نتائج تطبيق التهوية الآلية غير الغازية لدى مرضى القصور التنفسي الحاد في وحدة العناية المشددة عند الأطفال

هدى داؤد*

الملخص

خلفية البحث وهدفه: التهوية الآلية غير الغازية هي طريقة في دعم التهوية لدى المرضى باستخدام قناع وجهي أو أنفي دون الحاجة للتنبيب الرغامي. أفضل ما تطبق التهوية الآلية غير الغازية في القصور التنفسي الحاد الناتج عن نوبات الربو الحادة، الوذمة الرئوية الحادة قلبية المنشأ، التهاب القصيبات الشعرية، وذوات الرئة كما تفيد بعد نزع التنبيب الرغامي كأسلوب دعم حتى الوصول إلى التنفس العفوي.

هدف البحث نتائج تطبيق التهوية الآلية غير الغازية لدى مرضى القصور التنفسي الحاد في وحدة العناية المشددة عند الأطفال

مواد البحث وطرائقه: دراسة وصفية -حشدية مستقبلية حيث تم متابعة المرضى من بدء تطبيق التهوية الآلية غير الغازية حتى الانتهاء، وجمع المعطيات من حيث العمر والجنس والتشخيص وعدد مرات التنفس وغازات الدم وعيارات جهاز التهوية في الساعة (0,2,4,6,12,24,48). والمقارنة بين المجموعة التي نجحت والمجموعة التي لم تنجح.

النتائج: شملت الدراسة 32 مريضاً 59% منهم ذكور مقابل 41% إناث، 12 حالة بعمر أقل من سنة و20حالة بعمر أكبر من سنة، 10 حالات التهاب قصيبات شعرية مع 5 حالات ربو و16 حالة ذات قصبات ورئة، وحالة وذمة رئة، بلغت عدد حالات النجاح 25 حالة (10 حالات التهاب قصيبات شعرية و5 حالات ربو و10حالات ذات قصبات ورئة) مع 7 حالات فاشلة (6 حالات ذات قصبات ورئة وحالة وذمة الرئة). نقص واضح في معدل عدد مرات التنفس وعدد ضربات القلب بعد ست ساعات من التطبيق مع تحسن واضح في غازات الدم في مجموعة النجاح.

الاستنتاج: أهمية التهوية الآلية غير الغازية في تدبير حالات القصور التنفسي الحاد وخاصة لدى مرضى الربو والتهاب القصيبات الشعرية مع التقليل من الحاجة للتهوية الغازية واختلاطاتها.

الكلمات المفتاحية: التهوية الغير الغازية، القصور التنفسي.

* قسم الأطفال – اختصاصية في أمراض العناية المشددة عند الأطفال– مدرس في كلية الطب البشري– جامعة دمشق.

Results of application non-invasive mechanical ventilation in acute respiratory failure patients in pediatric intensive care unit

Huda Daood*

Abstract

Background & Aim: non invasive ventilation is a method to support ventilate in patients with using facel or nasal mask without tracheal intubation.non invasive ventilation is the best used in acute respiratory failure that cuased by acute asthma attacks and broncholities and pneumonia.it is also useful after extubation as support methods until patients stabilized.

This study aim to Results of application non-invasive mechanical ventilation in acute respiratory failure patients in pediatric intensive care unit .

Materials & Methods: cohort observed prospect study, we controlled patients who used non invasive ventilation from onset of ventilation to complete it . we collect data about (sex, age, respiratory rate, blood gases, and ventilation level in (0,2,4,6,12,24,48)hours, and comparison between two groups which successful and failed.

Finding: the study included 32 patients (59% male ,41% female), 12 cases were less than one year old , and 20 cases were more than one years old. Cases were divided as (10 bronchiolitis , 5 asthma , 16 , 1 pulmonary edema). Cases were succeed 25 cases(10 cases were bronchiolitis , 5 cases were asthma , 10 cases were bronchopneumonia and failed 7 cases (7 cases were bronchopneumonia and one case was pulmonary edema). We found a remarkable improvement in respiratory rate , heart rate and blood gases after six hours of applying .

Conclusion: the importance of non invasive ventilation in treatment of acute respiratory failure especially in asthma and bronchiolitis patients with reduce invasive ventilation and complication that caused from it ..

Key words: non invasive ventilation , respiratory failure

* Pediatric Department - Specialist in Pediatric Intensive Care Diseases - assistant professor at the Faculty of Human Medicine - Damascus University .

المقدمة:

إن استخدام التهوية الآلية غير الغازية لمعالجة القصور التنفسي الحاد والمزمن توسع كثيرا في العقدين الماضيين، إن التزامن بين الجهاز والمريض وارتياح المريض له يصبح سهل التحقيق عندما تكون ميزات الجهاز التقنية مفهومة بشكل جيد ،ومنه فإن اختيار الجهاز المناسب أمر حاسم في النتائج.[1,2,3]

إن التهوية الآلية غير الغازية تقلل المجهود التنفسي وتحسن التهوية السنخية والتبادل الغازي وتقلل الحاجة للمركنات وتجنب اختلاطات التنبيب الرغامي وتحافظ على وظائف الكلام والبلع سليمة مع بقاء المريض بحالة صحو وتفاعل مع المحيط، إن تطبيق ضغط إيجابي أثناء الزفير يقلل المجهود التنفسي من معالجة Auto peep الذي يكون موجودا عادة لدى هؤلاء المرضى.[2,3,4]

المعدات اللازمة لإنجاز التهوية الآلية غير الغازية:[4,5,6]

- مصدر للغاز من غاز طبيعي مضغوط أو مولد مضخة كهربائية.
- مزود أوكسجين بضغط منخفض أو عالي قابل للتعديل مع مزج مع الغاز واتصال بالجهاز بمستوى الدارة أو القناع.
- دارة وحيدة أو ثنائية حسب نظام التهوية المتبع
- حساس شهيقي قابل للتعديل قد يكون حساس جريان أو حجم أو ضغط أو مختلط.
- دورة زفيريه معتمدة على حساس زمن أو جريان.
- نظام. Back up
- معاوضة التسريب.
- جهاز مناطرة بمخططات بشكل شاشة.
- نظام تهوية للجهاز قد يكون. (Psv-Pav-Vcv-Pcv)
- الوجيهة وتكون قناع وجه أو قناع أنف أو قناع فم أو خوذة.

التركين في التهوية الآلية غير الغازية:[4,5]

*عند المرضى الحرجين فإن التهوية الآلية غير الغازية لها احتمال كبير بالفشل في حال عدم ارتياح المريض ورفضه الاستمرار بها.

*ان تحقيق راحة المريض أساسي في زيادة احتمالية النجاح بتطبيق التهوية الألية غير الغازية

*يتم استخدام التركين بمشتقات المورفين والميدازولام لزيادة ارتياح وتحمل المريض . *اظهرت الدراسات أن التركين قد تم تطبيقه في 25 % من المرضى الموضوعين على تهوية الية غير غازية .

الخلاصة أن تركين ينقص من فشل التهوية غير الغازية شريطة تطبيقه من قبل خبير.

اختلاطات التهوية الالية غير الغازية:

اختلاطات الوجيهة :[7,8,9]

* وذمة الطرف العلوي وخثار الطرف العلوي:

عود تنفس ثاني أوكسيد الكربون

رهاب الأماكن المغلقة

*عدم الارتياح : يتظاهر بإحساس غير مريح متعلق بقيم الضغط أو الأدوات المستخدمة رهاب الأماكن المغلقة

*سوء الوظيفة الميكانيكي

*تقرح جسر الأنف

*الضجة تحدث ضمن الخوذة وتزيد من عدم ارتياح المريض.

* عدم التزامن مع الجهاز

اختلاطات الجريان والضغط :

*التسريب عبر الدارة : يكون عبر الفم أو حول القناع أو من الخوذة. الأهم عبر الوصلة الفموية.

التسريب الخفيف والمتوسط يمكن معاوضته في التهوية مضبوطة الحجم أما التسريب العالي لا يمكن معاوضته.

أما في التهوية مضبوطة الضغط فأنظمتها تسمح بالمعاوضة أكثر .

*احتقان وجفاف الأنف والفم:

يحدث هذا الاختلاط بسبب الجريان العالي، يمكن للترطيب أن يخفف من الحدوث.

*تمدد المعدة : سجل في 50 % من الحالات.

*إن تجنب رفع الضغط الداعم فوق قيمة 20 سم ماء ضروري لتجنب هذه الاختلاطات

اختلاطات متعلقة بالمريض:

* ذات رئة استنشاقية : تحدث عند 5 % من المرضى.

*اختلاطات متعلقة بالمريض: الرض الضغطي فرط انتفاخ الأسناخ ونفاخ الرئة الخلالي والريح المنصفية والريح تحت الجلد وريح الصدر وريح البريتوان قد تحدث بشكل أقل منه في التهوية الغازية.

*تأثير هيموديناميكي: قليل الحدوث في المقارنة بالتهوية الغازية، هبوط الضغط الانقباضي والبطاءة القلبية وتوسع الأوعية المحيطية تعتبر غير هامة. تأثيرها على نتاج القلب غير هام. تحدث أكثر لدى المرضى بارتفاع الضغط ونقص الحجم الوعائي.

(إن الضغوط الشهيقية من 11 إلى 12 سم ماء والزفيرية من 4 إلى 5 سم ماء تعتبر آمنة.)

استطبابات التهوية غير الغازية:[10,11]

القصور التنفسي الحاد :

أذيات الرئة الحادة

الوذمة الرئوية قلبية المنشأ.

ذات الرئة .

أمراض الطرق التنفسية السفلية الحادة :

الربو الحاد.

التهاب القصيبات الشعرية.

سهولة الفطام عن التهوية وسحب التنبيب.

تجنب التنبيب في بعض الحالات:

الداء الكيسي اليفي.

شذوذات جدار الصدر والعمود الفقري.

أمراض الجملة العصبية.

مضادات الاستطباب لتطبيق التهوية الآلية غير الغازية :

المطلقة : [10,11,12]

الحاجة الى التنبيب الإسعافي.

سبات أو شلل بصلي شديد، رضوض الوجه.

انسداد طريق تنفسي علوي.

عدم استقرار دوراني شديد.

مضادات الاستطباب النسبية :

تخليط ذهني.

شلل بصلي متوسط

احتشاء غير مستقر أو احتشاء عضلة قلبية.

ضعف منعكس السعال.

تشوه بالوجه.

جراحات المعدة والمري.

العوامل التي تنبئ بنجاح التهوية الآلية غير الغازية عند مرضى القصور التنفسي الحاد: [13,14]

1. الحالة أو المحرض المطلق للقصور التنفسي الحاد كان خفيفا نسبيا .
2. مستوى عالي من التناسق بين المريض وجهاز التهوية، تكيف مثالي مع المريض من حيث الحجم.
3. تحسن عدد ضربات القلب ومرات التنفس في أول ساعتين من التطبيق.
4. تحسن غازات الدم مع المحافظة على قيم كالتالي:

Paco2بين 45 و 55 ملم زئبقي

Phالدم بين 7.25 و7.35

Pao2 / fio2 > 150 [32]

العلامة الأساسية لنجاح التهوية الآلية غير الغازية هو تناقص عدد مرات التنفس في الدقيقة RR

هدف البحث:

تحديد نتائج تطبيق التهوية الآلية غير الغازية كخط دعم تنفسي جديد لدى مرضى وحدة العناية المشددة عند الأطفال.

تصميم البحث وطرائقه:

تصميم الدراسة: دراسة وصفية من نمط حشدية cohort حشدية مستقبلية حيث تم متابعة المرضى من بدء تطبيق التهوية الآلية غير الغازية حتى الانتهاء.

مكان وزمان الدراسة : مستشفى الأطفال الجامعي بدمشق من تاريخ 2015/1/1م ولغاية 20196/12/31 م.

جمهرة الدراسة : متابعة المرضى الموضوعين على التهوية الآلية غير الغازية بسبب قصور تنفسي حاد خلال الفترة من 2015/1/1 م ولغاية 2016/12/31م.

طريقة الدراسة:

تم اعتماد استمارة مريض لمتابعة نتائج تطبيق التهوية الآلية غير الغازية عند مرضى العناية المشددة في مشفى الأطفال من تاريخ2015/1/1ولغاية 2016/12/31م تم الحصول على المعلومات من الفحص السريري والإجراءات المخبرية والشعاعية المجراة مع أخذ المعلومات التالية:

شكوى القبول، التشخيص المبدئي، الجهد التنفسي، عدد مرات التنفس، نظم القلب، غازات الدم، صورة الصدر، العيارات المطبقة حيث سيتم متابعة المرضى عند بدء التطبيق وعبر الزمن في الساعات1–2–6–12–24– ساعة من التطبيق، المدة الزمنية للتطبيق، نتائج التطبيق حيث يحدد الفشل بالحاجة لتنبيب الطفل والنجاح بتحسن الطفل دون الحاجة لتنبيبه.

تحليل البيانات:

سوف يتم جمع البيانات وترتيبها واستخدام برنامج SPSS لتحليل البيانات وحساب المعدل الوسطي وحساب p-value لبيان وجود فارق إحصائي بين مجموعات الفشل والنجاح باستخدام الاختبارات الإحصائية المناسبة(اختبار fisher test , wilcoxon test).

البيانات التي تم جمعها شكوى القبول، التشخيص المبدئي، الجهد التنفسي، معدل حركات التنفس، معدل ضربات القلب، غازات الدم، صورة الصدر، عيارات جهاز التهوية وذلك عند البدء بالتطبيق وبعد 2–4–6–12–24 ساعة من التطبيق والمدة الزمنية للتطبيق ومقارنة هذه المعطيات بين مجموعة المرضى الذين نجح التطبيق لديهم والمرضى الذين فشل التطبيق لديهم.

النتائج :

تم دراسة توزع الحالات حسب الحالة المرضية التي استدعت تطبيق التهوية الغير الغازية فكانت نسبة ذات قصبات ورئة تشكل 31% من العينة المدروسة:

الجدول (1):

المرض	العدد	النسبة المئوية
التهاب قصيبات شعرية	10	%31
ربو	5	%15.6
وذمة رئة	1	%3.1
ذات رئة وقصبات	16	%50

وبدراسة نسبة نجاح التهوية غير الغازية لدى العينة المدروسة فكانت تتراوح 78% بينما كانت نسبة الفشل 22% موضحة بالجدول التالي:

الجدول (2):

	العدد		النسبة المئوية
نجاح	5	ربو	%78
	10	ذات قصبات ورئة	
	–	وذمة رئة	
	10	التهاب قصيبات شعرية	
فشل	1	وذمة رئة	%22
	6	ذات قصبات ورئة	

تم دراسة متوسط العمر والوزن لدى العينة المدروسة فكان متوسط العمر لدى مجموعة النجاح 14.8 شهر ومتوسط العمر لدى مجموعة الفشل 25.8 شهر، أما بالنسبة للوزن فكان متوسط الوزن لدى مجموعة النجاح 8.5 كغ وكانت

متوسط الوزن لدى مجموعة الفشل 10.8 كغ، كما تم دراسة توزع العينة حسب الجنس فكانت نسبة شيوع الذكور بمجموعة النجاح 46%، والإناث بنسبة 31%.
أما نسبة الذكور في مجموعة الفشل 12.5%والإناث 15.6%. وتم تفصيل ذلك حسب جدول التالي:

الجدول (3):

المتوسط	نجاح		فشل		p-value
متوسط العمر (شهر)	14.8		25.8		0.3
متوسط الوزن(كغ)	8.5		9.8		0.6
الجنس	ذكور	إناث	ذكور	إناث	0.1
	%46	%31	%12.5	%15.6	

وبدراسة متوسط ساعات التطبيق لدى مجموعة النجاح ومجموعة الفشل كانت كالتالي :

الجدول (4):

	نجاح	الفشل
متوسط الساعات	26	11

وبدراسة مشعرات الاستجابة بعد تطبيق التهوية غير الغازية عند البدء وبعد (6–12–24–48) ساعة من التطبيق من حيث إعدادات المنفسة وغازات الدم والعلامات الحيوية ودراسة وجود علاقة إحصائية ما بين مجموعة الفشل ومجموعة النجاح فكانت النتائج مفصلة كالتالي :

الجدول (5):

الساعة الأولى	نجاح	فشل
HR	15.6±128	15±115
RR	8.2±61.8	8±60
IP	3±12	3.5±14
PEEP	1±5	0.5±5
PH	0.11±7.32	0.05±7.30
PCO2	12.6±46.7	12±50
FIO2	21±60	5±55

الجدول (6):

الساعة 6	نجاح	فطام	p-value
HR	12.7±121	12±115	0.1
RR	7±46	6±52	0.2
IP	3±11.5	3.7±16	0.1
PEEP	0.6±5	0.7±5.7	0.1
PH	0.03±7.40	0.08±7.23	0.2
PCO2	6±37	25±64	0.1
FIO2	12.9±48	8±63	0.1

الجدول (7):

الساعة 12	نجاح	فطام	p-value
HR	11.7±116	13.7±115	0.1
RR	7±42	5.2±52	0.2
IP	3±10	2.7±16	0.1
PEEP	0.3±5	0.07±5.8	0.1
PH	0.03±7.42	0.07±7.25	0.2
PCO2	5.4±36	17±68	0.1
FIO2	7.4±44	17±68	0.1

الجدول (8):

الساعة 24	نجاح	فشل	p-vaue
HR	11.8±107	8±120	0.1
RR	4.7±40	10±48	0.2
IP	2.9±10	3.4±17	0.1
PEEP	0.5±4.8	0.7±5.8	0.1
PH	0.04±7.43	0.05±7.25	0.1
PCO2	6±36	2.3±48	0.2
FIO2	5.7±43	21±75	0.2

الجدول (9):

الساعة 48	نجاح	فشل
HR	14±110	–
RR	4±41	–
IP	3.4±10	–
PEEP	5	–
PH	0.02±7.45	–
PCO2	3.3±35	–
FIO2	5.7±43	–

نلاحظ مما سبق تحسنا واضحا في الحيويات وغازات الدم في مجموعة النجاح مع عدم تحسن واحيانا ثبات القيم في مجموعة الفشل.

مناقشة النتائج:

بلغت مجوعة الدراسة 32 مريضاً، موزعة بين التهاب قصيبات شعرية 31%، ربو 15%. وذمة رئة 3.1%، ذات قصبات ورئة 50%. نسبة نجاح التهوية غير الغازية 78% بينما كانت نسبة الفشل 22%.

بالمقارنة مع (Mayorodomo-colunga et al)[15] استرالية أجريت عام 2008 149 مريضاً تم تقسيمهم الى مجموعتين(قصور تنفسي حاد نمط أول ونمط ثاني) شملا نسبة قبولات ذات الرئة 81% بالمجموعة الأولى بينما شمل الربو 42% والتهاب القصيبات الشعرية 39% من نسبة قبولات المجموعة الثانية، كانت نسبة نجاح تطبيق التهوية غير الغازية 84% (68% بالمجموعة الأولى، 92%أعمار في مجموعة النجاح 14.8 شهرا بينما كان متوسط العمر بمجموعة الفشل 25.8 شهرا بينما كان متوسط الأعمار في دراسة المقارنة 11.6 شهرا لمجموعة النجاح و6.1 شهرا لمجموعة الفشل.

متوسط الوزن في دراستنا كان 8.5 كغ لمجموعة النجاح و9.8 كغ لمجموعة الفشل، بينما في الدراسة المقارنة. كان متوسط الوزن 9.6 كغ، 6.3كغ لمجموعة النجاح والفشل على التوالي.

وبدراسة وجود فارق إحصائي هام بين الجنس والعمر والوزن وبين مجموعة النجاح والفشل تبين أن p-vaueأكبر من 0.05 وبالتالي لايوجد علاقة هامة ويعود ذلك الى صغر حجم العينة.

في دراستنا خلال مراقبة تحسن العلامات الحيوية لدى مجموعة النجاح خلال ساعات التطبيق الأولى وجدنا تحسنا واضحا وملحوظا في كل من عدد مرات التنفس وبشكل أقل بعدد ضربات القلب حيث عند البدء كانت معدل عدد مرات التنفس 61 وعدد ضربات القلب 128 وذلك في مجموعة النجاح وبينما كانت خلال الساعة (6، 24,12) (42,40,46) على التوالي بالنسبة لعدد مرات التنفس و(121.116,107) على التوالي بالنسبة لعدد ضربات القلب.

مع عدم وجود تحسن ملحوظ بعدد ضربات القلب وتحسن طفيف بعدد مرات التنفس بمجموعة الفشل. بالمقارنة مع دراسة المقارن فكان متوسط عدد ضربات القلب بالساعة 24 129 بالنسبة لمجموعة النجاح و149 لمجموعة الفشل بينما كان متوسط عدد مرات التنفس 35 بمجموعة النجاح مقابل 48 بمجموعة الفشل.

أما بالنسبة للتحسن في غازات الدم فكان متوسط paco2 في مجموعة النجاح (37,36,36) بالساعة (6,12,24) على التوالي بينما كان المتوسط في مجموعة الفشل (64–68–48) في مجموعة الفشل.

مقارنة مع الدراسة الأسترالية فكان متوسط paco2 بالساعة(6، 24) من تطبيق التهوية غير الغازية (46,46) بمجوعة النجاح مقابل (65,78) في مجموعة الفشل.

بالنسبة الى الحاجة من fio2على جهاز التهوية بإجراء مقارنة بين متوسط fio2 بالساعة (6) والساعة 24 في دراستنا (48,43) في مجموعة النجاح و(63,75) في مجموعة الفشل. أما بالدراسة المقارنة فكانت (37,31) بالساعة (6,24) بمجموعة النجاح مقابل (46,50) في مجموعة الفشل.

كما لاحظنا في دراستنا التناقص التدريجي من الضغوط المطبقة بالتهوية غير الغازية بالمقارنة بين بدء التطبيق وخلال 24ساعة الأولى المطبقة.

تم دراسة إمكانية وجود علاقة إحصائية بين مجموعتين الفشل والنجاح باستخدام الاختبار الإحصائي المناسب فكانت قي p-value أكبر من 0.05 وذلك يشير الى عدم وجود قيمة إحصائية هامة وقد تكون بسبب صغر حجم مجموعة المقارنة.

الاستنتاج:

من خلال دراستنا والدراسات العالمية أثبتت التهوية الآلية غير الغازية نجاحها كخط أول في تدبير عدد كبير من حالات القصور التنفسي الحاد عند الأطفال وفق الاستطبابات المحددة لها وقللت من الحاجة للتنبيب عند المرضى وبالتالي من اختلاطات التهوية الغازية، وبالتالي فإن تطبيق هذه الطريقة حسن الإنذار في العديد من حالات القصور التنفسي الحاد عند الأطفال خاصةً عند مرضى التهاب القصيبات الشعرية و الربو و التي تعتبر من أشيع أسباب القصور التنفسي عند الأطفال، ومن خلال مراقبة مشعرات الحالة التنفسية للطفل متمثلة بعدد مرات التنفس والجهد التنفسي ومستوى ثاني أكسيد الكربون وباء هاء الدم والضغط الإيجابي بنهاية الزفير وضغط الشهيق يمكن التنبؤ بنجاح أو فشل التهوية غير الغازية وبالتالي الانتقال للتهوية الغازية فوراً لتحسين الإنذار.

التوصيات:

-وضع بروتوكول خاص لتطبيق التهوية غير الغازية في مشفانا وفق الاستطبابات والحاجة.

-توفر أجهزة التهوية غير الغازية في أقسام العناية المشددة جميعها عند الأطفال بما في ذلك عند الولدان، وضرورة توفر الأقنعة المناسبة لجميع الأعمار.

- وضع جداول خاصة لمراقبة مشعرات التحسن عند تطبيق التهوية غير الغازية.

- وضع جداول خاصة لاستطبابات التهوية غير الغازية وبالتالي التطبيق المناسب والباكر لها للحصول على نتائج أفضل.

- ضرورة إجراء دراسات أوسع تشمل عددا أكبر من المرضى وبالتالي نتائج أكثر دقة، وتحديد عوامل تنبؤية لنجاح وفشل التهوية غير الغازية.

References

1. Division of Pulmonary an Critical Care Medicine. History and epidemiology of noninvasive ventilation in the acute-care setting. 2009 Jan;54(1):40-52
2. Ozsancak A1, Sidhom SS2, Liesching TN3, Howard W2, Hill NS4. Evaluation of the total face mask for noninvasive ventilation to treat acute respiratory failure. 2011 May;139(5):1034-1041. doi: 10.1378/chest.10-1905. Epub 2011 Feb 17
3. Navalesi P1, Fanfulla F, Frigerio P, Gregoretti C, Nava S. Physiologic evaluation of noninvasive mechanical ventilation delivered with three types of masks in patients with chronic hypercapnic respiratory failure. 2000 Jun;28(6):1785-90
4. Constantin JM1, Schneider E, Cayot-Constantin S, Guerin R, Bannier F, Futier E, Bazin JE Remifentanil-based sedation to treat noninvasive ventilation failure: a preliminary study. 2007 Jan;33(1):82-7. Epub 2006 Nov 14
5. Akada S1, Takeda S, Yoshida Y, Nakazato K, Mori M, Hongo T, Tanaka K, Sakamoto AThe efficacy of dexmedetomidine in patients with noninvasive ventilation: a preliminary study. 2008 Jul;107(1):167-70. doi: 10.1213/ane.0b013e3181732dc2
6. Munckton K1, Ho KM, Dobb GJ, Das-Gupta M, Webb SAhe pressure effects of facemasks during noninvasive ventilation: a volunteer study. 2007 Nov;62(11):1126-31.
7. Patroniti N1, Saini M, Zanella A, Isgrò S, Pesenti A. Danger of helmet continuous positive airway pressure during failure of fresh gas source supply. 2007 Jan;33(1):153-7. Epub 2006 Nov 18.
8. Racca F, Appendini L, Gregoretti C, Stra E, Patessio A, Donner CF, Ranieri VM.Effectiveness of mask and helmet interfaces to deliver noninvasive ventilation in a human model of resistive breathing. 2005 Oct;99(4):1262-71. Epub 2005 Jun 16.
9. Keenan SP1, Sinuff T, Burns KE, Muscedere J, Kutsogiannis J, Mehta S, Cook DJ, Ayas N, Adhikari NK, Hand L, Scales DC, Pagnotta R, Lazosky L, Rocker G, Dial S, Laupland K, Sanders K, Dodek P Clinical practice guidelines for the use of noninvasive positive-pressure ventilation and noninvasive continuous positive airway pressure in the acute care setting. 2011 Feb 22;183(3):E195-214. doi: 10.1503/cmaj.100071. Epub 2011 Feb 14.
10. Nava S, Hill N. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. 2009 Jul 18;374(9685):250-9. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60496-7.
11. Meduri GU1, Cook TR, Turner RE, Cohen M, Leeper KV. Noninvasive positive pressure ventilation in status asthmaticus. 1996 Sep;110(3):767-74.
12. Lazner MR1, Basu AP, Klonin H.Non-invasive ventilation for severe bronchiolitis: analysis and evidence. 2012 Sep;47(9):909-16. doi: 10.1002/ppul.22513. Epub 2012 Feb 10.
13. Joshua Feinberg, Jørn Wetterslev, Janus C Jakobsen, and Steven Kwasi Korang Non invasive positive pressure ventilation for acute asthma in children2016 Sep; 2016(9): CD012067.
14. Basnet S, Mander G, Andoh J, Klaska H, Verhulst S, Koirala J. Safety, efficacy, and tolerability of early initiation of noninvasive positive pressure ventilation in pediatric patients admitted with status asthmaticus: a pilot study. Pediatric Critical Care Medicine 2012;13(4):393-8.
15. Juan Mayordomo-Alberto Medina corsino rey.A.concha, M.los Arcos. Predictive factors of non-invasive ventilation failure in critically ill children : a prospective epidemiological study .intensive care med (2009) 35:527-536.

.