УДК 616-089.5-053.2

ОСНОВНЫЕ РЕЖИМЫ НЕИНВАЗИВНОЙ РЕСПИРАТОРНОЙ ПОДДЕРЖКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У НЕДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ

© *Светлана Бадмаевна Линхоева*

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.
194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., 2

Контактная информация: Светлана Бадмаевна Линхоева — неонатолог Перинатального центра Улан-Удэ.
E-mail: svetlanalinkhoeva@mail.ru

Резюме. Неинвазивная вентиляция легких (НИВЛ) позволяет обеспечить адекватный газообмен, сводя к минимуму легочные и экстрапульмональные осложнения. Существует множество режимов НИВЛ, основными из которых являются: nasal continuous positive airway pressure (NCPAP), nasal intermittent positive pressure ventilation (NIPPV), bilevel positive airway pressure (BiPAP) и nasal high frequency oscillatory ventilation (NHFOV). Цель обзора — рассмотреть различные режимы НИВЛ и оценить их влияние на неонатальную смертность и заболеваемость.

Ключевые слова: Неинвазивная вентиляция легких, респираторный дистресс-синдром новорожденных, бронхолегочная дисплазия, NCPAP, NIPPV, BiPAP, NHFOV

MAIN MODES OF NON-INVASIVE RESPIRATORY SUPPORT, USED IN RESPIRATORY INSUFFICIENCY IN PREMATURAL NEWBORNS

© *Svetlana B. Linkhoeva*

Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, Litovskaya str., 2

Contact Information: Svetlana B. Linkhoeva — neonatologist Perinatal Center Ulan-Ude
E-mail: svetlanalinkhoeva@mail.ru

Resume. Non-invasive ventilation of the lungs (NIVL) allows for adequate gas exchange, minimizing pulmonary and extrapulmonary complications. There are many NIV modes, the main ones being: nasal continuous positive airway pressure (NCPAP), nasal intermittent positive pressure ventilation (NIPPV), bilevel positive airway pressure (BiPAP) and nasal high frequency oscillatory ventilation (NHFOV). The purpose of the review is to consider the different modes of NIVL and assess their impact on neonatal mortality and morbidity.

Keywords: Non-invasive ventilation of the lungs, neonatal respiratory distress syndrome, bronchopulmonary dysplasia, NCPAP, NIPPV, BiPAP, NHFOV.

ВВЕДЕНИЕ

Респираторный дистресс-синдром новорожденных (РДСН) является одной из наиболее распространенных причин критических состояний периода новорожденности [4, 8]. В последние десятилетия произошли значительные изменения в лечении респираторного дистресс-синдрома новорожденных, что привело к более широкому использованию антенатальной профилактики стероидами, применению продленного вдоха и методики самостоятельного дыхания под постоянным положительным давлением с помощью назальных канюль (nasal continuous positive airway pressure — NCPAP) в родильном зале, раннему введению экзогенного сурфактанта и увеличению использования других видов неинвазивной вентиляции [3, 6, 7, 9, 37].

Неинвазивная вентиляция легких (НИВЛ) позволяет обеспечить адекватный газообмен, сводя к минимуму легочные и экстрапульональные осложнения [2]. Наиболее частыми осложнениями, связанными с длительным применением конвекционной искусственной вентиляции легких (ИВЛ) являются ателектотравма, волюмо-, баро- и биотравма с развитием вентилятор-ассоциированного повреждения легких, что в последующем может стать причиной формирования бронхолегочной дисплазии (БЛД), ретинопатии недоношенных и хронических обструктивных заболеваний [40].

Существует множество режимов НИВ, основными из которых являются: nasal continuous positive airway pressure (NCPAP), nasal intermittent positive pressure ventilation (NIPPV), bilevel positive airway pressure (BiPAP) и nasal high frequency oscillatory ventilation (NHFOV). Назальный CPAP, используемый сразу после рождения является наиболее распространенной стратегией лечения недоношенных детей с РДСН [5, 45].

Цель обзора — рассмотреть различные режимы неинвазивной вентиляции легких и оценить их влияние на неонатальную смертность и заболеваемость.

NCPAP

Основной задачей терапии у новорожденных с РДСН является поддержание нормальной функциональной остаточной емкости, что позволяет существенно улучшить газообмен и оксигенацию [6, 15].

В 1971 г. Gregory G.A. впервые сообщил об успешном использовании NCPAP у 20 детей с РДСН и весом при рождении от 930 до 3800 г, что привело к улучшению оксигенации и 16 пациентов выжили [1].

В рестроспективном исследовании, проведенном в 8 центрах третьего уровня, M.E. Avery et al. (1987) сообщили о значительном снижении заболеваемости БЛД в одном центре, где преобладающим методом респираторной поддержки был NCPAP, но в смертности не было значимой разницы [22]. Несмотря на успех отприменения CPAP в одном центре, в большинстве других продолжали отдавать предпочтение традиционной механической вентиляции как методу выбора при лечении РДСН.

В начале 1990-х гг. было достигнуто значительное снижение неонатальной смертности и уменьшение частоты случаев синдрома утечки воздуха. Широкое применение заместительной терапии сурфактантом в сочетании с совершенствованием неонатальных аппаратов ИВЛ надолго определило доминирующую роль традиционной механической вентиляции для респираторной поддержки недоношенных детей с РДСН. Но, несмотря на широкое применение сурфактанта, показатели БЛД не изменились, что и стало причиной возрождения методов НИВЛ.

Одним из достоинств раннего назального CPAP является снижение концентрации воспалительных цитокинов в плазме крови, что позволяет расценивать ее как более щадящую стратегию респираторной поддержки РДСН у недоношенных детей [43].

Доказано, что раннее применение NCPAP по сравнению с рутинной эндотрахеальной интубацией и профилактическим введением сурфактанта снижает смертность и частоту развития БЛД у недоношенных детей с РДСН[10, 13, 23].

Вместе с тем, несмотря на кажущуюся простоту и неоспоримые положительные аспекты, метод NCPAPне лишен недостатков и противопоказаний. У детей с тяжелым респираторным дистресс-синдромом данная методика далеко не всегда является эффективной, что требует применения конвекционной, а иногда даже высокочастотной осцилляторной вентиляции.

BIPAP

Современные дыхательные аппараты позволяют осуществлять вентиляцию с помощью технологии, известной как «Bi-Level» или «BiPAP», который представляет собой неинвазивную вентиляцию легких с управлением по давлению и возможностью спонтанного дыхания на двух уровнях давления с переключением с одного уровня на другой через заданные временные интервалы. Этот режим обеспечивает более высокое давление во время вдоха и более низкое давления во время выдоха [10, 40].

Основными отличиями BiPAP от NIPPV являются ограниченная возможность для увеличения PIP (~10–12 см H_2O), более низкие значения среднего давления в дыхательных путях (MAP ~ 6–8 см H_2O) и более длительное время вдоха (от 0,5 до 2 с).

BIPAP VERSUS NCPAP

V. Suresh et al. (2016) провели многоцентровое исследование по оценке эффективности BiPAP и NCPAP, в которое вошли дети со сроком гестации менее 30 недель [44]. Они не обнаружили существенных различий в показате-

лях неудачной экстубации через 48 часов между группами в зависимости от режима респираторной поддержки и во вторичных результатах, включая неудачную экстубацию через 7 дней, потребность в кислороде в 28 дней и в 36 недель постконцептуального возраста. Не было также существенных различий в продолжительности госпитализации и каких-либо серьезных побочных эффектов, связанных с результатами.

Напротив G. Lista et al. (2010), сравнивая n-BiPAP с nCPAP продемонстрировали значительное снижение продолжительности вентиляции легких и оксигентерапии у детей, где использовался nBiPAP [30]. Исследование B. Zhou et al. продемонстрировало, что показатели $PaCO_2$, PaO_2 и оксигенация улучшились у детей на назальном DuoPAP по сравнению NCPAP [41].

NIPPV

NIPPV (англ. Non-invasive Positive Pressure Ventilation) — метод неинвазивной респираторной терапии, который представляет собой комбинацию постоянного расправляющего давления в дыхательных путях (основа метода CPAP) с перемежающимися повышениями уровня положительного давления, без использования эндотрахеальной трубки. Кроме того, NIPPV имеет несколько преимуществ по сравнению с назальным CPAP, поскольку способствует уменьшению мертвого пространства, стабилизирует функциональную остаточную емкость легких за счет микрорекрутинга альвеол [40]. Режим NIPPV обеспечивает более короткое время вдоха (0,3–0,5 с), но более высокое (16–25 см H_2O) пиковое давление на вдохе. NIPPV в основном используется с короткими биназальными канюлями, хотя маски и длинные назофарингеальные трубки тоже используются [38, 51].

NIPPV может быть синхронизирован со спонтанным вдохом пациента (SNIPPV) с помощью пневматической и абдоминальной капсулы, датчика потока или датчика, реагирующий активность диафрагмы пациента. Этот метод синхронизации известен как нейрорегулируемая вентиляционная поддержка (NAVA) и используется как для инвазивной, так и неинвазивной вентиляции [26, 34]. Технология применения NIPPV не была стандартизирована, и в разных исследованиях использовались различные режимы [24]. Данные о преимуществах SNIPPV по сравнению с NIPPV пока противоречивы, от восторженных до индифферентных [20, 28].

NIPPV VERSUS NCPAP

Режим NIPPV имеет некоторые преимущества перед NCPAP, главным из которых является сокращение эпизодов апноэ. Другие преимущества включают снижение работы дыхания и отсутствие потребности в инвазивной вентиляции для недоношенных детей [34]. В исследовании C. Silveira et al. (2016), где критериями неудачной НИВ были частые эпизоды апноэ или потребность в инвазивной вентиляции, наблюдали значительную связь между неудачной НИВ и отсутствием перемежающегося положительного давления [18]. Только у 30% детей с РДСН режим NIPPV был неэффективен, в то время как при использовании NCPAP неудачи встречались в 38,5% случаев. S. Tang at al. (2013) сообщают о более низких показателях эндотрахеальной интубации в группе NIPPV [42]. Подобные результаты были получены и в исследованиях P.G. Davis el. (2001) и B. Bahman-Bijari et al. [16, 47].

Метод NIPPV обычно используется для уменьшения рисков реинтубации и в качестве терапевтической стратегии в случае неэффективного NCPAP. В недавно опубликованном мета-анализе экспертов Cochrane Collaboration, сравнивающем использование различных режимов NIPPV и NCPAP, показано, что применение NIPPV уменьшало частоту неудачной экстубации, но не влияло на развитие хронических заболеваний легких или смертность [12]. В исследование E. Tahereh et al. (2016) случаи реинтубации в первые 72 часа были у 5 (6%) детей в группе NIPPV против 13 (17,6%) в группе NCPAP [29].

В проспективном исследовании, в которое вошло 78 недоношенных новорожденных со сроком гестации менее 32 недель, применение SNIPPV позволило избежать интубации более чем у 70% младенцев; никаких неблагоприятных эффектов выявлено не было [46]. Однако остается неизвестным, что лучше: NIPPV, NCPAP или SNIPPV [21, 25]. Результаты показывают, что SNIPPV, по-видимому, более эффективен, чем несинхронизированный NIPPV или NCPAP при лечении апноэ недоношенных [46].

Также авторы сообщают о значительном уменьшении длительности пребывания в стационаре при использовании NIPPV, что способствует снижению расходов в лечении таких детей [16].

Основными осложнениями при использовании NCPAP и NIPPV являются аэрофагия («CPAP-belly»), эрозии или некрозы носовой

перегородки, нарушение проходимости носа и утечка воздуха [39, 49]. E. Tahereh et al. (2016) не обнаружили значительной разницы между двумя группами в возникновении пневмоторакса [29], что сопоставимо с результатами, полученными в исследовании Menses et al. [36].

NHFOV

Высокочастотная осцилляторная вентиляции (HFOV) часто используется в неонатологии и педиатрической интенсивной терапии [17, 27, 31]. Тем не менее при лечении РДСН чаще применяются неинвазивные методики респираторной поддержки путем поддержания постоянного положительного давления в дыхательных путях (CPAP) или неинвазивной перемежающейся вентиляции легких. В настоящее время раннее применение назального CPAP широко используется как в Европе, так и в США [5, 45]. Опыт использования инвазивного HFOV и рекомендуемый неинвазивный подход подтолкнули врачей к объединению обеих концепций. Теоретически, неинвазивный HFOV (NHFOV) должен иметь преимущества HFOV (нет необходимости в синхронизации, высокой степенью элиминации CO_2, меньше волюмо/баротравма) и назального CPAP (неинвазивный интерфейс, увеличение функциональной остаточной емкости, позволяющая улучшить оксигенацию). Таким образом, NHFOV может быть полезен как метод профилактики применения инвазивной вентиляции и ее осложнений. Кроме того, учитывая физические характеристики HFOV, NHFOV гипотетически может быть более эффективным, чем другие виды неинвазивной респираторной поддержки.

В настоящее время имеется ряд работ, свидетельствующих об эффективности неинвазивной высокочастотной осцилляторной ИВЛ у новорожденных за счет улучшения элиминации углекислого газа и оксигенации, нормализации биомеханики дыхания на фоне уменьшения аэродинамического сопротивления дыхательных путей, снижения работы дыхания и более полного раскрытия альвеол [48]. Высокочастотная осцилляторная неинвазивная вентиляция легких традиционно показана при неэффективности применения иных методов неинвазивной респираторной поддержки [35, 40].

NHFOV VERSUS NCPAP

В нескольких клинических исследованиях сравнивали эффекты NHFOV и NCPAP у новорожденных в качестве терапевтического режима или во время отлучения от искусственной механической вентиляции. Эти исследования показали, что применение NHFOV с назофарингеальной трубкой у пациентов с гиперкапнией более эффективно, чем NCPAP. Два ретроспективных исследования также сообщили, что NHFOV может применяться у недоношенных новорожденных как оптимальная терапия после неудачного применения других режимов НИВ [14, 50].

В многоцентровом исследовании H.S. Fischer et al. (2015), посвященном использованию NHFOV у недоношенных новорожденных авторы установили, что основным показанием к его применению было отсутствие эффекта от других методов НИВЛ. Они использовали следующие параметры NHFOV: средняя стартовая величина среднего давления в дыхательных путях составила 8 см H_2O, максимальное — 10 см H_2O, средняя частота — 10 Гц. Наиболее частыми побочными эффектами были перераздувание петель кишечника (36,6%), обструкция верхних дыхательных путей секретом (26,6%), повышенная вязкость секрета — 23,3% [33].

В рандомизированном контролируемом исследовании, в которое вошло 39 детей с весом при рождении менее 1500 г установлено, что NHFOV не имела преимуществ по сравнению с nBiPAP после неудачного применения NCPAP [19].

В ретроспективном исследовании A. Mukerji et al. (2015) в большинстве случаев NHFOV использовали в качестве терапевтического режима. Примерно 58% всех случаев NHFOV (лечение или профилактика) привели к успешному переходу в другой режим НИВ, что предотвратило интубацию трахеи и применение инвазивной ИВЛ у большинства пациентов высокого риска. Использование NHFOV ассоциировалось с улучшением оксигенации и вентиляции, при этом побочные эффекты отсутствовали [32, 50].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из вышеизложенного можно утверждать, что NCPAP с применением биназальных канюль является оптимальной стратегией респираторной поддержки у недоношенных детей с РДСН. NIPPV способствует уменьшения неудачных экстубаций и снижению частоты реинтубаций, но не влияет на выживаемость. Использование NHFOV ассоциируется с улучшением оксигенации и вентиляции, при этом побочные эффекты отсутствуют.

Несмотря на все более широкое внедрение в практическую деятельность неинвазивных респираторных технологий, в настоящее время до конца не регламентирована тактика респираторной поддержки новорожденных. Четко не определено, при каких условиях неинвазивная респираторная поддержка, начатая в родильном зале, не будет эффективной и потребуется перевод на инвазивную вентиляцию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрович Ю.С., Блинов С.А., Пшениснов К.В., Паршин Е.В. Критерии тяжести поражения легких у новорожденных с респираторным дистресс-синдромом. Анестезиология и реаниматология. 2014; № 1: 52–57.
2. Александрович Ю.С., Печуева О.А., Пшениснов К.В. Влияние пошагового маневра рекруитмента альвеол на оксигенацию у новорожденных с респираторным дисстресс-синдромом. Анестезиология и реаниматология. 2013; № 1: 21–25.
3. Александрович Ю.С., Печуева О.А., Пшениснов К.В. Маневр мобилизации альвеол в интенсивной терапии респираторного дистресс-синдрома у новорожденных. Анестезиология и реаниматология. 2011; № 1: 66–68.
4. Александрович Ю.С., Пшениснов К.В. Интенсивная терапия новорожденных. СПб.: Н.-Л., 2013.
5. Александрович Ю.С., Пшениснов К.В., Хиенас В. Неинвазивная респираторная поддержка в неонатологии. Пособие для врачей. СПб.: Адмирал; 2017.
6. Александрович Ю.С., Пшениснов К.В., Хиенас В., Прометной Д.В., Александрович И.В., Пилипене И. Инвазивная искусственная вентиляция легких у недоношенных новорожденных в родильном зале: всегда ли она оправдана? Анестезиология и реаниматология. 2018;5:44–52.
7. Мостовой А. В., Александрович Ю.С., Сапун О.И., Трифонова Е.Г., Третьякова Е.П., Богданова Р.З., Карпова А.Л. Влияние сроков введения сурфактанта на исходы у новорожденных с низкой и экстремально низкой массой тела. Анестезиология и реаниматология. 2009; №1: 43–46.
8. Хиенас В., Александрович Ю.С., Пшениснов К.В. и др. Респираторная поддержка у недоношенных новорожденных в родильном зале. Неонатология: новости, мнения, обучение. 2017; № 2: 50–58.
9. Хиенас В., Александрович Ю.С., Пшениснов К.В., Прометной Д.В., Паулаускене З., Стасова Ю.В. Оценка эффективности ранней неинвазивной респираторной поддержки у доношенных новорожденных. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2017; Т. 14(2): 20–26.
10. Aldana-Aguirre J.C., Pinto M., Featherstone R.M., Kumar M. Less invasive surfactant administration versus intubation for surfactant delivery in preterm infants with respiratory distress syndrome: a systemic review and meta-analysis. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2016; 102: 17–24.
11. Avery M.E., Tookey W.H., Keller J.B. et al. Is chronic lung disease in low birth weight infants preventable? A survey of eight centers. Pediatrics. 1987; 73: 20–23.
12. Bahman-Bijari B., Mahdian R., Niknafs P., Baneshi M.R. Nasal intermittent positive pressure ventilation versus nasal contonuous airway pressure in preterm infants with respiratory distress. Zahedan J Res Med Sci. 2014; 16(11): 9–14.
13. Carvalho C.G., Procianoy R.S., Neto E.C., Silveira R.C. Preterm neonates with respiratory distress syndrome: ventilator-induced lung injury and oxidative stress. [Электронный ресурс] Journal of Immunology Research. 2018; Vol. 2018. Article ID 6963754. 4 pp. Режим доступа: https://doi.org/10.1155/2018/6963754.
14. Chan J., Jones L.J., Osborn D.A., Abdel-Latif M.E. Non-invasive high-frequency ventilation in newborn infants with respiratory distress [Электроный ресурс]. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2017. Issue 7. Режим доступа: www.cochranelibrary.com.
15. Committee on fetus and newborn; American academy of pediatrics. Respiratory support in preterm infants at birth. Pediatrics. 2014; 133: 171–174.
16. Davis P.G., Lemyre B., De Paoli A.G. Nasal intermittent positive pressure ventilation versus nasal continous positive airway pressure for preterm infants after extubation. Cochrane Database Syst Rev. 2001: 3–9.
17. De Luca D., Dell'Orto V. Non-invasive high-frequency oscillatory ventilation in neonates: review of physiology, biology and clinical data. Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed. 2016; №101: 565–F570.
18. Dumpa V., Katz K., Northrup V., Bhandari V. SNIPPV vs. NIPPV: does synchronization matter? Journal of Perinatology. 2012; №32: 438–442.
19. Fischer H. S., Bohlin K., Bührer C., Schmalisch G., Cremer M., Reiss I., Czernik C. Nasal high-frequency oscillation ventilation in neonates: a survey in five European countries. European Journal of Pediatrics. 2015; 174(4): 465–471.
20. Gizzi C., Klifa R., Pattumelli M. G., Massenzi L., Taveira M., Shankar-Aguilera S., De Luca D. Continuous positive airway pressure and the burden of care for transient tachypnea of the neonate: retrospective cohort study. Am. J. Perinatol. 2015; 32(10): 939–943.
21. Gizzi C., Montecchia F., Panetta V. et al. Is synchronized NIPPV more effective than NIPPV and NCPAP in treating apnoe of prematurity (AOP)? A randomized cross-over trial. Arch dis child fetal neonatal. 2015; 100: 17–23.
22. Gregory G.A. Kitterman J.A., Phibbs R.H., Tooley W. H. et al. Treatment of the idiopathic respiratory-distress syndrome with continuous positive airway pressure. N. Engl. J. Med. 1971; №284: 1333–1340.

23. Isayama T., Iwami H., McDonald S., Beyene J. Association of noninvasive ventilation strategies with mortality andbronchopulmonary dysplasia among preterm infants: A systematic review and metaanalysis. JAMA. 2016; 316(6): 611–624.
24. Kallio M. Neurally adjusted ventilatory assist in preterm infants with respiratory distress syndrome — a randomized controlled trial. M. Kallio, U. Koskela, O. Peltoniemi, T. Kontiokari, T. Pokka, et al. Eur J Pediatr. 2016; 175: 1175–1183.
25. Kirpalani H. A trial comparing nonivasive ventolation stratigies in preterm infants. H. Kirpalani, D. Millar, B. Lemyre, B.A. Yoder, A. Aaron Chiu. N Engl J Med. 2013; 369: 611–620.
26. Kishore M.S.S. Early nasal intermittent positive pressure ventilation versus continuous positive airway pressure for respiratory distress syndrome. M.S.S. Kishore, S. Dutta S, Kumar P. Acta Paediatr. 2009; 98(9): 1412–1415.
27. Kneyber M.C. Reflections on pediatric high-frequency oscillatory ventilation from a physiologic perspective. M.C. Kneyber, M. van Heerde, D.G. Markhorst. Respiratory Care. 2012; 57: 1496–1504.
28. Kulkarni A. Effect of introduction of synchronizednasal intermittent positive-pressure ventilation in a neonatal intensive care unit onbronchopulmonary dysplasia and growth in preterm infants. A. Kulkarni, R. A. Ehrenkranz, V. Bhandari. Am. J. Perinatol. 2006; №23: 233–240.
29. Lemyre B. Nasal intermittent positive pressure ventilation versus nasal continuous airway pressure for preterm infants after extubation. B. Lemyre, P.G. Davis, A.G. De Paoli, H. Kirpalani. Cochrane Database Syst Rev 2: CD003212. 2017.
30. Lista G. Nasal continuous airway pressure versus bi-level nasal CPAP in preterm babies with respiratory distress syndrome: a randomized control trial. G. Lista, F. Casoldi, P. Fontana et al. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2010; 95(2): P. 85–89.
31. Menses J. Noninvasive ventilation for respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. J. Menses, V. Bhandri, J.G. Alves, D. Herrmann. Pediatrics. 2011; 127(2): P. 300–307.
32. Mukeriji A. Non-invasive high-frequency ventilation versus bi-phasic continuous positive airway pressure (BP-CPAP) following CPAP failure in infants <1250 g: a pilot randomized controlled trial. Mukeriji A., Sarmiento K., Lee B., Hassall, Shah V. J. Perinatol. 2017; 37: 49–53.
33. Mukerji A. Use of noninvasive high-frequency ventilation in the neonatal intensive care unit: a retrospective review. A. Mukerji, B. Singh, S. E. Helou, C. Fusch, M. Dunn, J. Belik, V. Shah. Am. J. Perinatol. 2015; №30: 171–176.
34. Narchi H. Neurally adjusted ventilatory assist in very low birthweight infants: current status. H. Narchi, F. Chedid. World J methodol. 2015; 5: 62–67.
35. Pillow J. J. Bubble continuous positive airway pressure enhances lung volume and gas exchange in preterm lambs. J. J. Pillow, N. Hillman, T. J. M. Moss, G. Polglase, G. Bold, M. Ikegami, A. H. Jobe. American Journal Of Respiratory And Critical Care Medicine. 2007; 176(1): 63–69.
36. Reiterer F. Pulmanory air leaks and CPAP failure in late preterm infants with respiratory distress. F. Reiterer, H. Zotter, H. Schmolzer, B. Resch. Journal of Nennatal-Perinatal Medicine. 2010; 3: 193–199.
37. Reiterer F., Reiterer F., Polin R.A.Non-invasive ventilation in preterm infants: a clinical review. International Journal of pediatrics and neonatal care. 2016; 2(2): 118–121.
38. Roberts C.T. Neonatal non-invasive respiratory support: synchronized NIPPV, non-syncronized NIPPV or Bi-level CPAP: what is the evidance in 2013? C.T. Roberts, P.G. Davis, L.S. Owen. Neonatology. 2013;104: 203–209.
39. Sahni R. Strategies for the prevention of continuous positive airway pressure failure. R. Sahni, M. Schiaratura, R. A. Polin. Seminars in Fetal and Neonatal Medicine. 2016; 21(3): 196–203.
40. Salvo V., Lista G., Lupo E., Riccotti A. et al. Noninvasive ventilation stratigies for early treatment of RDS in preterm infants: an RCT. Pediatrics. 2015; 135: 444–451.
41. Schmölzer G. M. Noninvasive versus invasive respiratory support in preterm infants at birth: Systematic review and metaanalysis [Электронныйресурс]. G. M. Schmölzer, M. Kumar, G. Pichler, K. Aziz, M. O'Reilly, P. Y. Cheung. BMJ (Online). 2014; №34: g58. — Режим доступа: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3805496/?report=reader
42. Silveira C.S.T. Pesponse of preterm infants to 2 noninvasive ventilatory support systems: nasal CPAP and naasal intermittent positive-pressure venyolation. C.S.T. Silveira MD, K.M. Leonardi, A.P.C.F. Melo, et al. Respiratory care. 2016; 60(12): 1772–1776.
43. Stoll B.J., Hansen N.I., Bell E.F., Walsh M.C. et al. Trends in care practices, morbidity, and mortality of extremely preterm neonates 1993–2012. JAMA. 2015; 314: 1039–1051.
44. Suresh V. Biphasic positive airway pressure or continuous positive airway pressure: a randomized trial. V. Suresh, Stephen A. Roberts, S. Mitchell, H. Aziz, T. Lavender. Pediatrics. 2016; 138(2): 13–18.
45. Sweet D.G., Carnielli V., Greisen G., Hallman M. et al. European consensus guidelines on the management of respiratory distress syndrome — 2016 update. Neonatology. 2017; №111: 107–125.
46. Tahereh E., Nayeri F., Taheritafti R., Shariat M., Moghimpour-Bijani F. Comparison of complications and effcacy of NIPPV and Nasal CPAP in preterm infants with RDS. Iran J Pediatr. 2016; 26(2): 52–57.
47. Tang S. Tang S., Zhao J. et al. Nasal intermittent positive pressureventilation versus nasal continuous positive

airaway pressure in neonates: a systemic review and meta-analysis. Indian Ped J. 2013; 50(4): 371–376.
48. van Kaam A.H. , Rimensberger P.C., Borensztajn D. et al. Ventilation practices in the neonatal intensive care unit: a cross-sectional study. J Pediatr. 2010; 157: 767–771.
49. Waitz M., Mense L., Kirpalani H., Lemyre B. Nasal intermittent positive preessure ventilation: synchronized or not? Clin Perinatol. 2016; 43: 799–816.
50. Wang C.H., Shi L.P., Ma X.L., Lin H.J., Xu Y.P., Du L.Z. Use of noninvasive high-frequency oscillatory ventilation in very low birth weight infants. Zhonghua Er Ke Za Zhi. 2017; 55: 177–181.
51. Zhou B., Zhai J. F., Jiang H. X., Liu Y., Jin B., Zhang Y. Y., Wu J. B. Usefulness of DuoPAP in the treatment of very low birth weight preterm infants with neonatal respiratory distress syndrome. European Review for Medical and Pharmacological Sciences. 2015; 19(4): 573–577.

REFERENCES

1. Aleksandrovich YU.S., Blinov S.A., Pshenisnov K.V., Parshin E.V. Kriterii tyazhesti porazheniya legkih u novorozhdennyh s respiratornym distress-sindromom. [Criteria of severity of lung disease in infants with respiratory distress syndrome]. Anesteziologiya i reanimatologiya. 2014; №1: 52–57. (in Russian).
2. Aleksandrovich YU.S., Pechueva O.A., Pshenisnov K.V. Vliyanie poshagovogo manevra rekruitmenta al'veol na oksigenaciyu u novorozhdennyh s respiratornym disstress-sindromom. [Effect of alveolar recruitment maneuver on oxygenation of alveoli in infants with respiratory distress syndrome]. Anesteziologiya i reanimatologiya. 2013; №1: 21–25. (in Russian).
3. Aleksandrovich YU.S., Pechueva O.A., Pshenisnov K.V. Manevr mobilizacii al'veol v intensivnoj terapii respiratornogo distress-sindroma u novorozhdennyh. [Maneuver is mobilization of the alveoli in the ICU for respiratory distress syndrome in newborns]. Anesteziologiya i reanimatologiya. 2011; №1: 66–68. (in Russian).
4. Aleksandrovich YU.S., Pshenisnov K.V. Intensivnaya terapiya novorozhdennyh. [Intensive care for newborns]. SPb.: N.-L., 2013. (in Russian).
5. Aleksandrovich YU.S., Pshenisnov K.V., Hienas V. Neinvazivnaya respiratornaya podderzhka v neonatologii. [Non-invasive respiratory support in neonatology]. Posobie dlya vrachej. SPb.: Admiral; 2017. (in Russian).
6. Aleksandrovich YU.S., Pshenisnov K.V., Hienas V., Prometnoj D.V., Aleksandrovich I.V., Pilipene I. Invazivnaya iskusstvennaya ventilyaciya legkih u nedonoshennyh novorozhdennyh v rodil'nom zale: vsegda li ona opravdana? [Invasive mechanical ventilation in the delivery room: is it always worthwhile?]. Anesteziologiya i reanimatologiya. 2018; №5: 44–52. (in Russian).
7. Mostovoj A. V., Aleksandrovich YU. S., Sapun O. I., Trifonova E. G., Tret'yakova E. P., Bogdanova R. Z., Karpova A. L.Vliyanie srokov vvedeniya surfaktanta na iskhody u novorozhdennyh s nizkoj i ehkstremal'no nizkoj massoj tela. [Effect of timing of administration of surfactant on the outcomes of newborns with low and extremely low body weight]. Anesteziologiya i reanimatologiya. 2009; №1: 43–46. (in Russian).
8. Hienas V., Aleksandrovich YU.S., Pshenisnov K.V. i dr. Respiratornaya podderzhka u nedonoshennyh novorozhdennyh v rodil'nom zale. Neonatologiya: novosti, mneniya, obuchenie. [Respiratory support in preterm infants in the delivery room. Neonatology: news, opinions, training]. 2017; №2: 50–58. (in Russian).
9. Hienas V., Aleksandrovich YU.S., Pshenisnov K.V., Prometnoj D.V., Paulauskene Z., Stasova YU.V. Ocenka ehffektivnosti rannej neinvazivnoj respiratornoj podderzhki u donoshennyh novorozhdennyh. [Assessment of the effectiveness of early noninvasive respiratory support in newborns]. Vestnik anesteziologii i reanimatologii. 2017; T. 14(2): 20–26. (in Russian).
10. Aldana-Aguirre J.C., Pinto M., Featherstone R.M., Kumar M. Less invasive surfactant administration versus intubation for surfactant delivery in preterm infants with respiratory distress syndrome: a systemic review and meta-analysis. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2016; 102: 17–24.
11. Avery M.E., Tookey W.H., Keller J.B.et al. Is chronic lung disease in low birth weight infants preventable? A survey of eight centers. Pediatrics. 1987; 73: 20–23.
12. Bahman-Bijari B., Mahdian R., Niknafs P., Baneshi M.R. Nasal intermittent positive pressure ventilation versus nasal contonuous airway pressure in preterm infants with respiratory distress. Zahedan J Res Med Sci. 2014; 16(11): 9–14.
13. Carvalho C.G., Procianoy R.S., Neto E.C., Silveira R.C. Preterm neonates with respiratory distress syndrome: ventilator-induced lung injury and oxidative stress. [Электронный ресурс] Journal of Immunology Research. 2018; Vol. 2018. Article ID 6963754. 4 pp. Режим доступа: https://doi.org/10.1155/2018/6963754.
14. Chan J., Jones L. J., Osborn D. A., Abdel-Latif M. E. Non-invasive high-frequency ventilation in newborn infants with respiratory distress [Электроный ресурс]. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2017. Issue 7. Режим доступа: www.cochranelibrary.com.
15. Committee on fetus and newborn; American academy of pediatrics. Respiratory support in preterm infants at birth. Pediatrics. 2014; 133: 171–174.
16. Davis P.G., Lemyre B., De Paoli A.G. Nasal intermittent positive pressure ventilation versus nasal continous positive airway pressure for preterm infants after extubation. Cochrane Database Syst Rev. 2001: 3–9.
17. De Luca D., Dell'Orto V. Non-invasive high-frequency oscillatory ventilation in neonates: review of physiology,

biology and clinical data. Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed. 2016; №101: 565–F570.
18. Dumpa V., Katz K., Northrup V., Bhandari V. SNIPPV vs. NIPPV: does synchronization matter? Journal of Perinatology. 2012; №32: 438–442.
19. Fischer H. S., Bohlin K., Bührer C., Schmalisch G., Cremer M., Reiss I., Czernik C. Nasal high-frequency oscillation ventilation in neonates: a survey in five European countries. European Journal of Pediatrics. 2015; 174(4): 465–471.
20. Gizzi C., Klifa R., Pattumelli M. G., Massenzi L., Taveira M., Shankar-Aguilera S., De Luca D. Continuous positive airway pressure and the burden of care for transient tachypnea of the neonate: retrospective cohort study. Am. J. Perinatol. 2015; 32(10): 939–943.
21. Gizzi C., Montecchia F., Panetta V. et al. Is synchronized NIPPV more effective than NIPPV and NCPAP in treating apnoe of prematurity (AOP)? A randomized cross-over trial. Arch dis child fetal neonatal. 2015; 100: 17–23.
22. Gregory G.A. Kitterman J.A., Phibbs R.H., Tooley W. H. et al. Treatment of the idiopathic respiratory-distress syndrome with continuous positive airway pressure. N. Engl. J. Med. 1971; №284: 1333–1340.
23. Isayama T., Iwami H., McDonald S., Beyene J. Association of noninvasive ventilation strategies with mortality andbronchopulmonary dysplasia among preterm infants: A systematic review and metaanalysis. JAMA. 2016; 316(6): 611–624.
24. Kallio M. Neurally adjusted ventilatory assist in preterm infants with respiratory distress syndrome — a randomized controlled trial. M. Kallio, U. Koskela, O. Peltoniemi, T. Kontiokari, T. Pokka, et al. Eur J Pediatr. 2016; 175: 1175–1183.
25. Kirpalani H. A trial comparing nonivasive ventolation stratigies in preterm infants. H. Kirpalani, D. Millar, B. Lemyre, B.A. Yoder, A. Aaron Chiu. N Engl J Med. 2013; 369: 611–620.
26. Kishore M.S.S. Early nasal intermittent positive pressure ventilation versus continuous positive airway pressure for respiratory distress syndrome. M.S.S. Kishore, S. Dutta S, Kumar P. Acta Paediatr. 2009; 98(9): 1412–1415.
27. Kneyber M.C. Reflections on pediatric high-frequency oscillatory ventilation from a physiologic perspective. M.C. Kneyber, M. van Heerde, D.G. Markhorst. Respiratory Care. 2012; 57: 1496–1504.
28. Kulkarni A. Effect of introduction of synchronizednasal intermittent positive-pressure ventilation in a neonatal intensive care unit onbronchopulmonary dysplasia and growth in preterm infants. A. Kulkarni, R. A. Ehrenkranz, V. Bhandari. Am. J. Perinatol. 2006; №23: 233–240.
29. Lemyre B. Nasal intermittent positive pressure ventilation versus nasal continuous airway pressure for preterm infants after extubation. B. Lemyre, P.G. Davis, A.G. De Paoli, H. Kirpalani. Cochrane Database Syst Rev 2: CD003212. 2017.
30. Lista G. Nasal continuous airway pressure versus bi-level nasal CPAP in preterm babies with respiratory distress syndrome: a randomized control trial. G. Lista, F. Casoldi, P. Fontana et al. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2010; 95(2): P. 85–89.
31. Menses J. Noninvasive ventilation for respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. J. Menses, V. Bhandri, J.G. Alves, D. Herrmann. Pediatrics. 2011; 127(2): P. 300–307.
32. Mukeriji A. Non-invasive high-frequency ventilation versus bi-phasic continuous positive airway pressure (BP-CPAP) following CPAP failure in infants < 1250 g: a pilot randomized controlled trial. Mukeriji A., Sarmiento K., Lee B., Hassall, Shah V. J. Perinatol. 2017; 37: 49–53.
33. Mukerji A. Use of noninvasive high-frequency ventilation in the neonatal intensive care unit: a retrospective review. A. Mukerji, B. Singh, S. E. Helou, C. Fusch, M. Dunn, J. Belik, V. Shah. Am. J. Perinatol. 2015; №30: 171–176.
34. Narchi H. Neurally adjusted ventilatory assist in very low birthweight infants: current status. H. Narchi, F. Chedid. World J methodol. 2015; 5: 62–67.
35. Pillow J.J. Bubble continuous positive airway pressure enhances lung volume and gas exchange in preterm lambs. J. J. Pillow, N. Hillman, T. J. M. Moss, G. Polglase, G. Bold, M. Ikegami, A. H. Jobe. American Journal Of Respiratory And Critical Care Medicine. 2007; 176(1): 63–69.
36. Reiterer F. Pulmanory air leaks and CPAP failure in late preterm infants with respiratory distress. F. Reiterer, H. Zotter, H. Schmolzer, B. Resch. Journal of Nennatal-Perinatal Medicine. 2010; 3: 193–199.
37. Reiterer F., Reiterer F., Polin R.A. Non-invasive ventilation in preterm infants: a clinical review. International Journal of pediatrics and neonatal care. 2016; 2(2): 118–121.
38. Roberts C.T. Neonatal non-invasive respiratory support: synchronized NIPPV, non-syncronized NIPPV or Bi-level CPAP: what is the evidance in 2013? C.T. Roberts, P.G. Davis, L.S. Owen. Neonatology. 2013;104: 203–209.
39. Sahni R. Strategies for the prevention of continuous positive airway pressure failure. R. Sahni, M. Schiaratura, R. A. Polin. Seminars in Fetal and Neonatal Medicine. 2016; 21(3): 196–203.
40. Salvo V., Lista G., Lupo E., Riccotti A. et al. Noninvasive ventilation stratigies for early treatment of RDS in preterm infants: an RCT. Pediatrics. 2015; 135: 444–451.
41. Schmölzer G. M. Noninvasive versus invasive respiratory support in preterm infants at birth: Systematic review and metaanalysis [Электронныйресурс]. G. M. Schmölzer, M. Kumar, G. Pichler, K. Aziz, M. O'Reilly, P. Y. Cheung. BMJ (Online). 2014; №34:

g58. — Режим доступа: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3805496/?report=reader
42. Silveira C.S.T. Pesponse of preterm infants to 2 noninvasive ventilatory support systems: nasal CPAP and naasal intermittent positive-pressure venyolation. C.S.T. Silveira MD, K.M. Leonardi, A.P.C.F. Melo, et al. Respiratory care. 2016; 60(12): 1772–1776.
43. Stoll B.J., Hansen N.I., Bell E.F., Walsh M.C. et al. Trends in care practices, morbidity, and mortality of extremely preterm neonates 1993–2012. JAMA. 2015; 314: 1039–1051.
44. Suresh V. Biphasic positive airway pressure or continuous positive airway pressure: a randomized trial. V. Suresh, Stephen A. Roberts, S. Mitchell, H. Aziz, T. Lavender. Pediatrics. 2016; 138(2): 13–18.
45. Sweet D.G., Carnielli V., Greisen G., Hallman M. et al. European consensus guidelines on the management of respiratory distress syndrome — 2016 update. Neonatology. 2017; №111: 107–125.
46. Tahereh E., Nayeri F., Taheritafti R., Shariat M., Moghimpour-Bijani F. Comparison of complications and effcacy of NIPPV and Nasal CPAP in preterm infants with RDS. Iran J Pediatr. 2016; 26(2): 52–57.
47. Tang S. Tang S., Zhao J. et al. Nasal intermittent positive pressureventilation versus nasal continuous positive airaway pressure in neonates: a systemic review and meta-analysis. Indian Ped J. 2013; 50(4): 371–376.
48. van Kaam A.H. , Rimensberger P.C., Borensztajn D. et al. Ventilation practices in the neonatal intensive care unit: a cross-sectional study. J Pediatr. 2010; 157: 767–771.
49. Waitz M., Mense L., Kirpalani H., Lemyre B. Nasal intermittent positive preessure ventilation: synchronized or not? Clin Perinatol. 2016; 43: 799–816.
50. Wang C.H., Shi L.P., Ma X.L., Lin H.J., Xu Y.P., Du L.Z. Use of noninvasive high-frequency oscillatory ventilation in very low birth weight infants. Zhonghua Er Ke Za Zhi. 2017; 55: 177–181.
51. Zhou B., Zhai J. F., Jiang H. X., Liu Y., Jin B., Zhang Y. Y., Wu J. B. Usefulness of DuoPAP in the treatment of very low birth weight preterm infants with neonatal respiratory distress syndrome. European Review for Medical and Pharmacological Sciences. 2015; 19(4): 573–577.