbon dioxide ( $PvCO_2$ ) were also collected. All infants were screened for respiratory syncytial virus (RSV) at admission. The rate of intubation, the duration of ventilator support, and the PICU and hospital lengths of stay were analyzed.

### *Ventilatory support*

The type and settings of the initial ventilator support were left at the discretion of the attending physician without a local protocol. In practice, the following step-up sequence was used according to the increase in patient severity: 1/ HFNC, 2/ CPAP, 3/ NIV and 4/ invasive ventilation. CPAP and NIV were performed with an ICU ventilator (Evita XL™, Dräger®, Germany or Servo I™ and U™, Maquet®, Solna, Sweden) with a facial or nasal interface according to the weight and clinical condition of the infant. HFNC was initiated at a flow rate of 2 L/kg/min with an ICU ventilator (Evita XL™, Draeger®, Germany), or with a specific device (Airvo 2™, Fisher and Payckel®, Auckland, New Zealand). Inspired fraction of oxygen (FiO<sub>2</sub>) was titrated in order to achieve a pulse oximetry (SpO<sub>2</sub>) > 94%.

### *Weaning*

We defined weaning initiation as the time of the first step-down attempt in the ventilatory support, following the sequence NIV to CPAP to HFNC. The rate of weaning failure within 48 hours after the weaning initiation, defined by the need to switch back to the previous ventilatory support whatever it was (CPAP, NIV or HFNC) or need to intubate the patient, was analyzed for every type of ventilatory support. The type of weaning procedure was defined as: 1/ *Other*: switch to another type of noninvasive ventilatory support; 2/ *Decrease*: decrease of the settings of the same ventilatory support or 3/ *Direct*: direct stopping of the ventilator support. Finally, the duration of the weaning process was analyzed, starting at the time of the first attempt.

### *Statistical analysis*

Descriptive data were expressed as median values (with interquartile range, IQR) for continuous variables for homogeneous results presentation, and number and/or frequency (%) for categorical data. Differences in categorical variables were tested using the Chi-square or Fisher's exact test. Differences in continuous variables were assessed by Student's t test, Mann-Whitney test or analysis of variance test after verification of the eligibility conditions. P values of less than .05 were considered significant. All statistical analyses were performed using SPSS 26.0 (SPSS, Inc, Chicago, IL).

## Results

### *Study population*

Data from 95 infants were analyzed. On admission 26 (27%), 46 (49%) and 23 (24%) infants were supported by CPAP, NIV, and HFNC, respectively (Table 1). The median CPAP level was 6 cmH<sub>2</sub>O (IQR 6-6) with a median fraction of inspired oxygen (FiO<sub>2</sub>) of 30% (IQR 30-30). For NIV, the median expiratory level was set at 6 cmH<sub>2</sub>O (IQR 6-6) with a median pressure support of 5 cmH<sub>2</sub>O (IQR 4-6), a median back up rate (optionally) of 30 breaths/min (IQR 30-40) and a FiO<sub>2</sub> of 30% (IQR 30-40). A nasal interface was used in 93 infants and a total face mask in 2. HFNC was started at a median flow of 2 L/Kg/min, with a median FiO<sub>2</sub> of 30% (IQR 27-30). The demographic, clinical and biological characteristics of patients on admission are summarized in (Table 1). Most infants presenting apnea were supported by NIV (p<0.001) and RSV-positive infants were more frequently supported by CPAP or NIV than by HFNC (p=0.02). The median length of hospital stay was 7 days (IQR 5-9) with a median PICU length of stay of 87 hours (IQR 67-116).

### *Weaning*

The weaning process was initiated after a median of 44 (IQR 26-64) hours after PICU admission. At weaning initiation, patients had a median Wang score of 2 (2-5), a respiratory rate of 41 breaths/min (IQR 35-48) and a FiO<sub>2</sub> of 25% (IQR 22-30).

Weaning failure was observed in 11 (12%) infants with no difference between the three types of ventilator support (Table 2). Weaning failure occurred within the first 4 hours following the initiation of weaning in 9 (82%) infants. These infants had a longer PICU length of stay (141, IQR 81-236 *versus* 81, IQR 67 -100 hours) as compared to those who had a successful weaning (p<0.001). However, they had a longer hospital length of stay (8, IQR 6-12 *versus* 7, IQR 5-9 days, p=0.01).

The weaning process followed the ventilator support strategy of the unit. Indeed, 44/46 (97%) of the infants supported by NIV were switched to CPAP (n=42) or HFNC (n=2). Twenty-one of the 26 (81%) infants supported by CPAP were switched to HFNC whereas none of the infants supported by HFNC was switched to NIV or CPAP. A progressive decrease in settings was only observed in the infants supported by HFNC (14/23, 61%).



Finally, the number of infants who had a direct weaning was greater in those supported by HFNC (9/23, 39%), than CPAP (5/26, 19%) and NIV (2/46, 4%). The weaning duration was significantly shorter for HFNC as compared to NIV and CPAP ( $p < 0.01$ , Table 2).

## Discussion

Our study is the first to describe the weaning for noninvasive ventilator support in infants with severe bronchiolitis. Our results show that the rate of weaning failure was comparable between NIV, CPAP and HFNC, that weaning duration was shorter for HFNC as compared to NIV and CPAP, and that the switch to another type of ventilator support was observed for 97% of infants supported by NIV and 81% of those supported by CPAP as compared to none of those supported by HFNC.

Weaning from non-invasive ventilatory support is a key-question for several reasons. Indeed, as reported by Baudin *et al.* and Carron *et al.* (5)(6), CPAP, NIV, and HFNC may be associated with complications such as skin lesions, pneumothorax, gastric distension and air leaks (12). It is therefore important to wean the patient from any type of ventilatory support as soon as possible. Given the limited bed availability during winter in PICUs, priority should be given to discharge as soon as possible from the PICU patients whose condition improves. Finally, reducing the duration of ventilatory support and PICU length of stay through a reduction in the weaning process duration contributed to limit health care costs.

By analyzing our practice, we observed that we used a similar weaning strategy as reported in preterm infants supported by CPAP or NIV : 1/ direct weaning, 2/ switch to another type of ventilatory support (such as HFNC), 3/ decrease of the ventilatory settings (inspiratory or expiratory pressure) (13)(14)(15)(16). However, we did not use a gradual increase in off-ventilation time as a weaning strategy, since it could more time-consuming for nurses.

As the choice of the initial ventilator support follows a “step up” strategy (from HFNC to CPAP and then NIV), the weaning procedure follows the same “step down” strategy in the opposite order. This strategy seems reasonable because of a similar rate of failure for the 3 types of ventilator support. The only observed difference was a slightly shorter duration of the weaning procedure for HFNC (17 hours) as compared to CPAP (24 hours) and NIV (28 hours) which may be explained by the lesser severity of the infants supported by HFNC as compared to CPAP and NIV. However, we may consider this “step down” strategy as too cautious, leading to a longer duration of weaning. We hypothesize that for most infants, a direct weaning from NIV or CPAP is safe and that the use of HFNC as an intermediate type of ventilatory support is unnecessary and expensive.

Interestingly, we found a longer weaning duration in patients supported by NIV and CPAP at admission as compared to those supported by HFNC, while the total duration of ventilatory assistance was similar. In fact, it means that patients were early switched to another mode of ventilation after admission in our step-down strategy.

To our knowledge, the weaning failure rate from non-invasive support has not been reported in the pediatric population. Yet, the impact of weaning failure on hospitalization duration and morbidity is very difficult to interpret. Unlike weaning from invasive mechanical ventilation, weaning from noninvasive ventilatory support is less challenging since the support can be easily put back in case of weaning failure, without incurring a high risk of deterioration to the patient. However, the consequences to pursue any type of ventilatory support can have an impact on hospitalization duration in PICU and therefore health care costs. Accordingly, as the concept of a targeted extubation failure rate in a cohort of mechanically ventilated patients, it could be relevant to apply the same concept for weaning failure rate from non-invasive support. This rate should therefore be not too low (which could mean that patients should have been weaned earlier) but not too high (meaning that patients still required the ventilatory support).

Interestingly, *Bettors et al.* proposed a weaning protocol for HFNC in children admitted for acute respiratory failure in PICU (17). This protocol was based on a clinical score to discontinue HFNC, resulting in success rate from 70% on the first try to 90% on the fourth try. However, the population of patients included in this study was very heterogeneous in terms of age and diagnosis (17). As suggested by such studies, it could be useful to implement a weaning protocol from non-invasive ventilatory support in infants with bronchiolitis in order to reduce ventilatory support duration and to discharge patients from PICU more quickly.

Importantly, this study presents some important limitations that should be highlighted. First, this is a single-center study, while CPAP and NIV practices are very heterogeneous worldwide (18). Second, since we had no local protocol regarding ventilatory management of patients with bronchiolitis, this resulted in a wide heterogeneity in terms of ventilatory strategy, weaning procedures, criteria to initiate weaning and to consider weaning failure, making some of our findings difficult to interpret. Third, we acknowledge that the definition of weaning initiation may be controversial since not every switch from a type of ventilation to another can be considered as the beginning of weaning. However, as we described in our cohort, no patient experienced complication related to NIV, meaning that every switch from a

type of ventilation to another can be explained by a significant change in the patient respiratory condition. Finally, the number of patients included is limited but we hypothesize that a larger population should provide some significant and more relevant findings. However, despite those limitations, our study provides some important and innovative data in this field.

## **Conclusion**

The weaning phase represent a large proportion of noninvasive ventilatory support duration in infants with bronchiolitis. The rate of weaning failure was comparable between NIV, CPAP and HFNC and weaning duration was shorter for HFNC as compared to NIV and CPAP. The weaning procedure followed a “step down” strategy (from NIV to CPAP and then HFNC), an approach which may lead to an increase in duration of weaning. Future studies are warranted to define the best weaning strategy and to build protocols for weaning from non-invasive support.

**Table 1. Demographic, clinical and biological characteristics of the population**

Factors	Total n=95	CPAP n=26	NIV n=46	HFNC n=23	p
<b>Demographics</b>					
Male, n (%)	54 (57)	14 (26)	24 (44)	16 (30)	0.36
Age, days, median (IQR 1-3)	47 (24-75)	41 (20-61)	39 (23-61)	61 (43-107)	0.09
Weight, median (IQR 1-3)	4 (4-5)	4 (4-5)	4 (3-5)	5 (4-6)	0.003*
<b>Comorbidities</b>					
Respiratory, n (%)	1 (1)	0 (0)	1 (2)	0 (0)	0.99
Cardiac, n (%)	3 (3)	0 (0)	3 (6)	0 (0)	0.43
Prematurity, n (%)	15 (16)	2 (13)	11 (74)	2 (13)	0.15
<b>Clinical status at admission</b>					
Wang Score, median (IQR 1-3)	9 (7-9)	9 (7-9)	9 (7-9)	9 (7-9)	0.81
m-WCAS, median (IQR 1-3)	7 (6-8)	7 (6-8)	7 (6-8)	7 (6-9)	0.78
SpO <sub>2</sub> , %, median (IQR 1-3)	90 (90-94)	90 (90-92)	90 (85-91)	91 (90-98)	0.02*
Respiratory Rate, breath/min, median (IQR 1-3)	50 (40-60)	47 (36-60)	47 (39-60)	55 (49-60)	0.39
Heart Rate, /min, median (IQR 1-3)	156 (143-170)	155 (145-160)	160 (140-171)	160 (148-170)	0.29
mean arterial pressure, mmHg, median (IQR 1-3)	66 (59-75)	65 (60-74)	63 (55-74)	69 (59-80)	0.24
Body temperature, C°, median (IQR 1-3)	37.2 (36.8-37.9)	37.1 (36.7-37.6)	37.3 (36.8-37.8)	37.4 (36.8-38.1)	0.40
Witnessed apnea, n (%)	13 (14)	0 (0)	11 (24)	2 (9)	< 0.001*
<b>Radiological data at admission</b>					
Abnormal X-Ray, n (%)	52 (55)	11 (21)	28 (54)	13 (25)	0.32
<b>Biological data at admission</b>					
pH, median (IQR 1-3)	7.3 (7.3-7.4)	7.3 (7.1-7.4)	7.3 (7.3-7.4)	7.3 (7.3-7.4)	0.26
PvCO <sub>2</sub> , mmHg, median (IQR 1-3)	53 (47-61)	54 (51-62)	55 (47-62)	50 (37-59)	0.44
RSV, n (%)	81 (89)	24 (92)	42 (91)	15 (65)	0.02*
<b>Other treatments</b>					
Antibiotics, n (%)	37 (39)	4(15)	22 (48)	11 (48)	0.01*
Caffeine, n (%)	18 (19)	2 (8)	14 (30)	2 (9)	0.03*
<b>Outcomes</b>					
Hospital LOS, days, median IQR (1-3)	7 (5-9)	8 (5-9)	7 (5-9)	7 (5-10)	0.94
PICU LOS, hours, median IQR (1-3)	87 (67-116)	77 (65-93)	85 (67-119)	93 (76-124)	0.43
Ventilatory support duration, hours, median IQR (1-3)	70 (54-104)	70 (48-87)	69 (57-104)	72 (51-164)	0.34

Values are median (IQR) or numbers (%)

CPAP: Continuous Positive Airway Pressure; HFNC: High Flow Nasal Cannula; IQR: Interquartile; LOS: Length of stay; NIV: Non-Invasive Ventilation; PICU: Pediatric Intensive Care Unit; RSV: Respiratory Syncytial Virus; m-WCAS: modified Wood's Clinical Asthma Score

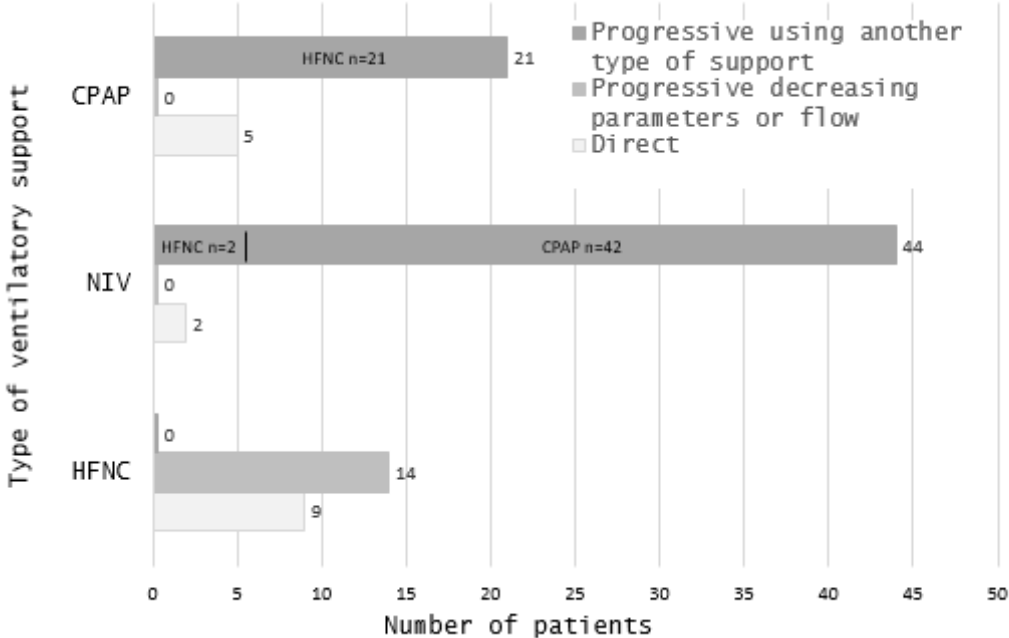
**Table 2. Weaning failure and duration of weaning according to the type of ventilatory support**

<b>Factors</b>	<b>Total n=95</b>	<b>CPAP n=26</b>	<b>NIV n=46</b>	<b>HFNC n=23</b>	<b>p</b>
Delay between admission and weaning initiation, hours, median IQR (1-3)	44 (26-64)	45 (28-64)	35 (20-52)	63 (42-111)	0.009*
Duration of weaning process, hours, median IQR (1-3)	24 (14-45)	24 (14-40)	28 (19-49)	17 (0-26)	0.01*
Weaning failure, n (%)	11 (12)	1 (4)	9 (20)	1 (4)	0.1

Values are median with interquartiles (IQR) or numbers (%)

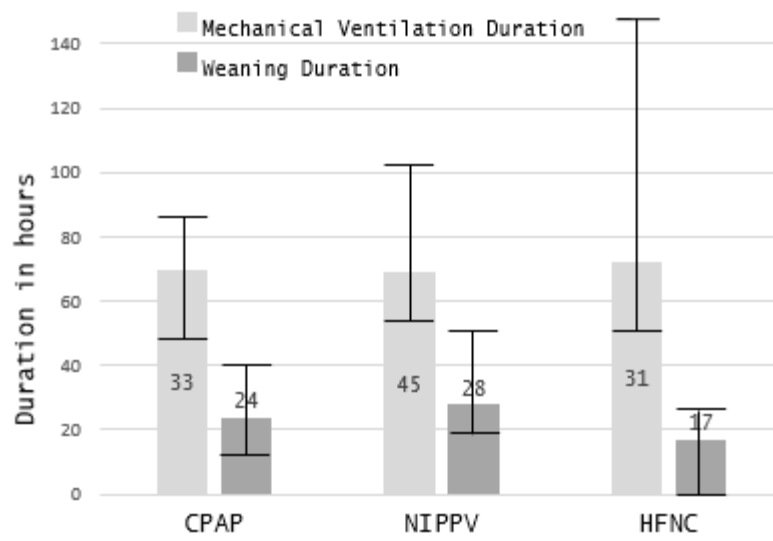
*CPAP: Continuous positive airway pressure; HFNC: High Flow Nasal Cannula; NIV: Noninvasive Ventilation*

**Figure 1. Procedures used for weaning according to the mode of ventilatory support. The line-shaded bars represent the number of patients in whom a direct weaning strategy was used. The light grey bars represent the number of patients in whom a progressive strategy in decrease in parameters was used. The dark grey bars represent the number of patients in whom a progressive strategy using another type of support was used**





**Figure 2. Duration of ventilatory support (light grey) and duration of weaning duration (dark grey) with interquartile**



# **Partie 2 : Implementation and evaluation of a nurse-driven noninvasive ventilation weaning protocol in infants with severe bronchiolitis**

Authors: Julie Cassibba<sup>1</sup>, Marie Chevallier<sup>2</sup>, MD, PhD, Isabelle Pin<sup>1</sup>, MD, Aurélie Alexandre<sup>1</sup>, Alice Fumagalli<sup>1</sup>, RN, Brigitte Fauroux<sup>3,4</sup>, MD, PhD, Guillaume Mortamet<sup>5,6</sup>, MD, PhD

<sup>1</sup> Pediatric Department, Grenoble Alpes University Hospital, Grenoble, France

<sup>2</sup> Neonatology Department, Grenoble Alpes University Hospital, Grenoble, France

<sup>3</sup> Pediatric noninvasive ventilation and sleep unit, AP-HP, Hôpital Necker-Enfants Malades, Paris

<sup>4</sup> Université de Paris, VIFASOM, Paris, France

<sup>5</sup> Inserm U1042 unit, Grenoble Alpes University, Grenoble, France

<sup>6</sup> Pediatric Intensive Care Unit, Grenoble Alpes University Hospital, Grenoble, France

## Résumé

*Contexte* : La ventilation non invasive (VNI) est le traitement de première intention chez les nourrissons atteints d'insuffisance respiratoire aiguë liée à la bronchiolite. Cependant, il y a un manque de données concernant le sevrage de la VNI dans ce contexte.

*Objectif* : Evaluation d'un protocole de sevrage de la ventilation non invasive dirigé par une infirmière.

*Design* : Etude rétrospective, monocentrique menée dans le service de réanimation pédiatrique à Grenoble comparant une période pré versus post mise en place du protocole de sevrage.

*Méthodes* : Analyse des données des nourrissons de moins de 6 mois, ayant un diagnostic clinique de bronchiolite, hospitalisés en réanimation pédiatrique et ventilés par OHD ou VNI.

*Résultats* : Au total, 187 nourrissons (95 pré-protocole et 92 post-protocole) ont été inclus ; l'âge médian était de 47 jours (IQR 24-75) au départ et de 31 jours (19-58) chez les patients admis après la mise en œuvre du protocole. Il n'y a pas de différence en termes d'échec du sevrage entre les deux périodes (11 (12%) versus 14 (15%),  $p = 0.46$ ). Le sevrage se fait plus rapidement en période pré- protocole (à H44 (IQR 29-67) versus H33 (IQR 19-46),  $p=0.001$ ), cependant la durée de ventilation non invasive est plus courte après la mise en place du protocole de sevrage (65 heures (IQR 39-90) versus 70 (IQR 54-104),  $p=0.04$ ). Les durées de séjour à l'unité de soins intensifs et à l'hôpital ne diffèrent pas entre les deux périodes.

*Conclusion* : La mise en œuvre d'un protocole de sevrage VNI piloté par une infirmière chez les patients atteints de bronchiolite est faisable, sûre et non inférieure par rapport à la pratique standard en termes d'échec du sevrage.

## **Abstract**

*Rationale:* Noninvasive ventilation (NIV), including High-Flow Nasal Cannula (HFNC), is the first-line therapy in infants with severe bronchiolitis. However, there is a lack of data regarding weaning from NIV in this setting.

*Working hypothesis:* This study aims to evaluate a nurse-driven discontinuation protocol in this homogenous population.

*Study design:* A retrospective single-center study with pre-versus-post comparative design in a tertiary center.

*Methodology:* Data from all infants aged  $\leq 6$  months admitted to the PICU during 2 seasons with a clinical diagnosis of bronchiolitis and requiring any type of noninvasive ventilatory support (Bilevel Positive Airway Pressure (BiPAP), Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) or HFNC) on admission, were analyzed.

*Main results:* In total, 187 infants (95 with standard and 92 with nurse-driven protocols) were included; the median age was 47 (IQR 24-75) and 31 days (19-58) in patients at baseline and after the protocol implementation, respectively. There was no difference in terms of weaning failure between the two periods (11 (12%) *versus* 14 (15%),  $p=0.46$ ). During the nurse-driven protocol period, discontinuation of the ventilatory support was performed later (at H44 (IQR 29-67) *versus* H33 (IQR 19-46),  $p=0.001$ ), but the total duration of ventilation was shorter than before protocol implementation (65 hours (IQR 39-90) *versus* 70 (IQR 54-104),  $p=0.04$ ). The PICU and hospital lengths of stay did not differ between the two periods.

*Conclusions:* In patients with bronchiolitis supported by NIV, the nurse-driven discontinuation management - as opposed to physician-driven - was not associated with a significantly higher proportion of weaning failure cases.

## Introduction

Acute bronchiolitis is a severe infection involving young children and a leading cause of hospitalization worldwide (19)(20). Since management of severe bronchiolitis is mainly based on mechanical ventilation, most of patients with bronchiolitis-related acute respiratory failure require admission in a Pediatric Intensive Care Unit (PICU) (21). Noninvasive Ventilation (NIV), including both CPAP and BiPAP, is commonly used in infants with severe bronchiolitis (21)(22). HFNC is another type of respiratory support increasingly used in infants with more moderate respiratory failure (23)(24).

Despite the large use of NIV in infants with bronchiolitis, there is a paucity of data regarding weaning procedures and weaning initiation criteria in this population (25). Most of published studies in this field focused on weaning from HFNC in various conditions (17)(26)(27). However, these aspects of ventilatory support are of crucial importance since maintaining a non-necessary ventilatory support may be associated with prolonged hospitalization in PICU and greater health care costs. Nevertheless, premature discontinuation may increase the morbidity and the duration of ventilation (7). Thus, there need to be a balance between ensuring that NIV is not unnecessarily prolonged and protecting infants from weaning failure.

It has been shown that protocolized weaning from invasive mechanical ventilation may be associated with a reduction in duration of mechanical ventilation (28). However, no study has been performed in children supported by any type of NIV. PICU nurses spend more time at the bedside of patients as compared to doctors, especially during night shifts when physicians are responsible for more patients. In facts, effective weaning requires a close collaboration between nurse and physician to screen the patient, chose the appropriate moment and perform an adequate monitoring of the patient after discontinuation. Despite a large variability between European countries, Tume *et al.* reported that nurses have a key role and an influence on ventilation and weaning decisions in critically ill children (29).

We hypothesized that discontinuation of ventilatory support was safe and could be performed earlier when 1/protocolized and when 2/led by nurses in infants with acute viral bronchiolitis supported by any type of non-invasive ventilatory support. In this context, the primary objective of the study was to implement a nurse-driven NIV discontinuation protocol and to report its impact on patients with bronchiolitis.

## Methods

### *Study design*

This single-center retrospective observational study with pre-versus-post comparative design was conducted over two bronchiolitis seasons, from November 2018 to April 2020, in a 16-beds PICU of a tertiary pediatric center. The nurse-to-children ratio was 1:2 or 1:3, 24/7, during this period.

The study compared two bronchiolitis seasons: a first season (2018-2019) during which the infants were weaned according to the routine (doctor-driven) practice of the unit, and a second season (2019-2020) during which the infants were weaned according to the nurse-driven protocol.

The study was approved by the regional research committee (Comité d’Ethique du Centre d’Investigation Clinique de Clermont-Ferrand, France, IRB 5891) and follows the STROBE guidelines. Patients had been informed and non-opposition had been searched before data collection.

### *Study population*

The medical charts of all infants aged  $\leq 6$  months admitted to the PICU during the 2 seasons with a clinical diagnosis of bronchiolitis and requiring any type of ventilatory support, including CPAP, BiPAP or HFNC (with an air flow rate  $> 1$  L/kg/min), on admission, were analyzed. The admission criteria in PICU were left at the discretion of the attending physician without any local protocol. Patients were excluded if 1/they were on long-term CPAP or BiPAP ventilation, 2/they had an underlying cardiac or neuromuscular disease, or 3/they had a pneumothorax on chest radiography performed at admission.

In practice, a step-up ventilator strategy was used according to the increase in patient severity, led by physicians: 1/ HFNC, 2/ CPAP, 3/ BiPAP and 4/ invasive ventilation. The local protocol for ventilatory management is detailed in Supplementary Material. CPAP and BiPAP were performed using an ICU ventilator (Evita XL™, Dräger®, Germany or Servo I™ and U™, Maquet®, Solna, Sweden) with a facial or nasal interface. HFNC was started at a flow rate of 2 L/kg/min with an ICU ventilator (Evita XL™, Draeger®, Germany), or with a specific device (Airvo 2™, Fisher and Paykel®, Auckland, New Zealand). In our center,

HFNC is not used in pediatric wards. Patients did not receive any sedative drug and continuous nasogastric tube feeding was started at least 6 hours after admission. The parents are allowed and encouraged to stay with their child 24/7 in order to reassure their infant.

Demographic (age, sex and comorbidities) and clinical data during the PICU stay were collected. Respiratory comorbidity was defined as any clinically significant neonatal lung disease, such as bronchopulmonary dysplasia. Clinical data at admission were the Pediatric RISK of Mortality score (PRISM), the Wang <sup>14</sup> and the m-WCAS (modified Wood's Clinical Asthma Score) bronchiolitis clinical severity scores <sup>15</sup>, hemodynamic and respiratory parameters, ventilatory mode and settings and medical treatment. Biological data on admission, including venous pH, venous carbon dioxide (PvCO<sub>2</sub>) and ventilatory settings at admission were also gathered. All infants were screened for respiratory syncytial virus (RSV) at admission. The rate of weaning failure, the rate of intubation, the duration of ventilatory support, the duration of the weaning process, and the PICU and hospital lengths of stay were analyzed.

#### *Doctor-driven protocol (first year)*

During the first season (November 2018 to April 2019), the discontinuation of ventilatory support followed the usual doctor-driven protocol and was based on a step-down strategy from BiPAP to CPAP, with the possibility to use HFNC as an intermediate mode of support. The decision to start discontinuation was based on the infant's clinical status. Discontinuation was initiated in a fully awake infant, thus after an adequate sleep period, and preferentially during the day. During the weaning period, the infant was evaluated by the doctor at least every 6 hours, and by the nurse at least every 4 hours. Nurses were allowed to modify the FiO<sub>2</sub> only, and discontinuation initiation was mainly based on the physician's opinion.

#### *Nurse-driven protocol (second year)*

The nurse-driven protocol was implemented during the second season (November 2019 to April 2020). The protocol has been set up by a team comprising a senior pediatric intensivist (GM), a PICU nurse (AF) and a physiotherapist (AA) and was inspired from a

recently published survey (25). The final protocol was approved by all PICU nurses, residents, fellow and senior physicians before its implementation.

The protocol also followed a step-down strategy with an obligatory switch from BiPAP to CPAP or HFNC according to the physician in charge based on the infant's clinical status, for at least 12 hours, and before being included in the nurse-driven protocol. Support-free trial was only allowed once the patient was on CPAP or HFNC. Therefore, the protocol was applied when the patient was on CPAP or HFNC only. The protocol could be carried out at least 12 hours after PICU admission and included a five-step algorithm (Figure 1):

1/the PICU nurse assessed whether the child fulfilled or not the eligibility criteria to start the discontinuation protocol

2/ she/he asked for the doctor's agreement

3/ she/he assessed the presence of all discontinuation criteria ( $SpO_2 \geq 94\%$  with  $FiO_2 \leq 35\%$ , respiratory rate at rest  $\leq 60/\text{min}$ , Wang score at rest  $\leq 7$ , no apnea or bradycardia or discomfort, awake and alert, and normal hemodynamic status, as defined as a normal heart rate, blood pressure and capillary refill time)

4/ discontinuation of the support ventilatory support was carried out and

5/ the nurse assessed hourly the presence of one of the following criteria associated with NIV failure: apneas, bradycardia, sweating, increase in blood pressure, oxygen  $> 1$  L/min for a  $SpO_2 > 94\%$ , an increase of Wang score of more than 2 points, an increase of respiratory rate of more than 20 breath/min).

In case of weaning failure, the nurse restored the previous ventilatory support and informed the attending physician. Eligibility for discontinuation was then reassessed 6 hours later. In case of weaning success, the infant was left without any ventilatory support; low-flow oxygen could be used to maintain a  $SpO_2 > 94\%$ . To be considered as successful, the patient needed to remain free from HFNC/CPAP at least 48 hours. Weaning could be initiated during the day or night, and preferentially after an adequate sleep period.

### *Study Outcomes*

The primary outcome was the rate of weaning failure at the first attempt. In the physician-driven group, the rate of weaning failure within 48 hours after the discontinuation



initiation was defined by the need to switch back to the previous ventilatory support whatever it was (CPAP or HFNC) or need to intubate the patient. The secondary outcomes were:

1/the duration of NIV (recorded to the hour) defined as the time elapsed between the onset of any type of ventilatory support (CPAP or BiPAP or HFNC) and the complete discontinuation of any type of ventilator support (*i.e.* switch in room air or with low-flow oxygen).

2/the duration of NIV (recorded to the hour) excluding time on BiPAP, defined as the time elapsed between the onset of CPAP or HFNC and the complete discontinuation.

3/the duration of the weaning process (recorded to the hour) defined as the time elapsed between the onset of the first decrease in ventilatory mode (excluding BiPAP) or parameters to the complete discontinuation of any type of ventilator support .

4/the PICU and hospital lengths of stay (recorded to the hour for PICU length of stay and to the day for hospital length of stay).

5/ the time to first weaning attempt defined as the time elapsed between the onset of CPAP or HFNC and the first trial of discontinuation.

### *Statistical analysis*

The data of the two cohorts, doctor-driven and nurse-driven, were compared. Descriptive data were presented as number/percentages for categorical data and median values (with interquartile range, IQR) for continuous data. Differences in categorical variables were tested using the Chi-square or Fisher's exact test. Differences in continuous variables were assessed by Mann–Whitney test or analysis of variance test after verification of the eligibility conditions. Linear and logistic regressions were used to assess the difference in outcomes in the two groups after adjusting for cofounders (age and BiPAP use, respectively). P values of less than .05 were considered significant. All statistical analyses were performed using SPSS 26.0 (SPSS, Inc, Chicago, IL).

## Results

### *Characteristics of the patients*

The data of 95 and 92 infants weaned with the doctor-driven protocol and the nurse-driven protocol, respectively, were analyzed (Table 1). No patient was excluded. During the second period, the nurse-driven protocol was followed in all patients. The characteristics of the patients were comparable between the two groups, except for the age, and mode of respiratory support at admission. Indeed, the infants of the nurse-driven protocol were significantly younger (31 (19-58) *versus* 47 (24-75) days,  $p=0.02$ ), with a lower weight (4.1 (3.5-4.8) *versus* 4.3 (3.7-5.2),  $p=0.23$ ), and less use of BiPAP ( $n=28$  (30%) *versus*  $n=46$  (48%),  $p=0.04$ ) as compared to the infants of the doctor-driven protocol. Ventilatory settings at ventilatory support initiation were not significantly different (Table 1).

### *Primary and secondary outcomes*

As shown in Table 2, we found that 11/95 (12%) of cases managed by physicians failed discontinuation *versus* 14/92 (15%) of cases managed by nurses. The nurse-driven discontinuation management - as opposed to physician-driven - was not associated with a significantly higher proportion of weaning failure cases ( $p=0.46$ ). However, discontinuation of the ventilatory support was performed later (at H44 (IQR 29-67) *versus* H33 (IQR 19-46),  $p=0.001$ ) after protocol implementation, while the total duration of ventilation was shorter than before protocol (65 hours (IQR 39-90) *versus* 70 (IQR 54-104),  $p=0.04$ ). The PICU and hospital length of stay were comparable between the two groups. No patient was intubated and no complication related to NIV occurred in any patient. After being adjusted for age and for the prior use of BiPAP, the outcomes did not differ significantly between the 2 groups (Table 2).

## Discussion

Weaning from NIV is of major importance in the management of infants with acute respiratory failure related to bronchiolitis (21). The present study with pre-versus-post design shows that the implementation of a nurse-driven discontinuation protocol for infants with bronchiolitis was not associated with a significantly higher proportion of weaning failure cases as compared to standard practice, *i.e.* a doctor-driven protocol.

A rapid and safe discontinuation of NIV is crucial. As reported by Baudin *et al.*, NIV and HFNC may be associated with complications, including pneumothorax, skin lesions and gastric distension (5). Then, through a reduction in the duration of the weaning process, reducing the duration of ventilator support contributes to discharge patients from PICU earlier. It is therefore important to discontinue the infant from any type of ventilatory support as soon as possible. Surprisingly, we found in the present study that discontinuation was started later in the second period. At the same time, we found that the absolute duration of ventilation was significantly reduced after protocol implementation. Given those findings, the nurse-driven protocol may be considered as efficient and the weaning criteria as appropriate. However, and unfortunately, since we did not find any difference in terms of PICU and hospital length of stay, we cannot conclude that the nurse-driven protocol implementation lead to better outcomes.

To our knowledge, very few studies have analyzed NIV discontinuation in children. Most of them have been conducted in specific populations such as neonates or patients with long-term NIV (15)(30). However, patients with bronchiolitis are very different in terms of age, lung development and respiratory disease. Interestingly, Betters *et al.* described a weaning protocol using a step-down strategy in patients treated by HFNC for various conditions and found a failure rate of 11.5%, which has been supported by more recent data in the same population (17)(27). In a population of patients with bronchiolitis, Peterson *et al.* found that a HFNC management protocol driven by respiratory therapist could be safely implemented in a PICU leading to better outcomes (26). In this interesting study, the protocol was based on Riley Hospital Respiratory Score. However, this score may not be appropriate in young infants with bronchiolitis since that includes respiratory rate and signs of increased work of breathing but not the degree of hypoxia or the presence of apnea.

Recently, our team conducted a survey in PICU physicians that revealed the extreme heterogeneity of NIV weaning practices in infants with bronchiolitis (25). As standard

practice, we used in our unit a step-down strategy using in some patients HFNC as an intermediate mode of support, which represents a high-cost strategy. In the nurse-driven protocol, discontinuation of CPAP was more rapid without the use of HFNC, which was not associated with a higher rate of weaning failure.

In the present study, we chose weaning failure as the primary outcome since it seemed to be clinically relevant. Indeed, weaning failure may largely increase the duration of ventilation and ICU length of stay since the second discontinuation attempt is usually performed at least 6-12 hours later. In addition, the use of ICU length of stay as secondary outcome may be controversial since discharge from ICU does not only depend on the patient's status, but also on beds availability in wards. Unfortunately, readiness for transfer was not collected in our study.

This study presents some limitations that should be highlighted. First, it is a single center study that compared two cohorts on two consecutive years, and not a controlled trial. As a retrospective study, we could not assess nor the safety neither the non-inferiority of the protocol. Indeed, we found that management of weaning by nurses - as opposed to physicians - was not associated with a significantly higher proportion of weaning failure cases but the failure to identify such a difference may be related to sample size, confounding factors and lack of adequate matching. As a retrospective study, there was no assurance that the respiratory support protocol was in facts prescriptive or followed in every patient.

Moreover, we cannot guarantee that physicians were not continuing to give input in the nurse-led epoch. As well, in the physician-led epoch, we cannot guarantee that nurses were active participants and could suggest to the attending physician in charge a change in the type and settings of ventilatory support. As a single-center study, a larger use of a nurse-driven discontinuation protocol warrants a validation in other PICU, including non-university hospitals. In addition, the infants of the nurse-driven protocol were younger and less often treated with BiPAP, which may limit the interpretation of our data. To explain this finding, we hypothesize that the local protocol described in supplementary material (which has been recently implemented and in which the place given to BiPAP is relatively limited) was better applied by the team in the second period.

Despite this bias, which could disadvantage the nurse-driven group, the patients' respiratory outcome was comparable between the two groups. The moment of PICU discharge (morning, afternoon or evening) was not analyzed and neither the satisfaction of the nurses

and the doctors. These two elements may, however, be important for the organization and teamwork in a PICU. Finally, we did not objectively measure the additional workload performed by the nurses during the nurse-driven protocol as compared to the physician-driven protocol.

## **Conclusion**

In conclusion, in patients with bronchiolitis supported by NIV, the nurse-driven discontinuation management - as opposed to physician-driven - was not associated with a significantly higher proportion of weaning failure cases and higher NIV duration. This change in respiratory management seems worth to be evaluated in other types of respiratory failure in children.

**Table 1. Patient characteristics**

Factors	Doctor-driven protocol	Nurse-driven protocol	p
	n=95	n=92	
<b>Demographics</b>			
Male, n (%)	54 (57)	53 (58)	0.92
Age, days, median	47 (24-75)	31 (19-58)	0.02*
Weight, kg, median	4.3 (3.7-5.2)	4.1 (3.5-4.8)	0.23
<b>Mode of respiratory support at admission</b>			
HFNC, n (%)	23 (24)	32 (35)	0.04*
CPAP, n (%)	26 (27)	32 (35)	
BiPAP, n (%)	46 (48)	28 (30)	
<b>Comorbidity</b>			
Respiratory, n (%)	1 (1)	1 (1)	0.97
Prematurity, n (%)	15 (16)	11 (12)	0.45
<b>Clinical status at admission</b>			
Wang score, median	9 (7-9)	8 (7-9)	0.16
m-WCAS, median	7 (6-8)	7 (6-8)	0.87
Respiratory rate, breaths/min, median	50 (40-60)	50 (42-58)	0.85
Heart rate, beats/min, median	156 (143-170)	158 (143-170)	0.68
Mean arterial pressure, mmHg, median	66 (59-75)	69 (63-76)	0.16
Body temperature, C°, median	37.2 (36.8-37.9)	37.0 (36.7-37.5)	0.08
Witnessed apnea, n (%)	26 (27)	26 (28)	0.89
<b>Biological data at admission</b>			
pH, median	7.3 (7.3-7.4)	7.34 (7.30-7.39)	0.73
PvCO <sub>2</sub> , mmHg, median	53 (47-61)	54 (46-59)	0.37
RSV positive, n (%)	81 (85)	86 (93)	0.07
<b>Ventilatory settings at admission</b>			
Flow rate during HFNC, L/kg/min, median	2 (2-2)	2 (2-2)	1.0
PEP during CPAP, cmH <sub>2</sub> O, median	6 (6-7)	6 (6-7)	0.26
PEP during BiPAP, cmH <sub>2</sub> O, median	6 (6-6)	6 (6-6)	0.43
Inspiratory pressure during BiPAP, cmH <sub>2</sub> O, median	5 (4-6)	5 (4-6)	0.98
FiO <sub>2</sub> , median	30 (30-35)	30 (30-35)	0.93
<b>Other treatments</b>			
Antibiotics, n (%)	37 (39)	24 (27)	0.06
Cafeine, n (%)	18 (19)	12 (13)	0.27

Values are given as median with interquartile (IQR) or numbers (%)

*BiPAP: bilevel positive airway pressure; CPAP: continuous positive airway pressure; FiO<sub>2</sub>: inspired fraction of oxygen; HFNC: high flow nasal cannula; PEP: positive expiratory airway pressure; PvCO<sub>2</sub>: partial venous carbon dioxide pressure; RSV: respiratory syncytial virus; SpO<sub>2</sub>: oxygen saturation; m-WCAS: modified Wood's clinical asthma score*



**Table 2. Patients' outcome**

Factors	Doctor-driven Protocol			Nurse-driven protocol			p*
	Total n=95	HFNC group n=27	CPAP group n=68	Total n=92	HFNC group n=37	CPAP group n=55	
Weaning failure, n (%)	11 (12)	3 (11)	8 (12)	14 (15)	7 (19)	7 (13)	0.46
Time to first weaning attempt, hours, median	33 (19-46)	44 (25-48)	32 (18-44)	44 (29-67)	41 (26-77)	44 (33-58)	0.001**
Weaning process duration, hours, median	39 (18-64)	22 (9-67)	41 (24-59)	24 (0-60)	25 (0-73)	24 (3-50)	0.01**
Ventilatory support duration, hours, median	70 (54-104)	68 (56-114)	70 (55-100)	65 (39-90)	67 (44-109)	62 (33-90)	0.04**
Ventilatory support duration excluding time on BiPAP, hours, median	53 (37-81)	66 (50-102)	48 (29-76)	55 (28-81)	66 (42-89)	43 (23-77)	0.46
PICU LOS, hours, median	87 (67-116)	88 (68-120)	84 (67-102)	88 (54-109)	94 (52-120)	85 (58-104)	0.25
Hospital LOS, days, median	7 (5-9)	7 (5-9)	7 (5-9)	7 (6-9)	7 (5-9)	7 (5-9)	0.21

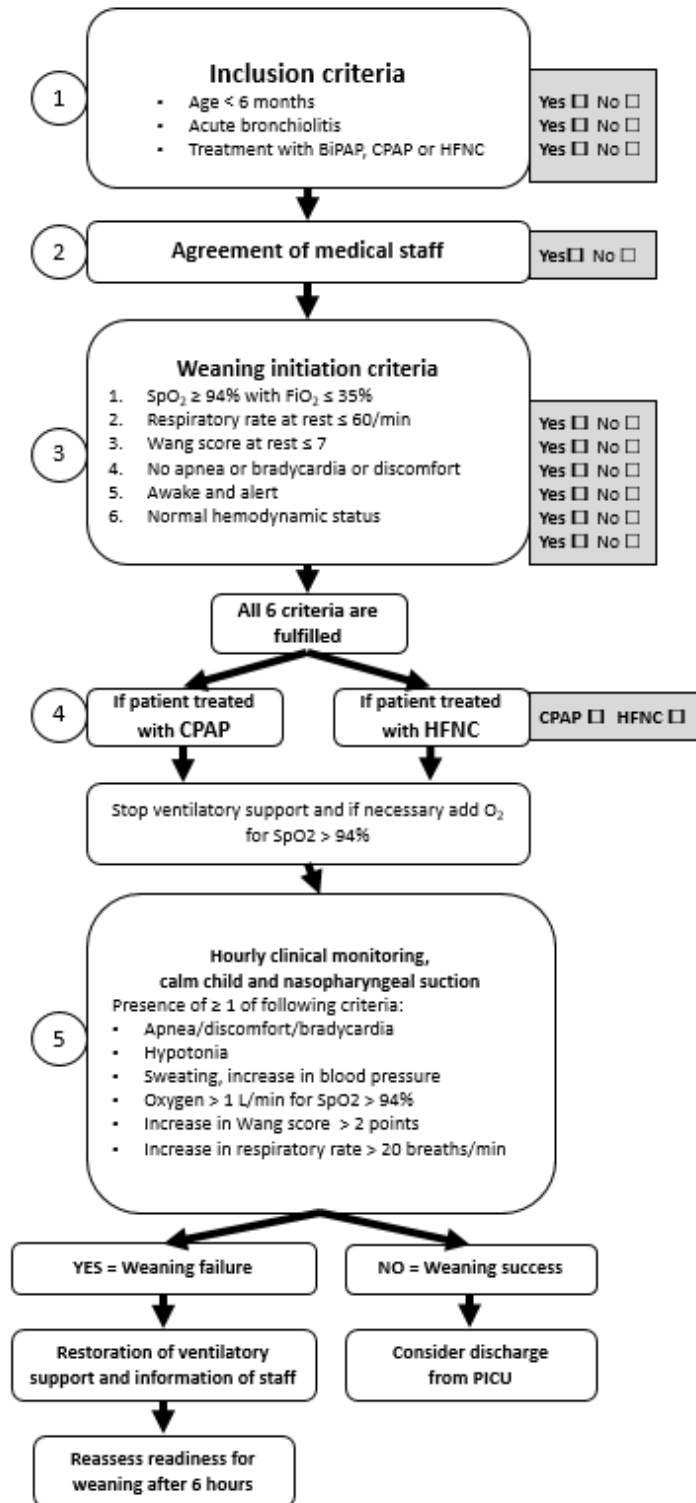
Values are given as median with interquartile (IQR) or numbers (%)

\*from comparison between doctor-driven and nurse-driven protocol

\*\*significant

*BiPAP: Bilevel Positive Airway Pressure; LOS: length of stay; PICU: pediatric intensive care unit*

**Figure 1. Nurse-driven weaning protocol.**



CPAP: Continuous positive airway ventilation; HFNC: High-Flow Nasal Cannula; PICU: Pediatric intensive care unit

## Discussion générale

Le sevrage de la ventilation non invasive est d'une importance majeure dans la prise en charge des nourrissons atteints d'insuffisance respiratoire aiguë liée à la bronchiolite. Notre étude est originale dans le sens où elle est une des premières à décrire le sevrage pour un support ventilatoire non invasive chez les enfants atteints d'une bronchiolite sévère. La première étape sur l'analyse des pratiques standards dans notre service de réanimation pédiatrique à Grenoble a permis de démontrer que le taux d'échec du sevrage est comparable entre la VNI, la PPC et l'OHD, que la durée de sevrage est plus courte pour les patients en OHD initialement par rapport à ceux en VNI ou en PPC, et que le sevrage progressif a été observé pour 97% des nourrissons sous VNI et 81% sous PPC par rapport à ceux ventilés par OHD ou aucun n'a eu de sevrage progressif. La deuxième analyse permettant de comparer les pratiques standards et la mise en place d'un protocole de sevrage dirigé par les infirmières a permis de démontrer qu'il n'y a pas plus d'échec de sevrage entre les périodes pré et post protocole. De plus après mise en place du protocole de sevrage la durée de ventilation non invasive est de plus courte durée.

En effet des études sur le sevrage ont été menées pour des populations très particulières que sont les prématurés. Les publications sur le sevrage sont plus nombreuses, Todd *et al* ainsi que Rastogi *et al* ont défini des critères d'initiations du sevrage et d'échec pour la PPC. Les stratégies de sevrage prises en compte sont similaires à celle que nous avons étudiées : directes, progressives, la diminution des paramètres ventilatoires et un processus avec des plages d'arrêt du support ventilatoire croissante que nous n'avons pas étudié car trop contraignant et demandant du personnel supplémentaire (10)(11). Better *et al* ont proposé un protocole de sevrage pour l'OHD basé sur un score clinique. Le sevrage est soit direct, soit une baisse des paramètres ventilatoires. Cependant ni ce score ni le protocole n'ont été validés par d'autres équipes (17). Chez les adultes également très peu d'études sont disponibles, la majorité décrit le sevrage de la ventilation invasive.

Les limites de notre travail sont les suivantes : nous avons mené une étude monocentrique, descriptive, de faible puissance. Il existe une grande hétérogénéité dans la mise en place du support ventilatoire car à Grenoble actuellement il n'y pas de protocole local pour la mise en place d'une ventilation non invasive. La définition du sevrage peut être controversée puisque tout passage d'un type de ventilation à un autre ne peut pas être considéré comme le début du sevrage. Cependant, comme nous l'avons décrit dans notre

cohorte, aucun patient n'a connu de complication liée à la VNI, ce qui signifie que chaque passage d'un type de ventilation à un autre peut être expliqué par un changement significatif de l'état respiratoire du patient.

Il existe une différence entre nos deux populations pré et post protocole, avec des enfants plus jeunes et une utilisation moindre de la BiPAP. Pour expliquer ce résultat, nous émettons l'hypothèse que le protocole local décrit dans le matériel supplémentaire (qui a été récemment mis en œuvre et dans lequel la place accordée à la BiPAP est relativement limitée) a été mieux appliqué par l'équipe dans la deuxième période. Malgré ce biais, qui pourrait défavoriser le groupe post-protocole, le résultat respiratoire des patients est comparable entre les deux groupes. De plus après la mise en place du protocole nous n'avons pas évalué la charge de travail pour les infirmières, leur part active dans le projet ainsi que la satisfaction des infirmières et des médecins ce qui nous aurait permis d'améliorer le protocole et d'obtenir une meilleure coopération.

Le sevrage de la ventilation non invasive est donc une question clef et un enjeu de taille. En effet la mise en place d'un support ventilatoire n'est pas sans danger pour l'enfant, il indéniablement nécessaire à sa guérison mais peut également entraîner des complications : brûlures, lésions cutanées, pneumothorax, infections nosocomiales (5)(6). En effet, la réussite d'un sevrage permet une diminution de la durée d'hospitalisation en réanimation pédiatrique, de la durée d'hospitalisation totale et donc une baisse des coûts mais également la réduction du temps de séparation parents enfants qui n'est pas négligeables car les enfants atteints de bronchiolites sont des nourrissons pour la plupart de moins de 12 mois qui ont besoin du contact avec leurs parents et qui sont pour la majorité allaités.

## Conclusion générale

Nous avons mené une étude observationnelle rétrospective de novembre 2018 à Avril 2020. Notre objectif était d'évaluer la mise en place d'un protocole infirmier de sevrage de la ventilation non invasive chez les nourrissons atteints de bronchiolites sévères hospitalisés dans le service de réanimation pédiatrique du CHU de Grenoble.

Lors de la première période pré-protocole nous avons inclus 95 nourrissons, 27 étaient ventilés initialement par OHD et 68 en PPC. La stratégie de sevrage la plus utilisée était une stratégie de décroissance : soit une baisse du débit pour les nourrissons ventilés par OHD ou bien un passage de la PPC à l'OHD puis arrêt du support de ventilation non invasive pour ceux ventilés en PPC initialement. Nous n'avons pas montré une différence d'échec entre le sevrage progressif et direct. De plus nous n'avons pas mis en évidence de différence significative pour la durée hospitalisation entre les 2 stratégies.

Lors de la deuxième période, après la mise en place du protocole nous avons inclus en plus 92 nourrissons (32 étaient ventilés en OHD et 32 par PPC) soit un total de 187 sur les deux périodes. Le sevrage se faisait plus rapidement en période pré protocole (à H44 (IQR 29-67) *versus* H33 (IQR 19-46),  $p=0.001$ ), cependant la durée de ventilation non invasive était plus courte après la mise en place du protocole de sevrage (65 heures (IQR 39-90) *versus* 70 (IQR 54-104),  $p=0.04$ ). Les durées de séjour à l'unité de soins intensifs et à l'hôpital ne différaient pas entre les deux périodes. La mise en œuvre d'un protocole de sevrage VNI piloté par une infirmière chez les patients atteints de bronchiolite est faisable, sûre et non inférieure par rapport à la pratique standard en termes d'échec du sevrage.

Un sevrage plus direct de la PPC et de la VNI n'est pas associé à un taux d'échec plus important et donc permettrait de réduire le temps d'hospitalisation et donc les coûts que cela engendre. La mise en place d'un protocole de sevrage dirigé par les infirmières permettra d'homogénéiser les pratiques. Des études futures sont nécessaires pour trouver la meilleure stratégie de sevrage et à terme permettre d'utiliser cette dernière chez tous les enfants atteints d'insuffisance respiratoire aigüe.

CONCLUSION  
(Annexe 4)

THÈSE SOUTENUE PAR : JULIE CASSIBBA

TITRE : EVALUATION D'UN PROTOCOLE DE SEVRAGE DE LA VENTILATION NON INVASIVE DANS LA BRONCHIOLITE AIGUE DU NOURRISSON

CONCLUSION :

Nous avons mené une étude observationnelle rétrospective de novembre 2018 à Avril 2020. Notre objectif était d'évaluer la mise en place d'un protocole infirmier de sevrage de la ventilation non invasive chez les nourrissons atteints de bronchiolites sévères hospitalisés dans le service de réanimation pédiatrique du CHU de Grenoble.

Lors de la première période pré-protocole nous avons inclus 95 nourrissons, 27 étaient ventilés initialement par OHD et 68 en PPC. La stratégie de sevrage la plus utilisée était une stratégie de décroissance : soit une baisse du débit pour les nourrissons ventilés par OHD ou bien un passage de la PPC à l'OHD puis arrêt du support de ventilation non invasive pour ceux ventilés en PPC initialement. Nous n'avons pas montré une différence d'échec entre le sevrage progressif et direct. De plus nous n'avons pas mis en évidence de différence significative pour la durée hospitalisation entre les 2 stratégies.

Lors de la deuxième période, après la mise en place du protocole nous avons inclus en plus 92 nourrissons (32 étaient ventilés en OHD et 32 par PPC) soit un total de 187 sur les deux périodes. Le sevrage se faisait plus rapidement en période pré protocole (à H44 (IQR 29-67) versus H33 (IQR 19-46),  $p=0.001$ ), cependant la durée de ventilation non invasive était plus courte après la mise en place du protocole de sevrage (65 heures (IQR 39-90) versus 70 (IQR 54-104),  $p=0.04$ ). Les durées de séjour à l'unité de soins intensifs et à l'hôpital ne différaient pas entre les deux périodes. La mise en œuvre d'un protocole de sevrage VNI piloté par une infirmière chez les patients atteints de bronchiolite est faisable, sûre et non inférieure par rapport à la pratique standard en termes d'échec du sevrage.

Un sevrage plus direct de la PPC et de la VNI n'est pas associé à un taux d'échec plus important et donc permettrait de réduire le temps d'hospitalisation et donc les couts que cela engendre. La mise en place d'un protocole de sevrage dirigé par les infirmières permettra d'homogénéiser les pratiques. Des études futures sont nécessaires pour trouver la meilleure stratégie de sevrage et à terme permettre d'utiliser cette dernière chez tous les enfants atteints d'insuffisance respiratoire aigüe.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER  
Grenoble, le :

LE DOYEN

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE



Pr. Thierry Debillon

Service des thèses : [medecine-these@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:medecine-these@univ-grenoble-alpes.fr)

## Bibliographie

1. Shi T, McAllister DA, O'Brien KL, Simoes EAF, Madhi SA, Gessner BD, et al. Global, regional, and national disease burden estimates of acute lower respiratory infections due to respiratory syncytial virus in young children in 2015: a systematic review and modelling study. *Lancet Lond Engl.* 2 sept 2017;390(10098):946-58.
2. Ralston SL, Lieberthal AS, Meissner HC, Alverson BK, Baley JE, Gadomski AM, et al. Clinical practice guideline: the diagnosis, management, and prevention of bronchiolitis. *Pediatrics.* nov 2014;134(5):e1474-1502.
3. Essouri S, Durand P, Chevret L, Balu L, Devictor D, Fauroux B, et al. Optimal level of nasal continuous positive airway pressure in severe viral bronchiolitis. *Intensive Care Med.* déc 2011;37(12):2002-7.
4. Milési C, Baleine J, Matecki S, Durand S, Combes C, Novais ARB, et al. Is treatment with a high flow nasal cannula effective in acute viral bronchiolitis? A physiologic study. *Intensive Care Med.* juin 2013;39(6):1088-94.
5. Baudin F, Gagnon S, Crulli B, Proulx F, Jovet P, Emeriaud G. Modalities and Complications Associated With the Use of High-Flow Nasal Cannula: Experience in a Pediatric ICU. *Respir Care.* oct 2016;61(10):1305-10.
6. Carron M, Freo U, BaHammam AS, Dellweg D, Guarracino F, Cosentini R, et al. Complications of non-invasive ventilation techniques: a comprehensive qualitative review of randomized trials. *Br J Anaesth.* juin 2013;110(6):896-914.
7. Amatya S, Rastogi D, Bhutada A, Rastogi S. Weaning of nasal CPAP in preterm infants: who, when and how? a systematic review of the literature. *World J Pediatr WJP.* févr 2015;11(1):7-13.
8. Dohna-Schwake C, Stehling F, Tschiedel E, Wallot M, Mellies U. Non-invasive ventilation on a pediatric intensive care unit: feasibility, efficacy, and predictors of success. *Pediatr Pulmonol.* nov 2011;46(11):1114-20.
9. Bradshaw ML, Déragon A, Puligandla P, Emeriaud G, Canakis A-M, Fontela PS. Treatment of severe bronchiolitis: A survey of Canadian pediatric intensivists. *Pediatr Pulmonol.* mai 2018;53(5):613-8.
10. Todd DA, Wright A, Broom M, Chauhan M, Meskill S, Cameron C, et al. Methods of weaning preterm babies <30 weeks gestation off CPAP: a multicentre randomised controlled trial. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* juill 2012;97(4):F236-240.
11. Rastogi S, Wong W, Gupta A, Bhutada A, Deepa Rastogi, Maimonides Neonatal Group null. Gradual versus sudden weaning from nasal CPAP in preterm infants: a pilot randomized controlled trial. *Respir Care.* mars 2013;58(3):511-6.
12. Kaiser SV, Bakel L-A, Okumura MJ, Auerbach AD, Rosenthal J, Cabana MD. Risk Factors for Prolonged Length of Stay or Complications During Pediatric Respiratory Hospitalizations. *Hosp Pediatr.* sept 2015;5(9):461-73.
13. Tang J, Reid S, Lutz T, Malcolm G, Oliver S, Osborn DA. Randomised controlled trial of weaning strategies for preterm infants on nasal continuous positive airway pressure. *BMC Pediatr.* 7 oct 2015;15:147.
14. Farley RC, Hough JL, Jardine LA. Strategies for the discontinuation of humidified high flow nasal cannula (HHFNC) in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 4 juin 2015;(6):CD011079.
15. Soonsawad S, Tongsaawang N, Nuntnarumit P. Heated Humidified High-Flow Nasal Cannula for Weaning from Continuous Positive Airway Pressure in Preterm Infants: A Randomized Controlled Trial. *Neonatology.* 2016;110(3):204-9.
16. Rastogi S, Rajasekhar H, Gupta A, Bhutada A, Rastogi D, Wung J-T. Factors Affecting the Weaning from Nasal CPAP in Preterm Neonates. *Int J Pediatr.* 2012;2012:416073.

17. Betterts KA, Hebbar KB, McCracken C, Heitz D, Sparacino S, Petrillo T. A Novel Weaning Protocol for High-Flow Nasal Cannula in the PICU. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* juill 2017;18(7):e274-80.
18. Mayordomo-Colunga J, Pons-Òdena M, Medina A, Rey C, Milesi C, Kallio M, et al. Non-invasive ventilation practices in children across Europe. *Pediatr Pulmonol.* août 2018;53(8):1107-14.
19. Green CA, Yeates D, Goldacre A, Sande C, Parslow RC, McShane P, et al. Admission to hospital for bronchiolitis in England: trends over five decades, geographical variation and association with perinatal characteristics and subsequent asthma. *Arch Dis Child.* févr 2016;101(2):140-6.
20. Fauroux B, Hascoët J-M, Jarreau P-H, Magny J-F, Rozé J-C, Saliba E, et al. Risk factors for bronchiolitis hospitalization in infants: A French nationwide retrospective cohort study over four consecutive seasons (2009-2013). *PLoS One.* 2020;15(3):e0229766.
21. Clayton JA, McKee B, Slain KN, Rotta AT, Shein SL. Outcomes of Children With Bronchiolitis Treated With High-Flow Nasal Cannula or Noninvasive Positive Pressure Ventilation. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* févr 2019;20(2):128-35.
22. 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 J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* nov 2012;13(6):e343-349.
23. Milési C, Essouri S, Pouyau R, Liet J-M, Afanetti M, Portefaix A, et al. High flow nasal cannula (HFNC) versus nasal continuous positive airway pressure (nCPAP) for the initial respiratory management of acute viral bronchiolitis in young infants: a multicenter randomized controlled trial (TRAMONTANE study). *Intensive Care Med.* févr 2017;43(2):209-16.
24. Hough JL, Pham TMT, Schibler A. Physiologic effect of high-flow nasal cannula in infants with bronchiolitis. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* juin 2014;15(5):e214-219.
25. Suzanne M, Amaddeo A, Pin I, Milési C, Mortamet G. Weaning from noninvasive ventilation and high flow nasal cannula in bronchiolitis: A survey of practice. *Pediatr Pulmonol.* nov 2020;55(11):3104-9.
26. Peterson RJ, Hassumani DO, Hole AJ, Slaven JE, Tori AJ, Abu-Sultaneh S. Implementation of a High-Flow Nasal Cannula Management Protocol in the Pediatric ICU. *Respir Care.* avr 2021;66(4):591-9.
27. Wisner RK, Smith AC, Khallouq BB, Chen JG. A pediatric high-flow nasal cannula protocol standardizes initial flow and expedites weaning. *Pediatr Pulmonol.* mai 2021;56(5):1189-97.
28. Foronda FK, Troster EJ, Farias JA, Barbas CS, Ferraro AA, Faria LS, et al. The impact of daily evaluation and spontaneous breathing test on the duration of pediatric mechanical ventilation: a randomized controlled trial. *Crit Care Med.* nov 2011;39(11):2526-33.
29. Tume LN, Kneyber MCJ, Blackwood B, Rose L. Mechanical Ventilation, Weaning Practices, and Decision Making in European PICUs. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* avr 2017;18(4):e182-8.
30. Mastouri M, Amaddeo A, Griffon L, Frapin A, Touil S, Ramirez A, et al. Weaning from long term continuous positive airway pressure or noninvasive ventilation in children. *Pediatr Pulmonol.* oct 2017;52(10):1349-54.



# Le serment d'Hippocrate

Texte revu par l'Ordre des médecins en 2012

“ **Au moment d'être admis(e) 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.

Admis(e) 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 déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque. ”