

VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA

Numa Unidade de Cuidados Intensivos Pediátricos

Pedro NUNES, Clara ABADESSO, Ester ALMEIDA, Catarina SILVESTRE,
Helena LOUREIRO, Helena ALMEIDA

RESUMO

Introdução: A Ventilação não-invasiva (VNI) tem vindo a ser utilizada de uma forma crescente em crianças com insuficiência respiratória aguda, evitando complicações associadas com a ventilação mecânica convencional.

Objectivo: Determinar a eficácia da VNI em crianças com insuficiência respiratória aguda ou crónica agudizada.

Métodos: Estudo prospectivo de todas as crianças submetidas a VNI (Novembro 2005 a Abril 2008). Foram analisados dados demográficos e avaliados os seguintes parâmetros: frequência respiratória, frequência cardíaca, SatO₂ e gasimetrias capilares antes e 1, 2, 6, 12 e 24 horas após o início de VNI.

Resultados: Incluídos 113 doentes (116 episódios VNI). Idade média 9,4 ± 26,2 meses (mediana: 1,5 meses). CPAP usado em 63 e BiPAP em 53 episódios. Diagnóstico principal: bronquiolite em 61 (52,6%), pneumonia em 36 (31,0%). Indicações para VNI: insuficiência respiratória aguda hipoxémica e/ou hipercapnica em 109 (94%), ocorrência de apneia (13), agudização de doença pulmonar crónica (três), obstrução parcial via aérea superior (quatro). Verificou-se melhoria significativa nas frequências respiratória e cardíaca, pH e pCO₂ às 1,2,4, 6, 12, 24 e 48h horas após início VNI ($p < 0,05$) (tabela). Duração média de VNI 47,7 ± 35,6 horas. Sedação com hidrato de cloral necessária em 58 (50,0%). Vinte e oito (24,1%) crianças necessitaram de ventilação mecânica convencional (VMC), sendo o principal motivo a presença de apneia com bradicardia (8). Não houve complicações *major* relacionadas com a VNI.

Conclusões: Nesta amostra, a VNI foi eficaz em lactentes e crianças com insuficiência respiratória aguda, prevenindo alguns doentes de agravamento e/ou de necessitarem de VMC.

SUMMARY

NON INVASIVE VENTILATION IN A PEDIATRIC INTENSIVE CARE UNIT

Background: Non-invasive ventilation (NIV) is being increasingly used in children with acute respiratory failure, preventing complications associated with conventional mechanical ventilation.

Aims: To determinate the efficacy of NIV in children with acute respiratory failure or chronic respiratory failure.

Methods: Prospective study of all patients who underwent NIV (November 2005 to April 2008). Demographic data and the following parameters were analysed: Heart and respiratory rate, SaO₂, blood gases evaluated before and at 1, 2, 6, 12, and 24 hours after NIV.

Results: One hundred and thirteen were included (116 NIV trials). Mean age 9,4 ± 26,2 months (median: 1,5 months). CPAP used in 63 and BiPAP in 53 trials. Diagnosis: bronchiolitis in 61 (52,6%), pneumonia in 36 (31,0%) patients. Indications for NIV: acute hypercapnic and/or hypoxemic respiratory failure in 109 (94%), apnoea (13), chronic pulmonary disease agudization (three), partial obstruction of upper airway (four). There was a significant improvement in respiratory and heart rates, pH, pCO₂ at 1, 2, 4, 6, 12, 24 and 48

P.N., C.A., E.A., C.S., H.L.,
H.A.: Departamento de Pediatría do Hospital Fernando Fonseca. Amadora

© 2010 CELOM

hours after NIV onset ($p < 0,05$) (table). Mean duration of NIV was $47,7 \pm 35,6$ hours. Sedation with chloral hydrate was used in 58 (50%). Twenty eight patients (24,1%), required conventional mechanical ventilation (main reason: apnea+bradicardia: 8). There were no major complications related with NIV.

Conclusions: NIV can be effective in children and infants with acute respiratory failure, preventing some patients from deteriorating and/or from being ventilated.

INTRODUÇÃO

A ventilação não invasiva (VNI) é um modo ventilatório no qual não é necessário o acesso endotraqueal.

As primeiras técnicas de ventilação mecânica eram técnicas de ventilação não invasiva, que consistiam em sistemas que produziam uma pressão negativa externa sobre a caixa torácica – pulmões de aço. Surgiram em 1832 na Escócia e foram generalizados a partir de 1928, aquando das epidemias de poliomielite¹.

Actualmente, a técnica de VNI mais utilizada, consiste na aplicação de pressão positiva na via aérea por intermédio de interfaces aplicadas na boca e/ou nariz. A utilização desta técnica em adultos tem mais de 20 anos, principalmente em doentes com patologia pulmonar crónica. A sua aplicação em crianças começou no início dos anos 90 nos Estados Unidos² e desde então a sua utilização tem-se generalizado, nomeadamente em situações de insuficiência respiratória de diversas etiologias.

A VNI evita os riscos de uma intubação endotraqueal, diminuindo a incidência de infecções respiratórias nosocomiais, complicações relacionadas com a ventilação ou com a intubação prolongada e diminuindo o tempo de internamento.

A utilização da VNI na insuficiência respiratória, permite recrutar alvéolos colapsados ou não ventilados, aumentar a capacidade residual funcional, melhorar a relação ventilação-perfusão, otimizar a dinâmica respiratória, diminuir o trabalho respiratório e melhorar o intercâmbio gasoso³.

Este método ventilatório pode ser aplicado recorrendo a ventiladores próprios para tal, como o BiPAP Vision[®] ou Infant Flow Drive[®], ou através de ventiladores convencionais, com ou sem módulo de VNI.

A interface com o doente faz-se por intermédio de diferentes tipos de mascarar: nasais, nasobuciais ou faciais, sendo a escolha da máscara um passo chave na aplicação da VNI, pois a adaptação do doente dependerá das suas características. As mais comumente utilizadas em pediatria, são as nasais ou nasobuciais de silicone, de diferentes tamanhos e com possibilidade de reutilização. São fixadas por intermédio de sistemas próprios – gorro ou ar-

nês, os quais se podem alternar de forma a minimizar as lesões causadas pelos pontos de pressão¹.

No que diz respeito as modalidades de VNI, esta poderá ser aplicada apenas como pressão positiva contínua na via aérea (CPAP), ou como fluxo contínuo binivelado (BiPAP). Nesta última modalidade, são administrados dois níveis de pressão; um durante a inspiração (IPAP) e outro durante a expiração (EPAP). A modalidade de BiPAP é a mais utilizada em VNI em todo o tipo de doentes e em diferentes tipos de situações clínicas. Esta modalidade poderá ser aplicado de forma espontânea, em que apenas assiste as respirações do doente (S), de modo espontâneo/programado (S/T), em que assiste as respirações, mas com um número de ciclos prefixados e que serão administrados caso o doente não os alcance, ou de modo programado (T) em que o ventilador assegura um número prefixado de ventilações, independentemente das que faça o doente.

A VNI tem no entanto algumas contra indicações, como sejam: paralisia das cordas vocais, ausência de reflexo da tosse, instabilidade hemodinâmica, traumatismo ou pós-operatório de cirurgia facial, esofágica ou gástrica recente⁴.

Das complicações associadas a este método ventilatório, encontram-se entre as mais frequentes: lesão da pirâmide nasal, eritema facial, congestão nasal, epistáxis, distensão gástrica, dor ocular, conjuntivite, ulceração corneal, sinusite e menos frequentemente penumotórax, hipotensão e pneumonia de aspiração¹.

OBJECTIVOS

Determinar a eficácia da VNI em doentes com patologia respiratória aguda ou crónica agudizada, internados na UCIEP do Hospital Fernando Fonseca.

MATERIALE MÉTODOS

Estudo prospectivo de todas as crianças submetidas a VNI entre Novembro de 2005 a Abril de 2008.

Os critérios de aplicação de VNI foram a insuficiência respiratória aguda, insuficiência respiratória crónica agudizada, dificuldade respiratória obstrutiva alta e a necessi-

dade de reduzir o trabalho respiratório. A insuficiência respiratória foi definida como uma saturação transcutânea de O₂, em ar ambiente, inferior a 94% e/ou uma pressão parcial de CO₂ na gasimetria capilar superior a 55 mmHg. Os critérios de exclusão foram: paragem cardio-respiratória, instabilidade hemodinâmica, diminuição do nível de consciência com escala de coma de Glasgow (GCS) ou GCS adaptado a lactentes inferior a 10 e ausência do reflexo da tosse.

Para a VNI utilizaram-se ventiladores convencionais (Drager Babylog 8000plus[®]) e específicos (Respironics BiPAP Vision[®], Respironics BiPAP Harmony[®], Infant Flow Driver[®], Infant Flow Advance[®]). A VNI aplicou-se através de modalidades de CPAP e/ou BiPAP. A interface foi escolhida entre as seguintes quatro, de acordo com a idade da criança e disponibilidade: máscara nasal / nasobucal, prótese binasal curta, prótese nasofaríngea (tubo endotraqueal cortado, com a sua extremidade localizada na nasofaringe).

Nos casos em que se utilizou CPAP, iniciou-se com um valor de quatro cmH₂O e aumentou-se progressivamente, segundo a necessidade e tolerância do doente. Em BiPAP adicionava-se uma pressão inspiratória de oito cmH₂O e aumentava-se progressivamente de 2 em 2 cmH₂O segundo a necessidade e tolerância do doente. Foi utilizada uma fracção inspiratória de oxigénio (FiO₂), necessária para manter saturações superiores a 94%. O ajuste dos parâmetros (variação da EPAP e/ou IPAP) realizava-se de acordo com a evolução clínica e gasimétrica. Em todos os casos assegurava-se uma frequência respiratória mínima que variou entre 10 e 30 ciclos por minuto (cpm) de acordo com a idade da criança.

Quando necessário, utilizou-se hidrato de cloral oral e/ou midazolam endovenoso para sedação.

A eficácia da VNI definiu-se como: a) diminuição objectiva do trabalho respiratório, indicado pela frequência respiratória e cardíaca b) diminuição da necessidade de O₂ e c) melhoria gasimétrica (pH, pCO₂).

Para avaliar a eficácia da VNI recolheram-se os seguintes dados: frequência cardíaca, frequência respiratória, sat.O₂ e parâmetros gasimétricos (pH e pCO₂), antes e uma, duas, quatro, seis, 12, 24 e 48 horas após início de VNI.

Foram analisados dados demográficos, diagnósticos, etiologia da insuficiência respiratória, tipo de ventilador, interface e modalidade, tipo de sedação e ocorrência de complicações.

Foi considerado parâmetro de insucesso da VNI a necessidade de ventilação mecânica convencional (VMC).

A análise estatística foi efectuada com o programa SPSS para Windows, versão 11.5 (Leadtools). Para comparar va-

riáveis relacionadas foi usado o teste Wilcoxon. Foi considerado um valor estatisticamente significativo $p < 0,05$.

RESULTADOS

Durante o período decorrido de Novembro de 2005 a Abril de 2008 foram ventilados em VNI 113 crianças, correspondendo a um total de 116 episódios de VNI, sendo cada episódio tratado como um evento independente. A idade média foi de $9,4 \pm 26,2$ meses, com uma mediana de 1,5 meses, um mínimo de 0,3 e máximo de 156 meses. Cerca de 96 (82,7%) tinham menos de seis meses e 60 (51,7%) eram do sexo masculino. A maioria dos episódios decorreu durante o período de Novembro a Fevereiro dos referidos anos. A patologia mais frequente foi a bronquiolite, em 74 doentes (63,8%), seguida de pneumonia em 37 (31%). Em 65 (56%) crianças identificou-se o vírus sincicial respiratório (VSR) como agente etiológico, em três (2,6%) adenovirus, dois (1,7%) influenza e em oito (6,9%) a etiologia foi bacteriana.

As indicações para VNI foram insuficiência respiratória aguda hipoxémica e/ou hipercapnica em 109 (94%), ocorrência de apneias (13), agudização de doença pulmonar crónica (três), obstrução parcial via aérea superior (quatro).

A média da saturação transcutânea de oxigénio (Sat.O₂) em ar ambiente, antes do início da VNI, foi de $93\% \pm 4,7$ mmHg e a média da pressão parcial de CO₂, medida por gasimetria capilar, foi de $62,7 \pm 12,6$ mmHg.

O modo ventilatório mais frequentemente aplicado foi o CPAP (63 episódios), através do Drager Babylog 8000 plus[®] em 39 e do Infant Flow Driver[®] em 24. A modalidade BiPAP foi utilizada em 53 episódios, sendo que em 29 foi utilizado o ventilador Respironics BiPAP Vision[®], em 15 o Infant Flow Driver advance[®] e em 11 o Respironics[®] BiPAP Harmony. Relativamente às interfaces utilizadas, a cânula nasal foi aplicada por 37 vezes, a máscara nasal em 67 e a máscara buconasal em 12.

Foi necessário utilizar sedação em 85 episódios, dos quais 58 foram com hidrato de cloral e 25 com hidrato de cloral e midazolam. Não foi necessário qualquer tipo de sedação farmacológica em 31 episódios. Em todos os doentes foi minimizada a estimulação sensorial.

Trinta e nove casos (33,6%) permaneceram em pausa alimentar, 57 (49,1%) em alimentação entérica parcial por sonda naso-gástrica (SNG) e 20 (17,6%) com alimentação entérica total por SNG.

Após o início da VNI, verificou-se melhoria significativa nas frequências respiratória, cardíaca, pH e pCO₂ à uma, duas, quatro, seis, 12, 24 e 48 horas ($p < 0,05$) (Quadro 1). A duração média da VNI foi de $47,7 \pm 35,6$ com um

Quadro 1 – Variação dos parâmetros clínicos e gasométricos antes e após iniciar VNI

Os valores apresentados correspondem às médias e desvio padrão e a análise estatística foi efectuada entre os valores pré-VNI e os valores médios às respectivas horas.

	Pre-NIV	1h	2h	4h	6h	12h	24h	48h
Freq. Resp. (cpm)	58,1 ± 16,4	45,3±13,4 <i>p</i> = 0,000	43,1 ± 13 <i>p</i> = 0,000	39,9±10,8 <i>p</i> = 0,000	41,1 ± 13,0 <i>p</i> = 0,000	39,2 ± 11,3 <i>p</i> = 0,000	37,0 ± 10,4 <i>p</i> = 0,000	34,6±10,5 <i>p</i> = 0,000
Freq. Card. (bpm)	163,8 ± 19,6	151±19,9 <i>p</i> = 0,000	148 ± 20,4 <i>p</i> = 0,000	143,8±14,6 <i>p</i> = 0,000	141,8 ± 18,5 <i>p</i> = 0,000	140,5 ± 15,8 <i>p</i> = 0,000	138,4 ± 15,0 <i>p</i> = 0,000	133±16,2 <i>p</i> = 0,000
pH	7,3 ± 0,07	7,3±0,06 <i>p</i> = 0,003	7,34 ± 0,05 <i>p</i> = 0,000	7,34±0,05 <i>p</i> = 0,000	7,35 ± 0,05 <i>p</i> = 0,000	7,36 ± 0,05 <i>p</i> = 0,000	7,39 ± 0,05 <i>p</i> = 0,000	7,41±0,05 <i>p</i> = 0,000
pCO₂	62,7 ± 12,6	56,7±10,4 <i>p</i> = 0,002	59,0 ± 11,4 <i>p</i> = 0,000	54,8±9,5 <i>p</i> = 0,000	56,6 ± 10,5 <i>p</i> = 0,000	53,8 ± 7,3 <i>p</i> = 0,000	52,0 ± 6,4 <i>p</i> = 0,000	49,4±6,7 <i>p</i> = 0,000
n	108	71	82	76	92	105	83	59

Freq. Resp. – frequência respiratória; Freq. Card. – frequência cardíaca

mínimo de uma hora e um máximo de 168 horas. A duração média de internamento foi de 10,5 ± 7,5 dias.

Em vinte e oito crianças (24%) verificou-se necessidade de VMC. Os motivos foram: apneia (cinco), apneia com bradicardia (oito), evolução para ARDS (três), agravamento clínico/radiológico/gasimétrico (12).

As complicações ocorridas foram: traumatismo da mucosa nasal (oito), obstrução da prótese nasofaríngea por hipersecreção (oito), úlceras de pressão (quatro), humificação inadequada (um), dessincronização (três).

DISCUSSÃO

A VNI encontra-se aprovada como um método ventilatório eficaz em adultos, reduzindo a necessidade de intubação endotraqueal e diminuindo a incidência de infecção nosocomial^{5,6}. Existem hoje inclusive, recomendações internacionais no que diz respeito à sua utilização na doença pulmonar crónica obstrutiva (DPCO)⁵⁻⁹ e existem alguns estudos demonstrando a sua eficácia no status asmático¹⁰.

Os estudos pediátricos são escassos e insuficientes para avaliar a utilização sistemática desta técnica em crianças³. No entanto desde a publicação do primeiro trabalho sobre a aplicação pediátrica da VNI por Akingbola et al em 1993, muitas têm sido as publicações de casos ou séries, relatando resultados positivos da utilização de VNI em diversas situações de insuficiência respiratória, como sejam: pneumonia, edema pulmonar, status asmático, bronquiolite, atrofia muscular espinhal e fibrose quística.¹¹⁻²⁰

A nossa série inclui 116 episódios de VNI, e tem a característica de ser uma população sobretudo de recém-nascidos e de lactentes com menos de seis meses de ida-

de, dos quais 28 (24,1%) encontravam-se no período neonatal. São estes os grupos etários mais frágeis em relação à agressão de vírus respiratórios como o VSR ou o adenovírus e daí o maior número de episódios de ventilação durante os meses de Inverno.

Os resultados apresentados mostram que, a utilização de VNI pode induzir uma rápida melhoria clínica, uma a duas horas após ser iniciada, melhoria esta que é avaliada facilmente através da diminuição da frequência cardíaca e respiratória^{14,17}.

Numa população pediátrica é mais difícil a colaboração e adaptação do doente à VNI, sendo que a sedação revela-se um contributo importante aos bons resultados do método, permitindo mesmo ultrapassar problemas de dessincronização.

A escolha da interface e o seu ajuste ao doente, de modo a obter a melhor adaptação, é o passo mais importante na aplicação da VNI. Uma interface inadequada ou mal ajustada provoca uma fuga importante, o que condiciona um aumento compensatório de fluxo por parte do ventilador e maior intolerância por parte da criança^{3,16}.

A máscara buconasal é a mais adequada para situações agudas, no entanto é mais claustrofóbica e condiciona uma maior dificuldade na aspiração de secreções. A máscara nasal é mais cómoda, mas necessita que o paciente permaneça com a boca encerrada, caso contrario a compensação das fugas tornará a VNI intolerável⁴. Em pequenos lactentes, quando não existem máscaras adequadas, nomeadamente as próteses binasais curtas, pode ser usada como interface a prótese nasofaríngea, (embora sejam mais incómodas e não permitam controlar as fugas).

Na fase inicial da aplicação da VNI, a indisponibilidade de outro tipo de ventilador ou inexistência de máscara

nasal de tamanho adequado, levou-nos a recorrer ao Dräger Babylog 8000plus[®] com a utilização da prótese nasofaríngea (TET), dado a maioria dos doentes serem recém nascidos/pequenos lactentes. Esta prótese foi sendo progressivamente abandonada pelo maior conforto da VNI aplicando outras máscaras, nomeadamente as binasais curtas próprias do Infant Flow Driver[®]. O primeiro é um ventilador convencional que dispõe de modalidade de CPAP, mas apenas permite a aplicação de VNI em pequenos lactentes. O Infant Flow Driver[®] é um ventilador não invasivo neonatal, que permite aplicação de VNI eficaz através de máscara nasal em lactentes até três a quatro kg e pode ser usado em CPAP ou BIPAP (Infant Flow Advance). Outro ventilador específico de VNI é o Respironics BiPAP Vision[®], usado em crianças com mais de 4Kg. Permite a administração de oxigénio acima de 60%, mas tem um sensor de fluxo com um trigger demasiado elevado para lactentes mais pequenos. Para contornar esta limitação pode marcar-se uma frequência respiratória semelhante à do doente, tentando que este se sincronize com o ventilador.

Tal como noutros estudos prévios^{3,12,17}, a eficácia da VNI pode ser avaliada através do registo objectivo de parâmetros clínicos, como a frequência cardíaca e respiratória e parâmetros gasimétricos (pH e pCO₂).

Embora as gasimetrias efectuadas tenham sido capilares e por isso não tenham permitido uma avaliação correcto dos parâmetros de oxigenação, possibilitaram aferir com segurança um valor aproximado, bastante fiável do pH e paCO₂.

Verificamos uma melhoria estatisticamente significativa nos parâmetros clínicos e gasimétricos a partir da primeira hora de utilização, o que nos permitiu aferir uma taxa de sucesso de 76%, não se objectivando variação estatisticamente significativa na Sat.O₂.

Esta taxa de sucesso é bastante superior à de outros estudos sobre aplicação de VNI em Pediatria^{3,12,17}. A razão poderá estar na diferença dos grupos etários, visto que nos estudos citados não foram incluídas crianças com menos de 4 meses de idade, enquanto que neste trabalho elas representam 78,4% (n = 91) da amostra total.

Com a aplicação da VNI evitou-se o agravamento clínico de alguns doentes, que poderia ter conduzido a necessidade de VMC e mesmo nos que eventualmente nunca chegariam a necessitar de VMC, possibilitou um maior conforto respiratório, pela melhoria das variáveis clínicas.

No grupo dos pequenos lactentes poderão existir maiores dificuldades de aplicação da técnica, sobretudo pela escassez de material de VNI para este grupo etário. No entanto sendo este grupo etário, mais sujeito à exaustão respiratória, é provavelmente dos que mais beneficia com

a aplicação precoce de VNI, explicando os resultados mais positivos da nossa série.

As complicações da VNI raramente ocorrem antes da primeira semana de tratamento³ e podem ser minimizadas alternando os suportes dos sistemas de fixação e aplicando placas antiescaras¹. As complicações verificadas na nossa série foram mínimas, não impedindo a aplicação e eficácia da técnica. Devem-se identificar atempadamente os problemas que poderão surgir e solucioná-los de forma adequada.

CONCLUSÕES

Este estudo representa a primeira grande série de aplicação da ventilação não invasiva em unidades de cuidados intensivos pediátricos em Portugal. Embora seja um estudo prospectivo sem grupo controle, podemos concluir que a VNI mostrou ser um método com muito poucos riscos em lactentes e crianças, com insuficiência respiratória aguda, prevenindo um número importante de doentes de agravamento e/ou necessidade de ventilação mecânica convencional.

A eficácia da VNI é aferida logo desde a primeira hora, através de parâmetros clínicos facilmente valoráveis, como a frequência cardíaca e respiratória, e através de parâmetros gasimétricos. Ocorreram apenas complicações *minor* relacionadas com a VNI, sendo que obtivemos uma taxa de sucesso de 76%.

Tendo em conta que este método ventilatório é de fácil manejo, sendo a sua maior exigência, a disponibilidade de médicos e enfermeiros para a sua aplicação, apresenta-se como uma alternativa menos agressiva e com menos complicações, relativamente à ventilação mecânica convencional.

Conflito de interesses:

Os autores declaram não ter nenhum conflito de interesses relativamente ao presente artigo.

Fontes de financiamento:

Não existiram fontes externas de financiamento para a realização deste artigo.

BIBLIOGRAFIA

- MEDINA A, PONS M, ESQUINAS A: Ventilacion no invasiva en pediatria, Madrid, Ergon, 1ª Edición, 2004
- DÍAZ LOBATO S, MAYORALAS ALISES S: Ventilación no invasiva. Arch Bronconeumol 2003;39(12):566-579
- RIMENSBERGER PC: Noninvasive pressure support ventilation for acute respiratory failure in children. Schweiz Med Wochenschr 2000;130:1880-6
- LÓPEZ-HERCE CID J. Manual de Ventilación Mecánica en

Pediatría. Madrid. Publimed: 1ª Edición 2003

5. NOURDINE K, COMBES P, CARTON MJ, BEURET P, CANNAMELA A, DUCREAU JC: Does noninvasive ventilation reduce the ICU nosocomial infection risk? A prospective clinical survey. *Intensive Care Med* 1999;25:567-573
6. PETER JV, MORAN JL, PHILLIPS-HUGHES J, WARN D.: Noninvasive ventilation in acute respiratory failure: a meta-analysis update. *Crit Care Med* 2002;30:555-562
7. KEENA SP, SINUFF T, COOK DJ, HILL NS: Which patients with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease benefit from non-invasive positive-pressure ventilation? A systematic review of the literature. *Ann Intern Med* 2003;138:861-870
8. RAM FS, LIGHTOWLER JV, WEDZICHA JA: Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane database Syst Rev* 2003;1:CD004104
9. LIGHTOWLER JV, WEDZICHA JA, ELLIOT MW, RAM FS: Non-invasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease; *Cochrane Systematic review and meta-analysis*. *BMJ* 2003;326:185
10. FERNÁNDEZ MM, VILLAGRA A, BLANCH L, FERNÁNDEZ R: Non-invasive mechanical ventilation in status asthmaticus. *Intensive Care Med* 2001;27:486-492
11. AKINGBOLA OA, SERVANT GM, CUSTER JR, PALMISANO JM: Noninvasive bi-level positive pressure ventilation: management of two pediatric patients. *Respir Care* 1993;38:1092-8
12. AKINGBOLA OA, PALMISANO J, SERVANT G, CUSTER J, MOLER F: Bi-PAP mask ventilation en pediatric patients with acute respiratory failure. *Crit Care Med* 1994;22:144
13. MARINO P, ROSA G, CONTI G, COGLIATI AA: Treatment of acute respiratory failure by prolonged non-invasive ventilation in a child. *Can J Anesth* 1997;44:727-731
14. FORTENBERRY JD, DEL TORO J, JEFFERSON LS, EVEY L, HAASE D: Management of pediatric acute hypoxemic respiratory insufficiency with bi-level positive pressure. *Chest* 1995; 108:1059-64
15. ROSE GM, MUCKLE RP, MAHOWALD MW, GODINGS GS, ULLEVIG C: Postoperative respiratory compromise in children with obstructive sleep apnea syndrome: can it be anticipated? *Pediatrics* 1994;93:784-8
16. TEAGUE WG, LOWE E, DOMINICK J, LANG D: Non-invasive positive pressure ventilation (NPPV) in critically ill children with status asthmaticus. *Am J Respir Care Med* 1998;157:542
17. PADMAN R, LAWLESS ST, KETRICK RG: Non-invasive ventilation via bi-level positive airway support in pediatric practice. *Crit Care Med* 1998;26:169-173
18. BIRNKRANT DJ, POPE JF, EIBEN RM.: Pediatric noninvasive nasal ventilation. *J Child Neurol* 1997;12:231-6
19. PADMAN R, NADKARMI V, VON NESSEN S: Noninvasive positive pressure ventilation in a end-stage cystic fibrosis: a report of seven cases. *Respir Care* 1994;39:736-9
20. THILL PJ, MCGUIRE JK, BADEN HP, GREEN TP, CHECCHIA PA: Noninvasive positive pressure ventilation in children with lower airway obstruction. *Pediatr Crit Care Med* 2002; 3:337-342
21. MEDINA A, PRIETO S, LOS ARCOS M et al: Aplicación de ventilación no invasiva en una unidad de cuidados intensivos pediátricos. *Annales Pediatr (Barc)* 2005;62(1):13-9