

# COMPARAÇÃO DA PRONGA E MÁSCARA NASAL NA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA EM PREMATUROS :UMA REVISÃO DE LITERATURA

## COMPARISON OF PRONGA AND NASAL MASK IN NON-INVASIVE VENTILATION IN PREMATURES: A LITERATURE REVIEW

Andreza Tayonara Lins-Melo<sup>1</sup>, Rosângela Afonso Ferreira<sup>1</sup>, Andreza de Lemos Bezerra<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário Maurício de Nassau, Fisioterapia - Recife - Pernambuco - Brasil

### Palavras-chave:

Ventilação não Invasiva. Recém-Nascido Prematuro. Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas. Fisioterapia.

### Resumo

**Introdução:** O suporte ventilatório realizado em prematuros pode ser invasivo (através de uma via área artificial); ou de modo não invasivo, através de interfaces que preservam a via aérea fisiológica. **Objetivo:** Verificar a segurança e eficácia da utilização da máscara nasal comparada à pronga nasal, em relação à falha da VNI, ocorrência de trauma nasal, tempo de suporte não invasivo e ocorrência de displasia broncopulmonar (DBP). **Fonte de dados:** Foram incluídos no estudo artigos publicados nos últimos dez anos nas bases de dados indexadas em PubMed/Medline, SciELO, Lilacs e Cochrane, utilizando as principais palavras-chave e seus respectivos descritores em inglês. **Síntese dos dados:** Foram encontrados cinco artigos internacionais, que compararam a pronga nasal e máscara nasal, mostrando a redução de lesão de trauma nos prematuros e redução de falha da ventilação não invasiva. **Conclusão:** A máscara nasal apresenta-se como uma alternativa promissora, pois se comporta de forma similar à pronga nasal (em relação a parâmetros de sinais vitais), ou superior a esta quando se considera trauma nasal e de face, o que diminui a exposição do prematuro a eventos dolorosos, que são considerados deletérios para o desenvolvimento extrauterino de seu sistema nervoso central.

### Keywords:

Noninvasive Ventilation. Infant, Premature. Continuous Positive Airway Pressure. Physiotherapy.

### Abstract

**Introduction:** Ventilatory support performed in preterm infants can be invasive (through an artificial area); or non-invasive, through interfaces that preserve the physiological airway. **Objective:** To verify the safety and effectiveness of using the nasal mask compared to the nasal prong, in relation to NIV failure, occurrence of nasal trauma, non-invasive support time and occurrence of bronchopulmonary dysplasia (BPD). **Data source:** Articles published in the last ten years in the databases indexed in PubMed / Medline, SciELO, Lilacs and Cochrane were included in the study, using the main keywords and their respective descriptors in English. **Summary of the findings:** Five international articles were found, comparing nasal prongs and nasal masks, showing a reduction in trauma injury in premature infants and a reduction in failure of noninvasive ventilation. **Conclusion:** The nasal mask is a promising alternative, as it behaves similarly to the nasal prong (in relation to vital sign parameters), or superior to this when considering nasal and facial trauma, which reduces exposure of the premature infant to painful events, considered harmful to the extrauterine development of his central nervous system.

## Introdução

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), são considerados recém-nascidos prematuros bebês nascidos antes das 37 semanas de idade gestacional (IG), sendo a prematuridade ainda classificada de acordo com a gravidade em: prematuros extremos (<28 semanas); muito prematuro (28 a 31 semanas e 6 dias); prematuro moderado (32 a 34 semanas e 6 dias) e prematuro limítrofe (35 a 36 semanas e 6 dias). Com relação ao peso, o bebê prematuro é classificado em: extremo baixo-peso (< 1000g); muito baixo-peso (< 1.500g) e baixo-peso (< 2.500g).<sup>1,2</sup>

Em decorrência do desenvolvimento intrauterino incompleto do sistema respiratório, esses prematuros apresentam propensão ao desenvolvimento de insuficiência respiratória, havendo a necessidade de suporte respiratório após o nascimento. Este pode ser ofertado de forma invasiva (ventilação mecânica invasiva), através de uma via aérea artificial; ou de modo não invasivo, através de interfaces que preservam a via aérea fisiológica.<sup>3</sup> O suporte respiratório não invasivo é preconizado para redução de efeitos deletérios da ventilação mecânica, diminuição de dependência de oxigênio e da taxa de displasia broncopulmonar (DBP).<sup>4</sup>

Há duas modalidades principais para a utilização da ventilação não invasiva (VNI) em prematuros, denominadas pressão positiva intermitente nasal (NIPPV) e pressão positiva contínua em vias aéreas nasal (NCPAP).<sup>5</sup> As interfaces descritas na literatura para aplicação da VNI em prematuros são: *helmet* (capacete); pronga binasal curta (também designada, na prática clínica, de pronga nasal), pronga nasofaríngea (pronga única, mais longa) e máscaras faciais (que entraram em desuso na década de 80), sendo as prongas nasais determinadas como equipamento de primeira escolha, demonstrando superioridade em relação às outras interfaces.<sup>6,7</sup>

A pronga nasal fica inserida na narina do prematuro, podendo pressionar a columela nasal; seu diâmetro varia e tem por objetivo ocluir a narina para manter a pressão positiva gerada durante a VNI, sendo escolhida de acordo com o peso do bebê.<sup>8</sup> No entanto, o uso prolongado e de maneira incorreta pode ocasionar lesões na região da narina, septo e na mucosa nasal.<sup>9</sup> Essas lesões são classificadas em três estágios: grau I (hiperemia, com pele íntegra); grau II (úlceras e perda parcial da pele); e grau III (presença de necrose, perda de pele e, em casos mais severos, perda do septo nasal cartilaginoso),<sup>10</sup> apresentando elevada prevalência que varia de 20 a 60%.<sup>11</sup>

Apesar de sua ampla utilização, as prongas nasais apresentam algumas desvantagens, como: aumento da resistência ao fluxo aéreo (que leva ao aumento do trabalho respiratório do prematuro);<sup>12</sup> despressurização do sistema por escape aéreo, ou pela boca aberta ou por vazamento ao redor da narina (o que reduz a pressão que é ofertada para o alvéolo)<sup>13</sup> e aumento de estresse e dor provocado tanto pela introdução da pronga na narina, quanto pela pressão contínua aplicada no septo nasal (gerada pela justaposição da pronga na tentativa de evitar vazamento aéreo).<sup>14</sup> Esses fatores contribuem para a falha da VNI, principalmente em prematuros extremos que necessitam permanecer no suporte não invasivo por mais de uma semana.

Recentemente, foram desenvolvidas máscaras nasais de silicone, como uma alternativa ao uso da pronga nasal, tendo o intuito de minimizar a resistência ao fluxo e oferecer maior conforto ao prematuro, sobretudo quando há necessidade de uso prolongado, sendo relatada menor taxa de lesão nasal, ocorrendo lesões de graus mais leves associadas à utilização da pronga nasal.<sup>15</sup> Contudo, este material é de maior custo e a evidência científica ainda é escassa com respeito a seus benefícios e superioridade comparada à pronga nasal, para justificar a substituição da pronga pela máscara nasal na prática clínica de rotina nas unidades de terapia intensiva neonatais (UTIN).

Por conseguinte, o objetivo do presente estudo é verificar, através de revisão integrativa da literatura, a segurança e eficácia da utilização da máscara nasal comparada à pronga nasal, em relação à falha da VNI, ocorrência de trauma nasal, tempo de suporte não invasivo e ocorrência de DBP.

## Método

Foi realizada revisão integrativa da literatura, através da busca de artigos publicados nas bases de dados: MedLine (via PubMed); SciELO; Lilacs e Cochrane, no período de maio a novembro de 2019.

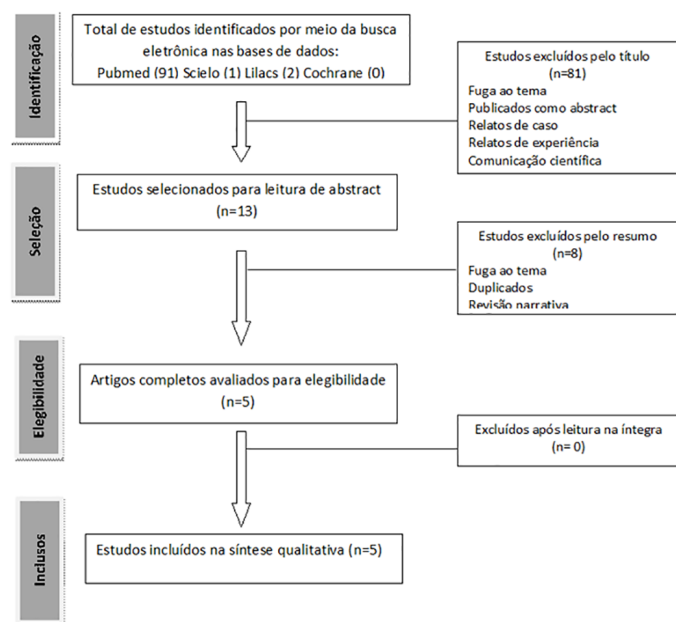
Para a consulta nas bases de dados, foram utilizados os descritores em português, de acordo com o DeCS: "ventilação não invasiva", "recém-nascido prematuro", assim como seus respectivos correspondentes em inglês, de acordo com o MESH: "noninvasive ventilation", "premature infant". Além dos unitermos: "pronga nasal", "máscara nasal" e "pressão positiva contínua nas vias aéreas". Foram realizados os cruzamentos com o operador booleano "AND".

Foram considerados critérios de inclusão: artigos publicados nos últimos dez anos nas línguas

portuguesa, inglesa e espanhola. Para o tipo de estudo, foram incluídos: ensaios clínicos randomizados ou cruzados que comparassem a pronga nasal e a máscara nasal em prematuros. Foram considerados critérios de exclusão: estudos do tipo relato de caso, relato de experiência; os artigos não publicados na íntegra (publicados apenas na forma de resumos expandidos em congresso ou *short communication*), assim como aqueles que fugiram ao tema proposto (investigação de diferentes interfaces; estudos em população mista – pediátrica e neonatal).

Foi elaborado um fluxograma, de acordo com o *The Prisma Statement*, com a descrição do processo de identificação, recuperação e seleção dos artigos incluídos, subdividido nos seguintes tópicos: identificação, triagem, elegibilidade e estudos incluídos (**Fluxograma 1**).

**Figura 1.** Fluxograma de captação dos estudos para a revisão de literatura



Além disso, foi elaborada uma tabela para resumir os dados retirados de cada artigo incluído, a qual abrangeu as seguintes características dos manuscritos: autores, ano de publicação, tipo de estudo, participantes (grupo de indivíduos utilizados na pesquisa); intervenção (objeto de avaliação e estabelecimento dos grupos de análise); variáveis de desfecho clínico (descrição das variáveis de efetividade e segurança que foram utilizadas para determinar o sucesso do trabalho) e resultado. (**Tabela 1**).

## Resultados

Empregando-se os descritores e unitermos “ventilação não invasiva”, “recém-nascido prematuro”,

foram encontrados 94 artigos: Pubmed (91), Lilacs (2), Scielo (1) e Cochrane (0). Os artigos que foram excluídos por fuga ao tema avaliaram a utilização da máscara facial e máscara laríngea em prematuros.

Não foram encontrados artigos nacionais sobre o tema proposto, e mesmo a literatura internacional ainda é escassa sobre o tema. As características dos artigos incluídos estão discriminadas na tabela 1.

Os cinco artigos foram publicados entre os anos de 2012 e 2019, sendo todos estudos do tipo ensaio clínico randomizado, envolvendo 634 prematuros. Em relação à modalidade de VNI utilizada, todos os artigos incluídos utilizaram a pressão positiva contínua por via aérea nasal (*nasal continuous positive airway pressure – NCPAP*) como modalidade de escolha para o suporte não invasivo inicial nos prematuros.

## Discussão

Pela análise dos artigos selecionados, foi visto que o desfecho avaliado com resultado significativo mais frequente nos estudos foi a redução da incidência de trauma nasal relacionado ao uso da máscara nasal.<sup>17,19,20</sup> Com relação à falha do NCPAP, tempo de NCPAP e incidência de DBP, os resultados foram inconclusivos, pois a maioria dos estudos, apesar de apresentarem melhora nos desfechos descritos, com a utilização da máscara nasal, não obtiveram resultados estatisticamente significativos.

Com relação ao desfecho falha do CPAP, apenas um estudo mostrou redução significativa da taxa de falha relacionada ao uso da máscara nasal,<sup>16</sup> apesar de os demais terem verificado uma taxa de falha menor, porém sem significância estatística. A falha da VNI (tanto NCPAP, como o NIPPV) em prematuros é descrita como a necessidade de intubação orotraqueal (quando a VNI foi instituída como suporte ventilatório primário) ou reintubação (na instituição da VNI como suporte secundário) em até 72h. Está relacionada a causas clínicas (anemia, sepse, infecções respiratórias), causas mecânicas de origem abdominal (enterocolite necrotizante, distensão abdominal importante, que diminuem a complacência de caixa torácica e pioram a ação diafragmática).<sup>21,22</sup>

Além destas, podem ocorrer causas mecânicas de origem respiratória: obstrução de vias aéreas superiores, por hipersecreção, edema de mucosa e sangramento nasal, decorrentes de trauma nasal pelo uso, principalmente, da pronga nasal, levando a apneias obstrutivas ou apneia por dor. A máscara nasal, por ficar acoplada apenas na região externa

**Tabela 1.** Síntese das principais características e resultados dos artigos na incluídos na revisão. Recife-PE, 2020

AUTOR	ANO	TIPO DE ESTUDO	PARTICIPANTES	VARIÁVEIS	PROCEDIMENTOS	RESULTADOS
Kieran et al.16	2012	Ensaio Clínico randomizado	IG <31 semanas N=120	Falha do CPAP Tipo de suporte com 28 Necessidade de O2 com 36 semanas de idade corrigida	G1 – máscara nasal G2 – pronga nasal Modalidade: NCPAP	Redução significativa da falha do CPAP no G1
Goel et al.17	2015	Ensaio Clínico randomizado	IG 27-34 semanas N=118	Falha do CPAP Tipo de suporte com 28 Necessidade de O2 com 36 semanas de idade corrigida	G1 – máscara nasal G2 – pronga nasal Modalidade: NCPAP	Redução significativa de trauma nasal no G1 Sem alteração significativa para demais desfechos
Say et al.18	2016	Ensaio Clínico randomizado	IG entre 26-32 semanas N=149	Falha do CPAP Tipo de suporte com 28 Necessidade de O2 com 36 semanas de idade corrigida	G1 –máscara nasal G2 – pronga nasal Modalidade: NCPAP	Redução significativa da duração do CPAP e redução significativa da ocorrência de DBP
Chandrasekaran et al.19	2017	Ensaio clínico randomizado	IG entre 26-32 semanas e dias N=72	Falha do CPAP Tipo de suporte com 28 Necessidade de O2 com 36 semanas de idade corrigida Trauma nasal	G1 – máscara nasal G2 – pronga nasal Modalidade: NCPAP	Redução significativa de necessidade de reposição de surfactante no G1 Redução significativa da incidência de trauma nasal (graus I, II e III) no G1
Bashir et al.20	2019	Ensaio Clínico randomizado	IG <30 semanas N=175 n=89 (1ª randomização) n=78 (2ª randomização)	Falha do CPAP Duração do CPAP DBP	G1 – máscara nasal G2 – pronga nasal 8h depois, nova randomização G3 – permanece com a interface G4 – roda de interface	Redução significativa de trauma nasal na 2ª randomização para permanecer com máscara nasal Sem diferença significativa para os outros desfechos em ambas randomizações

Legenda: IG - Idade gestacional; CPAP - Pressão positiva contínua nas vias aéreas; DBP – Displasia broncopulmonar.

do nariz, evita essas lesões. No entanto, é relatada na literatura a ocorrência de trauma de face, sobretudo na testa (na região da base do nariz), local de maior aplicação de pressão da máscara nasal, se ela não for bem ajustada.<sup>10, 23-25</sup> O grau de lesão de pele na face, decorrente da utilização da máscara facial, é em geral mais leve, constando apenas de hiperemia.<sup>19</sup>

Como forma de prevenção à lesão de septo nasal, são usadas barreiras para proteção da pele e para manutenção de uma distância mínima de 2mm entre a columela nasal e a pronga nasal.<sup>26</sup> Nos artigos incluídos na presente revisão, apenas um dos estudos relatou uso de barreira de pele para proteção contra lesões provocadas pela interface, tanto no grupo máscara nasal, quanto no grupo pronga nasal.<sup>20</sup> Assim, não é possível determinar a interferência deste fator sobre a efetividade da máscara em relação à pronga nasal.

Três artigos<sup>16,18,20</sup> avaliaram a ocorrência de displasia broncopulmonar (DBP), porém apenas um<sup>18</sup> mostrou redução significativa da incidência de DBP, principalmente em suas formas moderada e severa, associada à utilização da máscara nasal. A DBP é uma patologia de caráter multifatorial, decorrente da prematuridade, sendo considerada uma doença pulmonar crônica da infância, com incidência mais elevada naqueles prematuros que precisaram de ventilação mecânica e oxigenoterapia.<sup>27</sup> Apesar da recomendação do uso precoce de suporte não invasivo, ainda não está determinado na literatura que isso diminua de forma significativa o desenvolvimento da DBP em prematuros extremos,<sup>28</sup> sendo necessário realizar mais estudos para elucidar este tópico.

Recém-nascidos prematuros, sobretudo aqueles < 30 semanas de IG, necessitam de reposição de surfactante para melhorar a abertura alveolar e auxiliar no estabelecimento da capacidade residual funcional, e quando este é usado associado ao NCPAP, há melhor resultado em prevenir intubação orotraqueal.<sup>29</sup> Nos estudos avaliados, a utilização do surfactante foi realizada de acordo com o protocolo de cada unidade. Apenas um utilizou a necessidade de reposição de surfactante como desfecho secundário, mostrando que os prematuros que foram ventilados com máscara nasal apresentaram menos necessidade de reposição de surfactante.<sup>19</sup> Ficou pouco claro, neste estudo, se o resultado superior associado à máscara nasal decorreu de melhor entrega da pressão positiva do NCPAP ou se foi devido, simplesmente, à menor proporção de síndrome do desconforto respiratório no grupo máscara nasal.

Foi encontrada, na busca pelos artigos elegíveis, uma revisão sistemática publicada no ano de 2018, que incluiu cinco artigos, todos considerados de baixo risco de viés. Os resultados da metanálise mostraram a eficácia da máscara nasal em reduzir a taxa de falha do CPAP (4 ensaios) e de lesão nasal (3 ensaios), principalmente de graus moderado a severo (incidência de trauma de: 26% no *pool* pronga versus 10% no *pool* máscara nasal),<sup>20</sup> o que torna a evidência científica favorável em direção ao uso da máscara nasal.

## Conclusões

Com o que foi apresentado nesta revisão, pode ser notado que a máscara nasal, apesar de ser uma interface de uso clínico recente, apresenta-se como

uma alternativa promissora, pois se comporta de forma similar à pronga nasal no que tange à falha do NCPAP, o tempo de duração do NCPAP e incidência de DBP; ou superior à pronga nasal quando se considera trauma nasal e de face, o que diminui a exposição do prematuro a eventos dolorosos, que são considerados deletérios para o desenvolvimento extrauterino de seu sistema nervoso central.

Contudo, há necessidade de mais estudos para comprovar sua maior eficácia comparada à pronga nasal e, assim, indicar a máscara nasal como interface de escolha na prática clínica. Ademais, vimos que existe lacuna de evidência em relação a outros desfechos importantes, como incidência de DBP, que é uma patologia respiratória que pode atrasar a alta hospitalar do prematuro, aumentar a morbidade no primeiro ano de vida, atrasar o alcance de marcos importantes do desenvolvimento neuropsicomotor e limitar a qualidade de vida do lactente que foi prematuro e de sua família. Existe, desta forma, a demanda por pesquisas prospectivas nessa área.

## Referências

- Souse NFC, Bonfim SFSSF, Vasconcelos MGL, Bezerra JLO, Silva DVC, Leal LP. Prevalence of nasal septum injury in premature infants using nasal prongs. *Esc Enferm USP*. 2013;47(6):1285-90
- Natarajan G, Shankaran S. Short- and Long-Term Outcomes of Moderate and Late Preterm Infants. *Am J Perinatol*. 2016 Feb;33(3):305-17. doi: 10.1055/s-0035-1571150. Epub 2016 Jan 20.
- Afjeh SA, Sabzehei MK, Khoshnood Shariati M, Shamshiri AR, Esmaili F. Evaluation of Initial Respiratory Support Strategies in VLBW Neonates with RDS. *Arch Iran Med*. 2017 Mar;20(3):158-164. doi: 0172003/AIM.008.
- Levesque BM, Burnham L, Cardoza N, Adams M, Cohen R, Mirochnick M, Fujii A, Sinha B. Improving Respiratory Support Practices to Reduce Chronic Lung Disease in Premature Infants. *Pediatr Qual Saf*. 2019 Aug 9;4(4):e193. doi:10.1097/pq9.000000000000193. eCollection 2019 Jul-Aug.
- Flanagan KA. Noninvasive Ventilation in Premature Neonates. *Adv Neonatal Care*. 2016 Apr;16(2):91-8. doi: 10.1097/ANC.0273.
- DePaoli AG, Davis PG, Faber B, Morley CJ. Devices and pressure sources for administration of nasal continuous positive airway pressure (NCPAP) in preterm neonates. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008 Jan 23;(1):CD002977. doi: 10.1002/14651858.CD002977.pub2.
- Trevisanuto D, Grazzina N, Doglioni N, Ferrarese P, Marzari F, Zanardo V. A new device for administration of continuous positive airway pressure in preterm infants: comparison with standard nasal CPAP continuous positive airway pressure system. *Intensive Care Med*. 2005 Jun;31(6):859-64. Epub 2005 Apr 19.
- Antunes JCP, Nascimento MAL, Gomes AVO, Araujo MC. Instalação do CPAP nasal: identificando a dor do recém-nato como um cuidado de enfermagem. *Rev Enferm UFPE*. 2010 jan-mar;4(1):142-48.
- Ota NT, Davidson J, Guinsburg R. Early nasal injury resulting from the use of nasal prongs in preterm infants with very low birth weight: a pilot study. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*. 2013;25:245-250.
- Bonfim SFSSF, Vasconcelos MGL, Sousa NFC, Silva DVC, Leal LP. Lesão de septo nasal em neonatos pré-termo no uso de prongas nasais. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*. 2014;22(5):826-33.
- Newnam KM, McGrath JM, Estes T, Jallo N, Salyer J, Bass WT. An integrative review of skin breakdown in the preterm infant associated with nasal continuous positive airway pressure. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs*. 2013 Sep-Oct;42(5):508-16. doi: 10.1111/1552-6909.12233. Epub 2013 Sep 4.
- Green EA, Dawson JA, Davis PG, DePaol AG, Roberts CT. Assessment of resistance of nasal continuous positive airway pressure interfaces. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2019 Sep;104(5):F535-F539. doi: 10.1136/archdischild-2018-315838. Epub 2018 Dec 19.
- DePaoli AG, Morley CJ, Davis PG, Lau R, Hingley E. In vitro comparison of nasal continuous positive airway pressure devices for neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2002 Jul;87(1):F42-5.
- Osman M, Elsharkawy A, AbdelHady H. Assessment of pain during application of nasal continuous positive airway pressure and heated, humidified highflow nasal cannulae in preterm infants. *J Perinatol*. 2015 Apr;35(4):263-7. doi: 10.1038/jp.2014.206. Epub 2014, Nov 27.
- Yong SC, Chen SJ, Boo NY. Incidence of nasal trauma associated with nasal prong versus nasal mask during continuous positive airway pressure treatment in very low birthweight infants: a randomised control study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2005 Nov;90(6):F480-3. Epub 2005 Jun 7.
- Kieran EA, Twomey AR, Molloy EJ, Murphy JF, O'Donnell CP. Randomized trial of prongs or mask for nasal continuous positive airway pressure in preterm infants. *Pediatrics*. 2012;130(5):e1170-6.
- Goel S, Mondkar J, Panchal H, Hegde D, Utture A, Manerker S. Nasal Mask Versus Nasal Prongs for Delivering Nasal Continuous Positive Airway Pressure in Preterm Infants with Respiratory Distress: A Randomized Controlled Trial. *Indian Pediatr*. 2015;52(12):1035-40.
- Say B, Kanmaz Kutman HG, Oguz SS, Oncel MY, Arayici S, Canpolat FE, Uras N, Karahan S. Binasal Prong versus Nasal Mask for Applying CPAP to Preterm Infants: A Randomized Controlled Trial. *Neonatology*. 2016;109(4):258-64.
- Chandrasekaran A, Thukral A, Jeeva Sankar M, Agarwal R, Paul VK, Deorari AK. Nasal masks or binasal prongs for delivering continuous positive airway pressure in preterm neonates—a randomised trial. *Eur J Pediatr*. 2017;176(3):379-386.
- Bashir T, Murki S, Kiran S, Reddy VK, Oleti TP. 'Nasal mask' in comparison with 'nasal prongs' or 'rotation of nasal mask with nasal prongs' reduce the incidence of nasal injury in preterm neonates supported on nasal continuous positive airway pressure (nCPAP): A randomized controlled trial. *PLoS One*. 2019;14(1):e0211476.
- Brix N, Sellmer A, Jensen MS, Vad Pedersen L, Henriksen TB. Predictors for an unsuccessful Intubation-Surfactant-Extubation procedure: a cohort study. *BMC Pediatrics*. 2014;14:155.
- Wright CJ, Sherlock LG, Sahni R, Polin RA. Preventing Continuous Positive Airway Pressure Failure: Evidence-Based and Physiologically Sound Practices from Delivery Room to the Neonatal Intensive Care Unit. *Clin Perinatol*. 2018 Jun;45(2):257-271.
- Ottinger D, Hicks J, Wilson S, Sperber K, Power K. The Pressure Is On: Neonatal Skin and Nasal Continuous Positive Airway Pressure. *Adv Neonatal Care*. 2016;16(6):420-423.
- Hogeling M, Fardin SR, Frieden IJ, Wargon O. Forehead pressure necrosis in neonates following continuous positive airway pressure. *Pediatr Dermatol*. 2012;29(1):45-8.
- Tauzin M, Durrmeyer X. Managing neonatal pain in the era of non-invasive respiratory support. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2019 Aug;24(4):101004.
- Xie LH. Hydrocolloid dressing in preventing nasal traumasecondary to nasal continuous positive airway pressure in preterm infants. *World J Emerg Med*. 2014;5(3):218-22. doi: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2014.03.011.

27. Tracy MK, Berkelhamer SK. Bronchopulmonary Dysplasia and Pulmonary Outcomes of Prematurity. *Pediatr Ann.* 2019;48(4):e148-e153.
28. Celik M, Bulbul A, Uslu S, Dursun M, Guran O, Kiray Bas E, Arslan S, Zubarioglu U. A comparison of the effects of invasive mechanic ventilation/surfactant therapy and non-invasive nasal-continuous positive airway pressure in preterm newborns. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2018 Dec;31(24):3225-3231.
29. Niemarkt HJ, Hütten MC, Kramer BW. Surfactant for Respiratory Distress Syndrome: New Ideas on a Familiar Drug with Innovative Applications *Neonatology* 2017;111:408-414.
30. Jasani B, Ismail A, Rao S, Patole S. Effectiveness and safety of nasal mask versus binasal prongs for providing continuous positive airway pressure in preterm infants: A systematic review and meta-analysis. *Pediatr Pulmonol.* 2018;53(7):987-992.