

7. Brusselaers N., Monstrey S., Vogelaers D. et al. Severe burn injury in Europe: a systematic review of the incidence, etiology, morbidity, and mortality // *Crit. Care.* – 2010. – Vol. 14, № 5. – P. R188.
8. Childs C., Little R. A. Acute changes in oxygen consumption and body temperature after burn injury // *Arch. Dis. Child.* – 1994. – Vol. 71, № 1. – P. 31–34.
9. Emergency War Surgery. – 3rd US revision // 2004. – Ch. 28, P. 28.1–28.15.
10. Groeneveld A. B., Bronsveld W., Thijs L. G. Hemodynamic determinants of mortality in human septic shock // *Surgery.* – 1986. – Vol. 99. – P. 140–153.
11. Haberal M., Sakalliglu A. A., Karakayali H. Fluid management in major burn injuries // *Ind. J. Plastic Surgery.* – 2010. – Vol. 43. – P. S29–S36.
12. Haljamae H. Volume substitution in shock // *Acta Anaesthesiol. Scandinavica.* – 1993. – Vol. 98. – P. 25–28.
13. Herndon D. N. Total burn care. Third edition // Saunders, Elsevier, 2007.
14. Holm C., Hörbrand F., von Donnersmarck G. H. et al. Acute renal failure in severely burned patients // *Burns.* – 1999. – Vol. 25, № 2. – P. 171–178.
15. Holm C., Melcer B., Hörbrand F. et al. The relationship between oxygen delivery and oxygen consumption during fluid resuscitation of burn-related shock // *J. Burn Care Rehabil.* – 2000. – Vol. 21, № 2. – P. 147.
16. Human albumin administration in critically ill patients: systematic review of randomised controlled trials. Cochrane Injuries Group Albumin Reviewers // *BMJ.* – 1998. – Vol. 317. – P. 235–240.
17. Kulp G. A., Herndon D. N., Lee J. O. et al. Extent and magnitude of catecholamine surge in pediatric burned patients // *Shock.* – 2010. – Vol. 33, № 4. – P. 369–374.
18. Latenser Barbara A. Critical care of the burn patient: The First 48 Hours // *Crit. Care Med.* – 2009. – Vol. 37, № 10. – P. 2819–2826.
19. Marx G. Fluid therapy in sepsis with capillary leakage // *Eur. J. Anaesthesiol.* – 2003. – Vol. 20, № 6. – P. 429–442.
20. Mitchell K. B., Khalil E., Brennan A. et al. New management strategy for fluid resuscitation: quantifying volume in the first 48 hours after burn injury // *J. Burn Care Research.* – 2013. – Vol. 34, № 1. – P. 196–202.
21. Mustonen K. M., Vuola J. Acute renal failure in intensive care burn patients (ARF in burn patients) // *Journal of Burn Care & Research.* – 2008. – Vol. 29, № 1. – P. 227–237.
22. Porter M., Shakespeare P. G. Cardiac output after burn injury // *Annals of the Royal College of Surgeons of England.* – 1984. – Vol. 66. – P. 33–35.
23. Stollwerck P. L., Namdar T., Stang F. H. et al. Rhabdomyolysis and acute renal failure in severely burned patients // *Burns.* – 2011. – Vol. 37, № 2. – P. 240–248.
24. Thijs L., Sibbald W., Vincent J. Clinical trial for the treatment of sepsis. Berlin, Germany // Springer. – 1995. – P. 167–190.
25. Tripathi F. M., Guha S., Khanna N. N. et al. Plasma catecholamines in thermal burns // *Burns.* – 1981. – Vol. 8, № 2. – P. 99–101.
26. Wang G. Y., Ma B., Tang H. T. et al. Esophageal echo-Doppler monitoring in burn shock resuscitation: are hemodynamic variables the critical standard guiding fluid therapy? // *J. Trauma.* – 2008. – Vol. 65, № 6. – P. 1396–1401.
27. Wilkes M. M., Navickis R. J. Patient survival after human albumin administration. A meta-analysis of randomized, controlled trials // *Ann. Intern. Med.* – 2001. – Vol. 135. – P. 149–164.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МАНЁВРА РЕКРУТИРОВАНИЯ АЛЬВЕОЛ ПРИ РЕСПИРАТОРНОМ ДИСТРЕСС-СИНДРОМЕ У НЕДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЁННЫХ

Ю. С. Александрович¹, О. А. Печуева^{1,2}, К. В. Пшениснов¹

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF ALVEOLAR RECRUITMENT MANEUVER IN RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME IN PREMATURE NEWBORN INFANTS

Yu. S. Aleksandrovich, O. A. Pechueva, K. V. Pshenisnov

¹Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

²Республиканский перинатальный центр, г. Петрозаводск, Республика Карелия

Цель исследования: изучить эффективность использования манёвра рекрутирования альвеол у новорождённых с респираторным дистресс-синдромом (РДСН) путём изучения клинико-лабораторного

статуса пациента и исхода заболевания в ближайшем и отдалённом периодах, а также определить оптимальное время для проведения манёвра.

Материалы и методы. В исследование включён 51 недоношенный новорождённый ребёнок с клиническими проявлениями респираторного дистресс-синдрома. Средняя масса тела детей составила 1 343 (1 000–2 035) г. У 24 новорождённых (1-я группа) респираторный дистресс-синдром сопровождался выраженной гипоксемией, что явилось показанием к проведению манёвра рекрутирования альвеол. С целью оценки эффективности и влияния манёвра рекрутирования альвеол на отдалённый исход заболевания в исследование также было включено 27 новорождённых со схожей клинической картиной и проводимой терапией, у которых манёвр рекрутирования альвеол не применяли.

Результаты исследования. Выявлено, что манёвр рекрутирования альвеол у новорождённых с РДСН позволяет существенно улучшить показатели оксигенации крови и механических свойств лёгких. Продemonстрировано, что оптимальным сроком для проведения манёвра являются 2–3-и сутки после рождения. Доказано, что использование манёвра рекрутирования альвеол способствует уменьшению числа осложнений у новорождённых с РДСН.

Заключение. Манёвр рекрутирования альвеол обладает высокой клинической эффективностью у недоношенных новорождённых с РДСН, приводит к быстрому и значительному снижению параметров искусственной вентиляции лёгких и способствует уменьшению многочисленных осложнений основного заболевания, что оказывает благоприятное влияние на исход.

Ключевые слова: манёвр мобилизации альвеол, рекрутмент, респираторный дистресс-синдром, новорождённый.

Objective: to investigate the efficiency of using an alveolar recruitment maneuver in respiratory distress syndrome (RDS) in newborn infants, by studying the clinical and laboratory status of the patient and the outcome of the disease in the immediate and late periods and to define the time optimal for the maneuver.

Subjects and methods. The investigation enrolled 51 premature neonatal infants with clinical manifestations of RDS. The infants' mean weight was 1,343 g (1,000-2,035 g). In 24 neonates (Group 1), RDS was accompanied by significant hypoxemia, which was an indication for alveolar recruitment maneuver. To evaluate its efficiency and impact on the late outcome of the disease, the investigation also included 27 neonates with the similar clinical presentation and therapeutic approaches in whom the alveolar recruitment maneuver was not used.

Results. The alveolar recruitment maneuver used in neonates with RDS allows blood oxygenation parameters and lung mechanical properties to be substantially improved. The time optimal for maneuvering was demonstrated to be days 2-3 after birth. The use of alveolar recruitment maneuver was proven to promote a reduction in the number of complications in the newborn infants with RDS.

Conclusion. Alveolar recruitment maneuver has high clinical efficiency in premature neonatal infants with RDS, leads to a rapid and significant reduction in mechanical ventilation parameters, and promotes a decrease in many complications of the underlying disease, which has a favorable impact on its outcome.

Key words: alveolar mobilization maneuver, recruitment, respiratory distress syndrome, neonatal infant.

Ключевым звеном патогенеза респираторного дистресс-синдрома новорождённых (РДСН) является стойкая артериальная гипоксемия, обусловленная первичным дефицитом сурфактанта, гиповентиляцией, нарушением диффузии газов через альвеолокапиллярную мембрану и дисбалансом вентилиционно-перфузионных отношений. В настоящее время существует только один метод лечения РДСН, эффективность которого доказана – заместительная терапия сурфактантом [21], однако в последние годы большое внимание уделяют методам респираторной терапии, позволяющим предотвратить коллапсирование альвеол и поддерживать их в раскрытом состоянии [9, 13, 18]. Наиболее широко в клинической практике используют методику «продлённого раздувания лёгких» [4] у детей с очень низкой и экстремально низкой

массой тела сразу после рождения. В то же время необходимо отметить, что на протяжении всего острого периода РДСН имеет место риск прогрессирования гипоксемии на фоне прекращения действия экзогенного сурфактанта и нарастания интерстициального отёка, что требует применения «жёстких» параметров искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ), повторного введения препаратов экзогенного сурфактанта и не всегда бывает достаточно эффективным.

Одним из путей решения этой проблемы является применение манёвра рекрутирования (мобилизации) альвеол, который можно проводить не только сразу после рождения ребёнка, но и в более поздние сроки. Вовлечение нестабильных коллапсированных альвеол в газообмен у новорождённых с РДСН на протяжении всего острого

периода представляется перспективной патогенетической терапевтической стратегией, которая требует дальнейшего детального изучения. Вместе с тем в настоящее время имеются лишь единичные работы, посвященные данной проблеме, которые не дают конкретных практических рекомендаций по использованию методики, что и явилось основанием для проведения настоящего исследования [7, 8, 14, 19].

Цель исследования: изучить эффективность манёвра рекрутмента альвеол и определить оптимальные сроки для его проведения у недоношенных новорождённых с респираторным дистресс-синдромом.

Материалы и методы

Обследован 51 новорождённый ребёнок с массой тела от 1 000 до 2 000 г и сроком гестации 28–32 недель, находившийся на лечении в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) новорождённых Республиканского перинатального центра г. Петрозаводска с 2009 по 2012 г.

Все дети имели клинические проявления тяжёлого РДСН и нуждались в проведении инвазивной искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ) сразу после рождения.

Критериями исключения считали прогнозируемую продолжительность ИВЛ менее 24 ч, длительность заболевания более 72 ч на момент решения вопроса о проведении манёвра рекрутирования альвеол и сопутствующую патологию, ограничивающую возможность проведения альвеолярного рекрутирования (синдром утечки

воздуха, врождённые пороки развития, тяжёлые перинатальные поражения центральной нервной системы).

Для оценки эффективности манёвра рекрутирования альвеол все дети были разделены на две группы. Пациентам 1-й группы ($n = 24$) для коррекции артериальной гипоксемии проводили манёвр мобилизации альвеол. Во 2-й (контрольной) группе ($n = 27$) манёвр рекрутирования альвеол не выполняли несмотря на наличие гипоксемии (ретроспективный анализ, 2009 г.). Общая характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Средняя масса тела детей основной группы составила 1 343 (1 060–1 540) г, длина тела – 38,9 см, а срок гестации – 29,3 недели. Средняя оценка по шкале Апгар на первой минуте составляла 4,8 (4–6) балла, на пятой – 5,7 (5–7) балла. У 21 (87,5%) ребёнка 1-й группы проводили постнатальную профилактику РДСН путём эндотрахеального введения экзогенного сурфактанта в терапевтической дозе («Curosurf» 200 мг/кг) в первые 20 мин после рождения; 13 (54,2%) пациентам 1-й группы также была проведена антенатальная профилактика РДСН (дексаметазон 24 мг однократно). Состояние детей основной группы при рождении было тяжёлым, у 23 (96%) пациентов отсутствовало спонтанное дыхание, что потребовало интубации трахеи и проведения ИВЛ в родильном зале с последующим переводом в ОРИТ. У одного ребёнка при рождении проводили респираторную терапию в режиме назального СРАР, однако ему в течение первых суток потребовались интубация трахеи и перевод на ИВЛ в связи с прогрессированием дыхательной недостаточности.

Таблица 1

Общая характеристика групп

Характеристика	1-я группа ($n = 24$)	2-я группа ($n = 27$)
Девочки	9 (37,5%)	16 (60%)
Мальчики	15 (62,5%)	11 (40%)
Масса тела, г	1 343 (1 060–1 540)	1 801 (1 500–2 080)
Срок гестации, недель	29,3 (28–30)	31 (30–33)
Длина тела, см	38,9 (36,2–41,6)	41 (38–43)
Роды через естественные родовые пути	13 (54,2%)	12 (42%)
Оперативное родоразрешение путём кесарева сечения	11 (45,8%)	15 (58%)
Оценка по шкале Апгар на первой минуте	4,8 (4–6)	5,4 (5–7)
Оценка по шкале Апгар на пятой минуте	5,7 (5–6)	5,9 (5–7)
Сурфактант-терапия	21 (87,5%)	22 (81,5%)
Антенатальная профилактика РДСН	13 (54,2%)	18 (66,7%)
Длительность ИВЛ, ч	238 (120–336)	190 (48–240)
Длительность пребывания в стационаре, ч	1 472 (1 080–1 900)	995 (720–1 296)
Длительный безводный промежуток	6 (25%)	7 (25%)
Экстракорпоральное оплодотворение	0	4 (14,3%)
ИВЛ с рождения	23 (96%)	22 (81,5%)

ИВЛ проводили аппаратами «Babylog 8000+», «Servo I», «Hamilton-G5» с использованием режимов пациент-триггерной вентиляции с управлением вдохом по давлению (PCV), со стартовыми параметрами, указанными в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика стартовой респираторной поддержки

Параметр	1-я группа	2-я группа
Фракция кислорода в дыхательной смеси, %	47,8 (40–50)	46 (40–50)
Положительное давление на вдохе, см H ₂ O	16,9 (16–18)	18,2 (17–20)
Положительное давление в конце выдоха, см H ₂ O	4,7 (4–5)	4,0 (3–5)
Частота дыхания, число/мин	37 (34–40)	36 (34–39)
Время вдоха, с	0,3 (0,28–0,32)	0,32 (0,30–0,33)

Показанием к проведению манёвра рекрутмента альвеол являлась стойкая гипоксемия ($PaO_2 < 50$ мм рт. ст.) на фоне проведения конвекционной ИВЛ.

Все дети с момента рождения получали комплексное лечение согласно протоколу ведения РДСН с соблюдением принципов выхаживания недоношенных новорождённых, включающее поддержание температурного гомеостаза, инфузионную и антибактериальную терапию (ампициллин 100 мг/кг; гентамицин 4,5 мг/кг), раннее энтеральное и парентеральное питание.

Проводили мониторинг витальных функций (ЧСС, АД, темп почасового диуреза), параметров респираторной поддержки (FiO_2 , пиковое давление в дыхательных путях (PIP), положительное давление в конце выдоха (РЕЕР), частота дыхания (f), время вдоха ($T_{инсп}$), MAP (среднее давление в дыхательных путях) и биомеханических свойств дыхательной системы (динамический комплайнс). С целью оценки эффективности респираторной поддержки осуществляли анализ газового состава и кислотно-основного состояния крови.

При выполнении манёвра рекрутирования альвеол использовали методику комбинированного увеличения PIP и РЕЕР [1, 14]. Общее время проведения манёвра в среднем составило 20 мин, контроль за изменением уровня PaO_2 осуществляли в течение 12 ч от начала манёвра. После каждого этапа выполнения манёвра анализировали парциальное напряжение кислорода в артериальной пробе крови.

Выполнение манёвра начинали с установки РЕЕР на уровне нижней точки перегиба (lower inflection point; LIP) кривой «давление – объём». Одновременно проводили первое исследование

парциального давления кислорода в артериальной пробе крови. В дальнейшем постепенно увеличивали положительное давление на вдохе с шагом = 2 см H₂O каждые 2 мин под контролем графического мониторинга и исследования газового состава крови при нормализации формы кривой петли «давление – объём». В этот момент у 100% пациентов отмечены максимальные значения уровня парциального давления кислорода, что является косвенным признаком раскрытия максимального количества альвеол и их вовлечения в газообмен [5, 18].

Профилактику повторного коллабирования альвеол осуществляли путём поддержания РЕЕР на 2 см H₂O выше уровня нижней точки перегиба, при этом использовали минимально необходимое давление для поддержания максимальной оксигенации артериальной крови. Давления на вдохе также снижали постепенно под контролем графического мониторинга и газового состава крови до минимального ухудшения показателей газообмена и оксигенации тканей [1, 5].

PIP уменьшали каждые две мин на 2 см H₂O, а РЕЕР поддерживали на уровне, соответствующем нижней точке перегиба петли «давление – объём» в течение последующих 12 ч. В дальнейшем исследовали парциальное давление кислорода в артериальной пробе крови и в зависимости от результатов принимали решение о необходимости снижения РЕЕР.

Во время выполнения манёвра рекрутирования проводили постоянный мониторинг показателей гемодинамики, SpO_2 и газового состава крови. Пункцию лучевой артерии и забор пробы артериальной крови осуществляли на фоне анальгезии кожи кремом «EMLA».

С целью определения оптимального срока для проведения манёвра рекрутирования все дети, у которых он применялся, были разделены на две подгруппы: IA – манёвр был выполнен в первые сутки жизни ($n = 12$) и IB – манёвр проводили спустя 24 ч после рождения ребёнка ($n = 12$). Двум детям манёвр рекрутирования проводили дважды: в конце первых и на третьи сутки после рождения в связи с сохраняющимися явлениями гипоксемической дыхательной недостаточности.

Статистическую обработку материала проводили с использованием программных средств пакетов Statistica v. 6.0. Проверку распределения осуществляли с помощью тестов Шапиро – Вилка и Колмогорова – Смирнова. С учётом того, что полученные данные не соответствовали закону о нормальном распределении, все результаты представлены в виде медианы (Me), 25-й и 75-й перцентилей. Проверку гипотезы о статистической однородности двух выборок выполняли с помощью критерия Вилкоксона. В качестве критического уровня значимости принято значение $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Динамика показателей респираторной поддержки и парциального давления кислорода во время проведения манёвра рекрутирования альвеол представлена в табл. 3. Сохраняющаяся гипоксемия на фоне вышеуказанных стартовых параметров ИВЛ была устранена при увеличении положительного давления на выдохе до 6,7 см H_2O , что соответствовало нижней точке перегиба кривой «давление – объём». Парциальное давление кислорода в артериальной крови при этом составило 58,8 мм рт. ст., однако при аускультации лёгких сохранялись большое количество крепитирующих хрипов, акроцианоз, мраморность кожных покровов.

Повышение положительного давления на вдохе на 2 см H_2O каждые 2 мин осуществляли до тех пор, пока не отмечали нормализацию формы петли «давление – объём» [1]. Максимальный уровень PIP в среднем составил 24,7 см H_2O , при этом комплайнс лёгких был равен в среднем 0,89 мл/см H_2O , а уровень PaO_2 резко увеличился до 97,8 мм рт. ст.

Пошаговое снижение положительного давления на вдохе проводили на фоне увеличенного уровня РЕЕР до 8,7 см H_2O (на 2 см H_2O выше, чем уровень нижней точки перегиба). При постепенном снижении уровня PIP до стартовых показателей (16,9 см H_2O) и прежнем уровне РЕЕР

(+8,7 см H_2O), PaO_2 в пробе артериальной крови снижалось до средних значений – 68,2 мм рт. ст. В дальнейшем проводили постепенное снижение РЕЕР до уровня нижней точки перегиба петли «давление – объём».

Через 2 ч после завершения манёвра рекрутирования PaO_2 составило 58,5 мм рт. ст., а динамический комплайнс лёгких – 1,63 мл/см H_2O . Через 12 ч PaO_2 было равно 53,1 мм рт. ст., динамический комплайнс лёгких – 1,54 мл/см H_2O . В дальнейшем ИВЛ продолжали с уровнем РЕЕР, подобранным во время манёвра мобилизации. Динамика показателей газового состава крови и внешнего дыхания представлена в табл. 4.

Как показано в табл. 4, проведение манёвра мобилизации альвеол приводит к существенному увеличению оксигенации артериальной крови, при этом статистически значимые изменения $PaCO_2$ отсутствуют. Следует подчеркнуть, что даже через 12 ч после манёвра оксигенация оставалась на нормальном уровне.

Данные сравнительного анализа показателей респираторной поддержки у новорождённых в зависимости от проведения манёвра рекрутмента представлены в табл. 5.

Выявлено, что манёвр рекрутирования альвеол позволяет быстро снизить концентрацию кислорода во вдыхаемой смеси. В частности, после выполнения манёвра рекрутирования альвеол FiO_2

Таблица 3

Динамика показателей механических свойств лёгких и оксигенации в зависимости от уровня респираторной поддержки

Этап исследования	Показатели респираторной поддержки		PaO_2 , мм рт. ст.	Комплаинс, мл/см H_2O
	PIP, см H_2O	РЕЕР, см H_2O		
До манёвра	16,9 (16–18)	4,7 (4–5)	36,4 (30,5–41,7)	0,49 (0,37–0,61)
I этап манёвра	16,9 (16–18)	6,7 (6,2–7,3)	58,8 (42,5–74,1)	0,48 (0,37–0,61)
II этап манёвра	24,7 (22,5–26,9)	6,7 (6,2–7,3)	97,8 (55,7–138,5)	0,89 (0,80–0,96)
III этап манёвра	16,9 (16–18)	8,7 (8,2–9,3)	68,2 (50,9–85,5)	1,45 (1,08–1,80)
Через 2 ч после манёвра	16,9 (16–18)	8,7 (8,2–9,3)	58,5 (39,2–77,8)	1,63 (0,76–2,50)
Через 12 ч после манёвра	16,9 (16–18)	6,7 (6,2–7,3)	53,1 (43,1–62,9)	1,54 (1,14–1,94)

Таблица 4

Характеристика показателей газообмена и внешнего дыхания

Параметр	До манёвра	Через 2 ч после манёвра	Через 12 ч после манёвра
pH	7,27 (7,23–7,31)	7,32* (7,31–7,35)	7,33 (7,31–7,34)
PaO_2 , мм рт. ст.	36,4 (30,5–41,9)	58,5* (38,3–74,7)	53 (43,6–62,4)
$PaCO_2$, мм рт. ст.	40,7 (23,9–57,5)	43 (31,6–54,4)	42,9 (35,2–50,6)
PaO_2/FiO_2 , мм рт. ст.	83 (76–91)	–	223* (201–240)
SpO_2 , %	89,9 (89–90)	94,8* (94–96)	95 (95–96)
MAP, см H_2O	12,1 (11–13)	8,7 (8–9,5)	8,7* (8,0–9,5)
ДО выдох, мл	6,3 (5,2–6,8)	8,1 (7,5–8,4)	8,1* (7,5–8,4)

Примечание: *здесь и в табл. 5 – выявленные различия статистически значимы ($p < 0,05$).

Таблица 5

Характеристика респираторной поддержки лёгких после манёвра рекрутмента

Параметр	После манёвра	Контрольная группа
FiO_2 , %	25,8 (21–30)*	46 (40–50)
PIР, см H_2O	16,9 (16–18)	18,2 (17–20)
РЕЕР, см H_2O	6,7 (6,2–7,3)*	4 (3–5)
f , число/мин	37 (34–40)	36 (31–40)
Время вдоха, с	0,3 (0,29–0,32)	0,32 (0,29–0,33)

составила 25,8%, что было ниже исходных показателей на 46,1% и явилось статистически значимым ($p < 0,05$).

Следует подчеркнуть, что при проведении манёвра рекрутирования выраженных нарушений гемодинамики не отмечено, что свидетельствует об отсутствии негативного влияния манёвра мобилизации альвеол на сердечно-сосудистую систему и подтверждается и результатами других исследований [7, 12, 14, 15, 18].

Особого внимания заслуживают результаты, полученные при анализе показателей респираторной поддержки и биомеханических свойств лёгких в зависимости от возраста ребёнка на момент проведения манёвра рекрутмента (табл. 6).

При анализе показателей респираторной поддержки, газового состава и биомеханических свойств лёгких выявлено, что парциальное давление углекислого газа в конце выдоха у детей IB группы составило 50 мм рт. ст., что превысило показатели IA группы на 44% и явилось статистически значимым ($p < 0,05$). Именно нарастание гиперкапнии и гипоксемии явилось показанием к проведению манёвра на вторые сутки жизни. В IA группе до проведения манёвра имела место гипоксемия, которая, вероятнее всего, была обусловлена тахипноэ с целью компенсации метаболических нарушений, характерных для первых суток жизни. В процессе манёвра рассматриваемые показатели приближаются к референтным значениям независимо от времени проведения манёвра, и к концу мобилизации статистически значимые различия между группами отсутствуют.

Таблица 6

Показатели респираторной поддержки, газового состава крови и биомеханических свойств лёгких в зависимости от сроков проведения манёвра рекрутмента

Характеристика	До 24 ч	24–72 ч
PIР до манёвра, см H_2O	17,2 (16–18)	16,8 (16–18)
PIР максимальный, см H_2O	25 (24–27)	24,3 (23–26)
РЕЕР до манёвра, см H_2O	4,8 (4,7–5,0)	4,8 (4,5–5)
РЕЕР после манёвра, см H_2O	6,8 (6,5–7,5)*	6,7 (6,5–7,0)*
PaO_2 до манёвра, мм рт. ст.	36,3 (31–42)	37,4 (34–40)
PaO_2 максимальный, мм рт. ст.	82,1 (53–101)*	105,8 (79,5–139,5)*
PaO_2 через 2 ч после манёвра, мм рт. ст.	54,3 (42–67)	61,6 (50,0–72,5)*
pH до манёвра	7,3 (7,27–7,37)	7,2 (7,20–7,28)*
pH максимальный	7,4 (7,31–7,40)	7,3 (7,21–7,35)
pH через 2 ч после манёвра	7,3 (7,33–7,36)	7,3 (7,29–7,34)
PaCO_2 до манёвра, мм рт. ст.	33 (26,8–42,3)	50 а (39–59)
PaCO_2 при максимальных параметрах, мм рт. ст.	33 (30,9–46,0)	44 (33,7–54,0)
PaCO_2 через 2 ч после манёвра, мм рт. ст.	42 (38–50)	45 (37–49)*
Динамический комплайнс до манёвра, мл/см H_2O	0,5 (0,45–0,60)	0,5 (0,45–0,58)
Динамический комплайнс после манёвра, мл/см H_2O	1,3 (1,12–1,45)*	1,8 (1,41–1,94)*, а
Дыхательный объём на выдохе до манёвра, см ³	6,4 (5,5–6,6)	5,4 (4,5–6,3)
Дыхательный объём на выдохе после проведения манёвра, см ³	8,5 (7,5–10,2)*	7,8 (6,9–8,4)*
МАР до проведения манёвра, см H_2O	12,5 (12–14)	11,7 (11–13)
МАР после проведения манёвра, см H_2O	9 (9–10)*	8,6* (7,7–9,5)
SpO_2 до манёвра, %	89,8 (89–90)	89,7 (88,5–90,5)
SpO_2 после манёвра, %	94,9 (94–96)	94,6* (94,0–95,5)
FiO_2 до манёвра, %	44,6 (40–50)	52,1 (42,5–55,0)
FiO_2 после манёвра, %	25,2* (21–30)	26,7* (21–30)

Примечание: * – различия статистически значимы по сравнению с исходными данными ($p < 0,05$), а – различия статистически значимы между группами ($p < 0,05$)

Кроме этого, статистически значимые различия были характерны для динамического комплайенса лёгких и дыхательного объёма на выдохе. В частности, имело место значительное увеличение комплайенса лёгких до 1,3 и 1,8 мл/см H_2O у детей IA и IB групп, что превысило исходные показатели на 150 и 250% соответственно, при этом выявленные изменения были статистически значимыми как по сравнению с исходными показателями, так и между рассматриваемыми группами ($p < 0,05$).

Одновременно с увеличением комплайенса лёгочной ткани происходило увеличение дыхательного объёма на выдохе и снижение МАР в дыхательных путях. Дыхательный объём на выдохе у детей 1-й группы после проведения манёвра рекрутирования составил 8,5 см³, а у детей 2-й группы – 7,8 см³, что превысило исходные показатели на 33 и 44% соответственно, однако статистически значимые различия между группами отсутствовали.

Существенное увеличение комплайенса лёгких и дыхательного объёма послужило причиной выраженного снижения МАР в дыхательных путях после проведения манёвра, которое у детей IA группы составило 9 см H_2O , а IB группы – 8,6 см H_2O , что было ниже исходных показателей на 28 и 27% соответственно.

Необходимо подчеркнуть, что даже в процессе проведения манёвра рекрутирования статистически значимого увеличения МАР не происходило. Ни одного случая развития синдрома утечки воздуха при проведении манёвра рекрутирования не было. Таким образом, проведение манёвра рекрутирования не увеличивало риск возникновения синдрома утечки воздуха, о чём также свидетельствуют данные R. M. Kasparek [14].

Независимо от сроков проведения манёвра имело место существенное увеличение PaO_2 до нормальных значений и SpO_2 . Парциальное давление кислорода у детей IA группы после проведения манёвра рекрутирования составило 54,3 мм рт. ст., а у детей IB группы – 61,6 мм рт. ст., что превысило исходные показатели на 49,6 и 64,7% и явилось статистически значимым ($p < 0,05$).

Таким образом, проведение манёвра рекрутирования оправдано не только сразу после рождения ребёнка, когда проведена заместительная терапия сурфактантом и явления дыхательной недостаточности компенсированы, но и на протяжении всего острого периода РДСН, при нарастании явлений гипоксемии на фоне прекращения действия экзогенного сурфактанта и прогрессирования интерстициального отёка лёгких.

Проведение манёвра мобилизации альвеол на 2–3-и сутки жизни обладает более выраженным клиническим эффектом и способствует максимально быстрому регрессированию интерстици-

ального отёка, о чём свидетельствуют вышепредставленные данные.

Также был проведён анализ оценки эффективности манёвра рекрутирования в зависимости от массы тела при рождении и гестационного возраста новорождённых, при этом статистически значимых различий, имеющих клиническое значение, не выявлено, о чём свидетельствуют данные, представленные в табл. 7.

При анализе исходов заболевания в зависимости от применения манёвра рекрутирования установлено, что у детей 1-й группы отсутствовали случаи возникновения судорожного синдрома, синдрома утечки воздуха, язвенно-некротического энтероколита, а также повторной интубации и проведения ИВЛ в раннем неонатальном периоде и на первом году жизни. Только лишь у одного ребёнка имел место гемодинамически значимый артериальный проток, что существенно ниже показателя контрольной группы. Кроме того, имело место существенное снижение частоты ОРВИ в течение первого года жизни в сравнении со 2-й группой. Бронхообструктивный синдром также чаще встречался у детей 2-й группы. Бронхолегочная дисплазия имела место в 13% случаев в 1-й группе, и в 9% – во 2-й, что, вероятнее всего, связано с тем, что в 1-й группе абсолютное число детей с очень низкой массой тела было значительно больше (65 и 26% соответственно). Этим же объясняется и более высокая частота манифестации внутриутробной инфекции, синдрома двигательных нарушений и ретинопатии у недоношенных детей 1-й группы. Патологические изменения электроэнцефалограммы отмечены у 70% пациентов 1-й и 72,7% детей 2-й группы, при этом наиболее выраженные изменения были характерны для пациентов 2-й группы. Статистически значимых различий по длительности пребывания в стационаре и продолжительности ИВЛ не выявлено.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют, что манёвр рекрутирования альвеол обладает высокой клинической эффективностью у новорождённых с РДСН, существенно улучшает показатели газообмена [3, 9, 14], способствует регрессированию гипоксемии и уменьшению многочисленных осложнений основного заболевания, что оказывает благоприятное влияние на исход заболевания.

Выводы

1. Применение манёвра рекрутирования альвеол у новорождённых с респираторным дистресс-синдромом позволяет существенно улучшить показатели газообмена, оксигенации крови и механических свойств лёгких и свидетельствует о высокой клинической эффективности данной терапевтической стратегии.

Таблица 7

Оценка эффективности манёвра рекрутмента в зависимости от массы тела и срока гестации

Характеристика	Масса тела < 1 500 г	Масса тела > 1 500 г
PaO ₂ до манёвра, мм рт. ст.	36,4 (32–41)	37,8 (34–41)
PaO ₂ при максимальных параметрах, мм рт. ст.	91,8 (60–115)	98,3 (67–130)
PaO ₂ после манёвра, мм рт. ст.	56,8 (49–64)	60,5 (51,0–74,5)
Paco ₂ до манёвра, мм рт. ст.	36,6 (24,8–55,0)	41,2 (46–58)
Paco ₂ при максимальных параметрах, мм рт. ст.	36,7 (31–46)	42,4 (29,6–53,0)
Paco ₂ после манёвра, мм рт. ст.	43,9 (38–50)	43,2 (36–49)
pH до манёвра	7,29 (7,27–7,34)	7,23 (7,19–7,27)
pH при максимальных параметрах манёвра	7,34 (7,33–7,40)	7,29 (7,21–7,32)
pH после манёвра	7,32 (7,32–7,35)	7,34 (7,30–7,36)
Динамический комплайнс до манёвра, мл/см H ₂ O	0,5 (0,45–0,51)	0,6 (0,53–0,60)
Динамический комплайнс после манёвра, мл/см H ₂ O	1,4 (1,30–1,46)	1,8 (1,50–2,05)
Дыхательный объём на выдохе до манёвра, см ³	6,3 (5,6–6,6)	5,1 (4,55–5,50)
Дыхательный объём на выдохе после проведения манёвра, см ³	8,7 (7,6–8,8)	7,1 (6,7–8,3)
MAP до проведения манёвра, см H ₂ O	12,3 (12–14)	11,6 (10,5–13,0)
MAP после проведения манёвра, см H ₂ O	8,8 (9–10)	8,7 (8,0–9,5)
SpO ₂ до манёвра, %	89,6 (89–90)	90 (89–91)
SpO ₂ после манёвра, %	94,7 (94–96)	94,9 (94,0–95,6)
FiO ₂ до манёвра, %	46,3 (40–50)	52,5 (42,5–55,0)
FiO ₂ после манёвра, %	25 (21–30)	27,8 (23–30)
Характеристика	Срок гестации < 30 недель	Срок гестации > 30 недель
PaO ₂ до манёвра, мм рт. ст.	36,8 (32–41)	37 (34–40)
PaO ₂ при максимальных параметрах, мм рт. ст.	92,9 (60–115)	96,6 (65–151)
PaO ₂ после манёвра, мм рт. ст.	56,5 (49–64)	61,7 (50–81)
Paco ₂ до манёвра, мм рт. ст.	37,4 (24,8–35,0)	41,4 (46–58)
Paco ₂ при максимальных параметрах, мм рт. ст.	37,7 (31,0–48,5)	40,7 (25–52)
Paco ₂ после манёвра, мм рт. ст.	44,8 (38–50)	40,9 (34–48)
pH до манёвра	7,29 (7,25–7,34)	7,24 (7,20–7,28)
pH при максимальных параметрах манёвра	7,32 (7,3–7,4)	7,28 (7,20–7,34)
pH после манёвра	7,32 (7,31–7,35)	7,34 (7,30–7,37)
Динамический комплайнс до манёвра, мл/см H ₂ O	0,5 (0,45–0,52)	0,6 (0,5–0,6)
Динамический комплайнс после манёвра, мл/см H ₂ O	1,4 (1,30–1,46)	1,8 (1,5–2,3)
Дыхательный объём на выдохе до манёвра, см ³	6,2 (5,6–6,6)	5,2 (4,5–5,5)
Дыхательный объём на выдохе после проведения манёвра, см ³	8,6 (7,5–9,8)	7,1 (6,6–8,4)
MAP до проведения манёвра, см H ₂ O	12,4 (12–14)	11,4 (10–13)
MAP после проведения манёвра, см H ₂ O	8,8 (8–10)	8,8 (8–10)
SpO ₂ до манёвра, %	89,6 (89–90)	90 (89–92)
SpO ₂ после манёвра, %	94,8 (94–96)	94,7 (94–96)
FiO ₂ до манёвра, %	45,9 (40–50)	54,3 (45–60)
FiO ₂ после манёвра, %	24,8 (31–30)	28,7 (25–30)

2. Оптимальным сроком для манёвра рекрутирования альвеол являются 2–3-и сутки после рождения ребёнка, что обеспечивает большую клиническую эффективность и стабильность показателей газообмена и биомеханических свойств лёгких.

3. Основными показателями, подтверждающими эффективность использования манёвра

рекрутирования у новорождённых с РДСН, являются парциальное давление кислорода в артериальной пробе крови, динамический комплайнс лёгких и объём выдоха, которые существенно улучшаются после проведения манёвра.

4. Манёвр рекрутирования альвеол у новорождённых с РДСН способствует уменьшению

частоты осложнений основного заболевания, что оказывает положительное влияние на отдаленный исход патологического процесса в целом.

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

СПбПМУ Министерства здравоохранения РФ
194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2.
Тел.: 8 (812) 591-79-19.

Александрович Юрий Станиславович
доктор медицинских наук, профессор, заведующий
кафедрой анестезиологии-реаниматологии и

неотложной педиатрии ФПК и ПП.
E-mail: jalex1963@mail.ru

Печуева Ольга Андреевна
аспирант кафедры анестезиологии-реаниматологии
и неотложной педиатрии
ФПК и ПП.
E-mail: o_pechueva@mail.ru

Пиенисов Константин Викторович
кандидат медицинских наук, доцент кафедры
анестезиологии-реаниматологии и неотложной
педиатрии ФПК и ПП.
E-mail: Psh_K@mail.ru

Литература

1. Александрович Ю. С., Печуева О. А., Пиенисов К. В. Маневр мобилизации альвеол в интенсивной терапии респираторного дистресс-синдрома у новорожденных // Анестезиол. и реаниматол. – 2011. – № 1. – С. 66–68.
2. Власенко А. В., Остапенко Д. А. Сочетанное применение Сурфактант-БЛ и маневра рекрутмента у больных с ОРДС различного генеза // Материалы II Беломорского симпозиума, Архангельск, 2007. – С. 119–120.
3. Никифоров Ю. В., Зорина Ю. Г., Мороз В. В. Обоснование безопасности маневра «открытия альвеол» у кардиохирургических больных с низкой фракцией выброса левого желудочка // Общ. реаниматол. – 2009. – № 3. – С. 20–23.
4. Методическое письмо «Интенсивная терапия и принципы выхаживания детей с экстремально низкой и очень низкой массой тела при рождении // ФГБУ «Научный центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. акад. В. И. Кулакова» Минздрава России, 2011. – 71 с.
5. Сметкин А. А., Суборов Е. В., Кузиков В. В. и др. Маневр рекрутмента альвеол при остром повреждении легких // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. – 2008. – № 1. – С. 208.
6. Фомичев М. В. Респираторный дистресс-синдром у новорожденных // Екатеринбург: ИРА УТК, 2007. – 342 с.
7. Boriosi J. P., Sapru A., Hanson J. H. et al. Efficacy and safety of lung recruitment in pediatric patients with acute lung injury // Pediatr. Crit. Care Med. – 2011. – Vol. 12, № 4. – P. 431–436.
8. David M., Gervais H. W., Karmrodt J. et al. Effect of a lung recruitment maneuver by high-frequency oscillatory ventilation in experimental acute lung injury on organ blood flow in pigs // Crit. Care. – 2006. – Vol. 10, № 4. – P. R100.
9. Hodgson C., Keating J. L., Holland A. E. et al. Recruitment manoeuvres for adults with acute lung injury receiving mechanical ventilation // Cochrane Database Syst. Rev. – 2009. – Apr. 15, № 2. – CD006667.
10. Frerichs I., Dargaville P. A., van Genderingen H. et al. Lung volume recruitment after surfactant administration modifies spatial distribution of ventilation // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 2006. – Vol. 174, № 7. – P. 772–779.
11. International consensus conferences in intensive care medicine. Ventilator-associated lung injury in ARDS. American Thoracic Society, European Society of Intensive Care Medicine, Société de Réanimation Langue Française // Intens. Care Med. – 1999. – Vol. 25. – P. 1444–1452.
12. Gattinoni L., Pelosi P., Crotti S. et al. Effects of positive end-expiratory pressure on regional distribution of tidal volume and recruitment in adult respiratory distress syndrome // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 1995. – Vol. 151. – P. 1807–1814.
13. Jauncey-Cooke J. I., Bogossian F., East C. E. Lung recruitment – a guide for clinicians // Aust. Crit. Care. – 2009. – Vol. 22, № 4. – P. 155–162.
14. Kacmarek R. M., Villar J. Lung recruitment maneuvers during acute respiratory distress syndrome: is it useful? // Minerva Anestesiol. – 2011. – Vol. 77, № 1. – P. 85–89.
15. Kim S. Y. Neonatal respiratory distress: recent progress in understanding pathogenesis and treatment outcome // Korean J. Pediatrics. – 2010. – Vol. 53, № 1. – P. 1–6.
16. Maggiore S. M., Lellouche F., Pigeot J. et al. Prevention of endotracheal suctioning-induced alveolar derecruitment in acute lung injury // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 2003. – Vol. 167, № 9. – P. 1215–1224.
17. Morán I., Zavala E., Fernández R., et al. Recruitment manoeuvres in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome // Eur. Respir. J. – 2003. – Vol. 22. – P. 37–42.
18. Morán I., Blanch L., Fernández R. et al. Acute physiologic effects of a stepwise recruitment maneuver in acute respiratory distress syndrome // Minerva Anestesiol. – 2011. – Vol. 77, № 12. – P. 1167–1175.
19. Polglase G. R., Moss T. J., Nitsos I. et al. Differential effect of recruitment manoeuvres on pulmonary blood flow and oxygenation during HFOV in preterm lambs // J. Appl. Physiol. – 2008. – Vol. 105, № 2. – P. 603–610.
20. Prodhan P., Noviski N. Pediatric acute hypoxemic respiratory failure: management of oxygenation // J. Intens. Care Med. – 2004. – Vol. 19, № 3. – P. 140–153.
21. Sweet D., Bevilacqua G., Carnielli V. et al. European consensus guidelines on the management of neonatal respiratory distress syndrome // J. Perinat. Med. – 2007. – Vol. 35. – P. 175–186.