

УДК: 616.831-053.31:615.9(049.2)
DOI: 10.24061/2413-4260.X.2.36.2020.11

Д.М. Сурков

КП «Дніпропетровська обласна дитяча
клінічна лікарня» ДОР
(м. Дніпро, Україна)

МЕТОД ПІДБОРУ ВЕЛИЧИН РЕЕР
ПІД ЛЕГЕНЕВИМ УЛЬТРАЗВУКОВИМ
КОНТРОЛЕМ У НОВОНАРОДЖЕНИХ
З РЕСПІРАТОРНИМ
ДИСТРЕС-СИНДРОМОМ.
ВИПАДОК З ПРАКТИКИ

Резюме

У статті описаний випадок з практики підбору величини РЕЕР під ультразвуковим контролем легень при проведенні штучної вентиляції легень у новонародженого з респіраторним дистрес-синдромом. Продемонстроване діагностичне значення зменшення V-лінії та появи A-лінії як предикторів розкриття легеневого ателектазів. Практика низькооб'ємного легеневого рекрутменту, який досягається за рахунок збільшення функціональної залишкової ємності, а не підвищення пікового інспіраторного тиску, може вважатись більш безпечною щодо ризику вентилятор-асоційованих пошкоджень легень і розвитку важкого синдрому витоку повітря. Крім того, відсутність істотних коливань парціального тиску діоксиду вуглецю прогностично є більш позитивною щодо зменшення церебральної перфузії. Але потрібні додаткові відкриті контрольовані дослідження достатнього доказового рівня, перш ніж можна буде зробити остаточні висновки.

Ключові слова: новонароджені; ультразвук; легені; рекрутмент; РЕЕР.

Перелік умовних скорочень:

ВАІТН – відділення анестезіології та інтенсивної терапії для новонароджених
ГРДС – гострий респіраторний дистрес-синдром
РДС – респіраторний дистрес-синдром
УЗД – ультразвукове дослідження
ШВЛ – штучна вентиляція легень
BE – Base Excess, надлишок основ
Cdyn – динамічний комплайнс легень
CI – Confidential Interval, довірчий інтервал
CPAP – Continuous Positive Airway Pressure, постійний позитивний тиск в дихальних шляхах
etCO₂ – End-Tidal, парціальний тиск діоксиду вуглецю у видихуваному повітрі
FiO₂ – інспіраторна фракція кисню
MAP – Mean Airway Pressure, середній тиск в дихальних шляхах
PaO₂ – парціальний тиск кисню в артеріальній крові
PEEP – Positive End Expiratory Pressure, позитивний тиск наприкінці видиху
PIP – Peak Inspiratory Pressure, піковий тиск в кінці вдиху
Pmean – середній тиск в дихальних шляхах
PvCO₂ – парціальний тиск діоксиду вуглецю в венозній крові
pH – зворотний десятичний логарифм концентрації іонів водню в крові
PvO₂ – парціальний тиск кисню в венозній крові
SpO₂ – сатурація киснем периферичної крові
Tin – тривалість часу вдиху
TVol – Tidal Volume, об'єм видиху

Незважаючи на досягнення сучасної медицини щодо розуміння особливостей фізіології періоду новонародженості та досліджень неонатальної патології, а також широке застосування замісної терапії сурфактантами, респіраторний дистрес-синдром (РДС) та хвороба гіалінових мембран залишаються однією з найчастіших проблем, котрі супроводжують ранній неонатальний період у недоношених немовлят [1].

Частота захворюваності на РДС у країнах з низьким рівнем соціально-економічного розвитку та смертність від хвороби гіалінових мембран при-

близно в 10 разів вища, ніж у розвинених країнах. Приблизно у 50% новонароджених, народжених в терміні гестації 26-28 тижнів, розвивається респіраторний дистрес-синдром, тоді як у недоношених немовлят, народжених в терміні гестації 30-31 тижнів, мають такий стан менше 30% малюків [2].

За літературними даними частота захворюваності на РДС становить 42% у немовлят вагою при народженні 501-1500 г, 71% - у новонароджених вагою 501-750 г, 54% - у немовлят вагою 751-1000 г, 36% - у малюків вагою 1001-1250 г, та 22% - у недоношених вагою 1251-1500 г [1].

Головною метою лікування недоношених дітей з РДС є своєчасне розкриття ателектазу легень та запобігання дерекрутменту. Окрім замісної терапії сурфактантами, стратегії лікування включають проведення легеневого рекрутменту через подовжений вдих одразу після народження, широке застосування високопоточної CPAP-терапії, неінвазивну вентиляцію легень. Але, незважаючи на це, штучна вентиляція легень (ШВЛ) залишається основним методом лікування у разі розвитку важких дихальних розладів [3-5].

Оскільки для збільшення здатності легень до оксигенації крові головним є підвищення функціональної залишкової ємності, стратегії ШВЛ мають будуватись перш за все на підборі позитивного тиску наприкінці видиху (Positive End Expiratory Pressure, РЕЕР). Напрочуд, рекомендації щодо вибору рівня РЕЕР для недоношених дітей, які ґрунтувались би на доказових дослідженнях, поки що обмежені [6]. Переважна більшість неонатальних центрів застосовує рівні РЕЕР в діапазоні 3-9 см водн.ст. [7], незважаючи на той факт, що рекомендовані величини середнього тиску в дихальних шляхах (MAP, Pmean) при проведенні високочастотної осциляторної вентиляції легень є значно вищими та сягають 20-25 см водн.ст. [8]. Так само більші величини РЕЕР використовують при проведенні ШВЛ у дорослих з гострим респіраторним дистрес-синдромом (ГРДС) [9], хоча величина легеневого комплайнсу природно нижча у новонароджених.

У будь-якому випадку, більшість авторів вважа-

ють, що підбір РЕЕР як у дорослих, так і у новонароджених, має носити індивідуалізований характер, а не протокольне застосування [5, 9].

Останнім часом нашу увагу привернуло використання ультразвуку як для діагностики респіраторного дистресу, так і для можливості підбору рівня РЕЕР та виявлення точки рекрутменту / дерекрутменту. Варто зазначити, що діагностична спроможність УЗД у діагностиці РДС продемонструвала високу чутливість 91.3% (95% СІ: 70.5-98.5% та специфічність 92.6% (95% СІ: 74.2-98.7%) у порівнянні з традиційною рентгенологічною діагностикою (чутливість 69.6% (95% СІ: 47.0-85.9%) та специфічність 81.5% (95% СІ: 61.2-92.9%) відповідно) [10-12].

Використання УЗД для підбору величини РЕЕР у дорослих, без докладного опису власне методики, полягає у покроковому підвищенні на 1-2 см водн.ст. до зменшення або щезнення В-ліній та появи А-ліній, що свідчить про розкриття ателектазу та зменшення інтерстиціального набряку [13, 14]. Паралельно контролюються всі показники легеневої механіки та оксигенації, метою є досягнення співвідношення $PaO_2/FiO_2 > 200$ мм рт.ст., або $SpO_2/FiO_2 > 265$ [9].

Грунтуючись на цій стратегії, у відділенні анестезіології та інтенсивної терапії для новонароджених (ВАІТН) КП «Дніпропетровська обласна дитяча клінічна лікарня» ДОР» ми розпочали використання ультразвукового контролю легень під час проведення підбору параметрів ШВЛ у новонароджених з РДС.

До уваги читачів пропонується наступний випадок з практики.

Новонароджений С., хлопчик 32 тижні гестації, народився о 5:11 шляхом ургентного кесаревого розтину через сідничне передлежання. Оцінка за Апгар при народженні 7/7 балів. Від народження на СРАР терапії 6 см водн. ст., FiO_2 30%, SpO_2 95-96%. Через дві години стан погіршився, проведена інтубація трахеї. ШВЛ в режимі Pressure Control з параметрами: PIP 18 см водн.ст., РЕЕР 5 см водн.ст., FiO_2 30%, SpO_2 95-96%. Введено 2 флакони сурфактанту Сурванта. Допроведений до ВАІТН ДОДКЛ.

При надходженні о 9:45 стан важкий, проводиться ШВЛ режимі Pressure Control з параметрами: PIP 21 см водн.ст., РЕЕР 5 см водн.ст., FiO_2 40%, Ti_n 0.32, TVol 23 мл, SpO_2 100%. Поступово FiO_2 зменшено 35% → 30% → 25%, при цьому оксигенація задовільна, SpO_2 95-96%.

Протягом 5 годин стан поступово погіршився, збільшилась залежність від дотації кисню, FiO_2 30%, SpO_2 93%, індекс SpO_2/FiO_2 склав 310 при нормативному значенні 315. Показники газового складу центральної венозної крові компенсовані, рН 7,36; $PvCO_2$ 40,9 мм рт.ст., PvO_2 41 мм рт.ст., ВЕ -2,6. При цьому $etCO_2$ 28 мм рт.ст., тобто різниця показників $PvCO_2$ та $etCO_2$ складала [-12] мм рт.ст.

Було зроблено УЗД обстеження легень на якому виявлені ознаки інтерстиціального синдрому важкого ступеня (рис. 1).

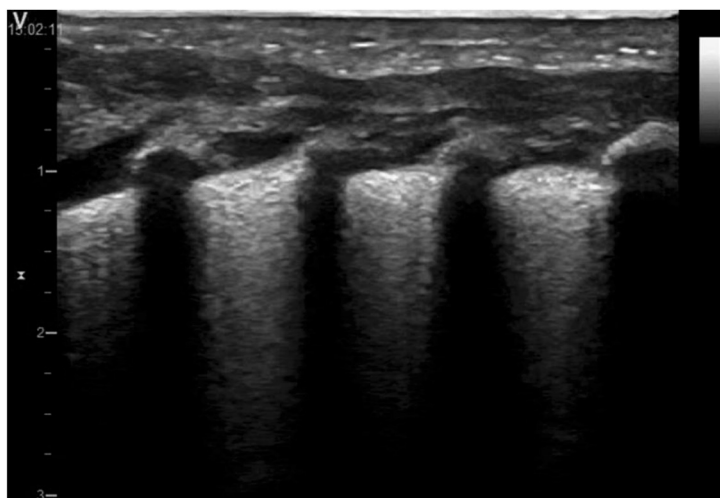


Рис. 1. Дані легеневого ультразвукового обстеження о 15:02. Тотальні зливні В-лінії в усіх міжреберних проміжках, відсутні А-лінії. Динамічний комплайнс легень S_{dup} 1,5 мл/см водн.ст. Параметри вентиляції та газообміну: РЕЕР 6 см водн.ст., інспіраторний тиск над РЕЕР 12 см водн.ст., FiO_2 30%, SpO_2 93%, $etCO_2$ 28 мм рт.ст.

Під контролем УЗД було розпочато покрокове підвищення рівню РЕЕР (рис. 2-9) до моменту появи А-ліній та суттєвого зменшення кількості В-ліній. Протягом проведення маневру легеневого рекрутменту проводився кардіореспіраторний моніторинг частоти серцевих скорочень, артеріального тиску, SpO_2 та $etCO_2$. Окрім того, стан гемодинаміки оцінювався ультразвуковим методом із застосуванням протоколу Focused Neonatal Echocardiography (Європейське Товариство Кардіологів, 2013).

На малюнку 7 представлені показники моніторингу параметрів штучної вентиляції легень.

Привертає увагу істотне збільшення динамічного комплайнсу легень порівняно із початком підбору РЕЕР.

Оскільки було досягнуто суттєве збільшення динамічного комплайнсу, скачкоподібне підвищення сатурації крові при відсутності збільшення концентрації кисню ($SpO_2/FiO_2 = 330$), це було розцінене як точка рекрутменту. При цьому, незважаючи на відсутність змін параметрів вентиляції, спостерігалось додаткове збільшення динамічного комплайнсу легень, що свідчило про продовження процесу рекрутменту (рис. 8).

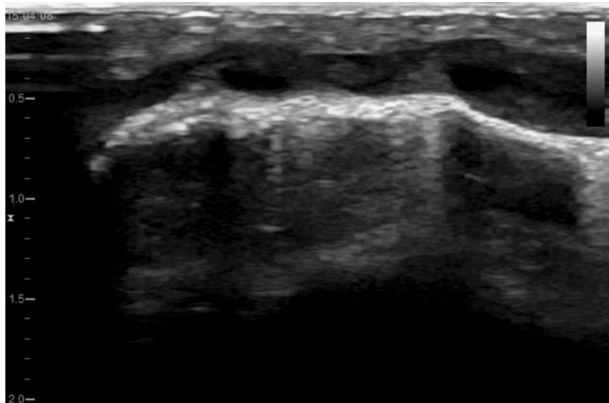


Рис. 2. Дані легеневого ультразвукового обстеження о 15:04. Параметри вентиляції та газообміну: PEEP 8 см водн.ст., інспіраторний тиск над PEEP 12 см водн.ст., FiO₂ 30%, SpO₂ 94%, etCO₂ 32 мм рт.ст.

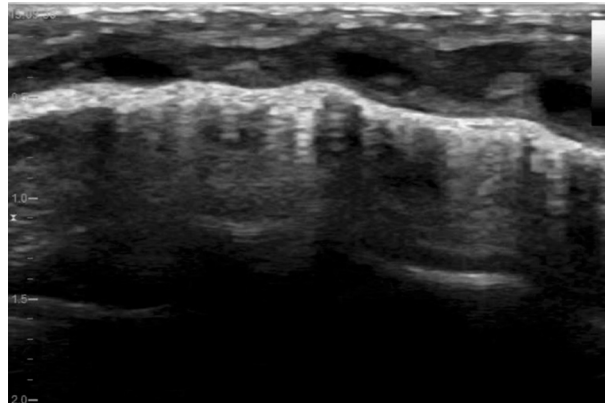


Рис. 3. Дані легеневого ультразвукового обстеження о 15:07. Параметри вентиляції та газообміну: PEEP 10 см водн.ст., інспіраторний тиск над PEEP 12 см водн.ст., FiO₂ 30%, SpO₂ 95%, etCO₂ 32 мм рт.ст.

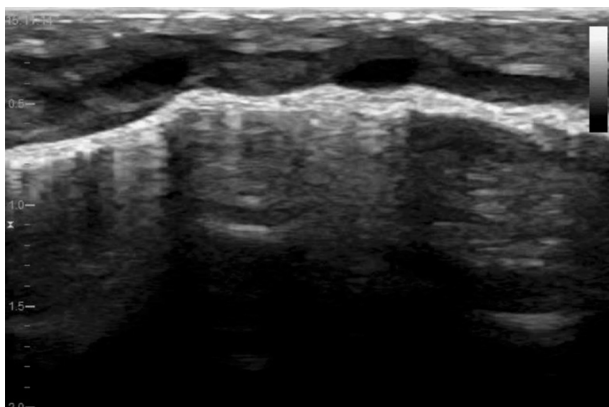


Рис. 4. Дані легеневого ультразвукового обстеження о 15:11. Параметри вентиляції та газообміну: PEEP 12 см водн.ст., інспіраторний тиск над PEEP 12 см водн.ст., FiO₂ 30%, SpO₂ 96%, etCO₂ 34 мм рт.ст. Параметри гемодинаміки: частота серцевих скорочень 131 за 1 хв., артеріальний тиск 91/38(55) мм рт.ст.

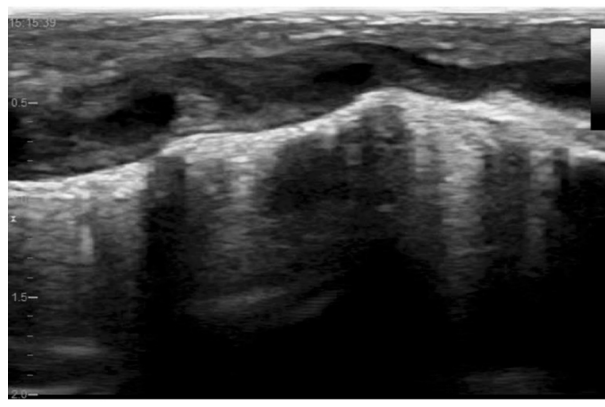


Рис. 5. Дані легеневого ультразвукового обстеження о 15:15. Параметри вентиляції та газообміну: PEEP 15 см водн.ст., інспіраторний тиск над PEEP 12 см водн.ст., FiO₂ 30%, SpO₂ 97%, etCO₂ 36 мм рт.ст.

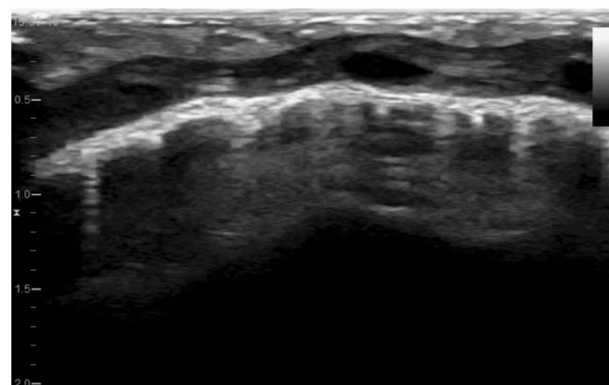


Рис. 6. Дані легеневого ультразвукового обстеження о 15:30. Параметри вентиляції та газообміну: PEEP 18 см водн.ст., інспіраторний тиск над PEEP 12 см водн.ст., FiO₂ 30%, SpO₂ 99%, etCO₂ 36 мм рт.ст. Параметри гемодинаміки: частота серцевих скорочень 122 за 1 хв., артеріальний тиск 74/36(48) мм рт.ст.



Рис. 7. Показники моніторингу параметрів ШВЛ о 15:30. Динамічний комплайн легень Cdyn 2,5 мл/ см водн.ст.



Рис. 8. Показники моніторингу параметрів ШВЛ о 15:30. Динамічний комплайн легень C_{dyn} 3,8 мл/см водн.ст.

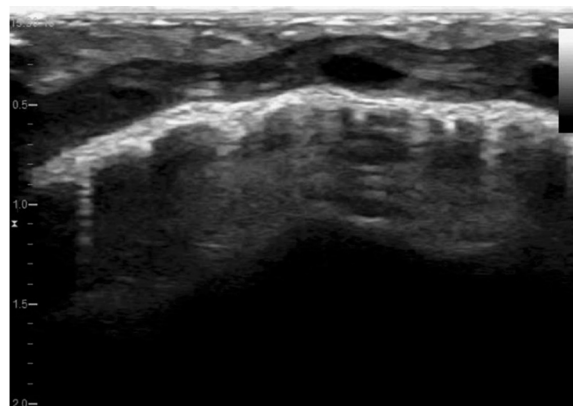


Рис. 9. Дані легеневого ультразвукового обстеження о 17:00. Параметри вентиляції та газообміну: PEEP 8 см водн.ст., інспіраторний тиск над PEEP 12 см водн.ст., FiO₂ 30%, SpO₂ 98%, etCO₂ 36 мм рт.ст.

Після цього виконання легеневого рекрутменту нами вважалось завершеним, і почалось поступове зменшення рівню PEEP, яке тривало до 17:00. На рисунку 9 наведені результати ультразвукового дослідження легень. Помітні чітко виражені А-лінії, В-лінії тонкі та поодинокі. Нами це було розцінене як інтерстиційний синдром легкого ступеня.

Наступного дня дитина знаходилась вже на помірних параметрах ШВЛ режимі Pressure Control та була повністю незалежна від дотації кисню: PIP 15 см водн.ст., PEEP 5 см водн.ст., FiO₂ 21%, Tin 0.35, TVol 28 мл, SpO₂ 97%. Ще через 2 дні новонародженого було екстубовано, та після двох днів мінімальної неінвазивної вентиляції через назальні канюлі, респіраторну підтримку було остаточно припинено.

Даний випадок продемонстрував можливість застосування УЗД контролю легень для підбору величини PEEP у новонароджених з РДС, котрі знаходяться на штучній вентиляції. Очевидно, що практика низькооб'ємного легеневого рекрутменту, який досягається за рахунок збільшення функціональної залишкової ємності, а не

підвищення пікового інспіраторного тиску, може вважатись більш безпечною щодо ризику вентилятор-асоційованих пошкоджень легень і розвитку важкого синдрому витoku повітря. Крім того, відсутність істотних коливань парціального тиску діоксиду вуглецю прогностично є більш позитивною щодо зменшення церебральної перфузії. Але потрібні додаткові відкриті контрольовані дослідження достатнього доказового рівня, перш ніж можна буде зробити остаточно висновки.

У подальшому автором планується проведення обсерваційного когортного дослідження ультразвукових легневих профілів немовлят з респіраторним дистрес синдромом та їх клінічного та рентгенологічного зіставлення для вивчення предикторів розвитку вентилятор-асоційованих пошкоджень легень та розвитку РДС у малюків різного гестаційного віку.

Інформація про конфлікт інтересів. Автор статті не має конфлікту інтересів.

Дані про фінансування. Немає зовнішнього джерела фінансування.

Література

1. Dyer J. Neonatal respiratory distress syndrome: tackling a worldwide problem. *Pharm Therap.* 2019;44(1):12-4.
2. Donda K, Vijayakanthi N, Dapaah-Siakwan F, Bhatt P, Rastogi D, Rastogi S. Trends in epidemiology and outcomes of respiratory distress syndrome in the United States. *Pediatr Pulmonol.* 2019;54(4):405-14. doi: 10.1002/ppul.24241
3. Sweet DG, Carnielli V, Greisen G, Hallman M, Ozek E, Te Pas A, et al. European Consensus Guidelines on the Management of Respiratory Distress Syndrome – 2019 Update. *Neonatology.* 2019;115(4):432-50. doi: 10.1159/000499361
4. Jauncey-Cooke J, Bogossian F, Hough JL, Schibler A, Davies MW, Grant CA, et al. Lung recruitment maneuvers for reducing respiratory morbidity in mechanically ventilated neonates (Protocol). *Cochr Datab Syst Rev*[Internet]. 2012[cited 2019 Dec 28];7. Available from: [http://eprints.qut.edu.au/69541/1/Jauncey-Cooke_2012_Lung_recruitment_manoeuvres_for_reducing_respiratory_morbidity_in_mechanically_ventilated_neonates_\(Protocol\).pdf](http://eprints.qut.edu.au/69541/1/Jauncey-Cooke_2012_Lung_recruitment_manoeuvres_for_reducing_respiratory_morbidity_in_mechanically_ventilated_neonates_(Protocol).pdf)
5. Chao KY, Lin YW, Chiang CE, Tseng CW, Mu SC. Sustained inflation: The lung recruitment maneuvers for neonates. *Paediatr Resp Rev*[Internet]. 2019[cited 2020 Jan 12];S1526-42. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1526054219300958?via%3Dihub> doi:10.1016/j.prrv.2019.09.010
6. Bamat NA, Fierro J, Wang Y, Millar D, Kirpalani H. Positive end-expiratory pressure for preterm infants requiring conventional mechanical ventilation for respiratory distress syndrome or bronchopulmonary dysplasia. *Cochr Datab Syst Rev*[Internet]. 2019[cited 2020 Jan 19];2(2):CD004500. Available from: <https://www.cochranlibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD004500.pub3/full> doi: 10.1002/14651858.CD004500.pub3
7. Bamat NA, Guevara JP, Bryan M, Roberts RS, Yoder BA, Lemyre B, et al. Variation in positive end-expiratory pressure levels for mechanically ventilated extremely low birth weight infants. *J Pediatr.* 2018;194:28-33. doi: 10.1016/j.jpeds.2017.10.065

8. Wu R, Li N, Hu J, Zha L, Zhu H, Zheng G, et al. Application of lung recruitment maneuver in preterm infants with respiratory distress syndrome ventilated by proportional assist ventilation. *Zhonghua Er Ke Za Zhi*. 2014;52(10):741-4.
9. Gancia P, Pomero G. Lung recruitment strategies. *Ital J Pediatr*[Internet]. 2015[cited 2020 Jan 11];41:A13. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1186/1824-7288-41-S1-A13>
10. Gupta V, Panigrahy N, Venkatlakshmi A, Chirma DK, Pandita A. Diagnostic ability of bedside lung Ultrasound in neonates with respiratory distress. *J Pediatr Neonatal Care*. 2018;8(6):308-12. doi: 10.15406/jpnc.2018.08.00364
11. Jagła M, Grudziń A, Starzec K, Tomasiak T, Zasada M, Kwinta P. Lung ultrasound in the diagnosis of neonatal respiratory failure prior to patient transport. *J Clin Ultrasound*. 2019;47(9):518-25. doi: 10.1002/jcu.22766.
12. Liu J, Copetti R, Sorantin E, Lovrenski J, Rodriguez-Fanjul J, Kurepa D, et al. Protocol and guidelines for point-of-care lung ultrasound in diagnosing neonatal pulmonary diseases based on International Expert Consensus. *J Vis Exp*[Internet]. 2019[cited 2019 Dec 27];145:e58990. Available from: <https://www.jove.com/video/58990/protocol-guidelines-for-point-care-lung-ultrasound-diagnosing> doi:10.3791/58990
13. Singh A, Gupta A, Sen MK, Suri JC, Chakrabarti S, Bhattacharya D. Utility of bedside lung ultrasound for assessment of lung recruitment in a case of acute respiratory distress syndrome. *Lung India*. 2019;36(5):451-6. doi: 10.4103/lungindia.lungindia_330_17
14. Tang KQ, Yang SL, Zhang B, Liu HX, Ye DY, Zhang HZ, et al. Ultrasonic monitoring in the assessment of pulmonary recruitment and the best positive end-expiratory pressure. *Medicine*[Internet]. 2017[cited 2020 Jan 12];96(39):e8168. Available from: https://journals.lww.com/md-journal/Fulltext/2017/09290/Ultrasonic_monitoring_in_the_assessment_of.62.aspx

МЕТОД ПОДБОРА ВЕЛИЧИНЫ РЕЕР ПОД ЛЕГОЧНЫМ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ КОНТРОЛЕМ У НОВОРОЖДЕННЫХ С РЕСПИРАТОРНЫМ ДИСТРЕСС-СИНДРОМОМ. СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ

Д.Н. Сурков

**КП «Днепропетровская областная детская клиническая больница» ДОР
(г. Днепр, Украина)**

Резюме

В статье описан случай из клинической практики подбора величины РЕЕР под ультразвуковым контролем легких при проведении искусственной вентиляции легких у новорожденного с респираторным дистресс-синдромом. Продемонстрировано диагностическое значение уменьшения В-линий и появления А-линий как предикторов раскрытия легочных ателектазов. Практика низкообъемного легочного рекрутмента, который достигается за счет увеличения функциональной остаточной емкости, а не повышение пикового инспираторного давления, может считаться более безопасной в отношении риска вентилятор-ассоциированных повреждений легких и развития тяжелого синдрома утечки воздуха. Кроме того, отсутствие существенных колебаний парциального давления диоксида углерода прогностически более положительной по уменьшению церебральной перфузии. Но нужны дополнительные открытые контролируемые исследования достаточного доказательного уровня, прежде чем можно будет сделать окончательные выводы.

Ключевые слова: новорожденные; ультразвук; лёгкие; рекрутмент; РЕЕР.

PEEP ADJUSTMENT UNDER LUNG ULTRASOUND CONTROL IN NEONATES WITH RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME. A CLINICAL CASE PRESENTATION

D. M. Surkov

**Dnipropetrovsk Regional Children's Clinical Hospital
(Dnipro, Ukraine)**

Summary

The article describes a clinical case presentation of PEEP adjustment under lung ultrasound control in a newborn with respiratory distress syndrome during artificial respiration. Diagnostic value for B-line reduction and appearance of A-lines as predictors of lung atelectasis opening is demonstrated. The practice of low-volume lung recruitment which is achieved by functional residual capacity increasing rather than raising of inspiratory peak pressure can be considered safer as to the risk of ventilator-associated lung injury and the development of severe air leakage syndrome. In addition, the absence of significant fluctuations in the partial pressure of carbon dioxide is prognostically more positive in terms of reducing cerebral perfusion. Nevertheless, additional evidence based data needs to be collected before any further conclusions can be drawn.

Keywords: Newborns; Ultrasound; Lungs; Recruitment; PEEP.

Контактна інформація:

Сурков Денис Миколайович – д.мед.н., завідувач відділенням анестезіології та інтенсивної терапії для новонароджених КП «Дніпропетровська обласна дитяча клінічна лікарня ДОР» (м. Дніпро, Україна)
Контактна адреса: Вул. Космічна, 13, 49100, Дніпро, Україна
Контактний телефон: +380503425522
E-mail: densurkov@hotmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6456-8493>

Контактная информация:

Сурков Денис Николаевич – д.мед.н., заведующий отделением анестезиологии и интенсивной терапии для новорожденных КП «Днепропетровская областная детская клиническая больница ДОР» (г. Днепр, Украина)
Контактный адрес: ул. Космическая, 13, 49100, Днепр, Украина
Контактный телефон: +380503425522
E-mail: densurkov@hotmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6456-8493>

Contact Information:

Surkov Denys - MD, PhD, Head of Neonatal Intensive Care Unit, Dnipropetrovsk Regional Clinical Children's Hospital (Dnipro, Ukraine)
Contact address: Kosmichna St, 13, 49100, Dnipro, Ukraine
Contact Phone: +380503425522
E-mail: densurkov@hotmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6456-8493>

© Д.М. Сурков, 2020

© D.M. Surkov, 2020

Надійшло до редакції 13.03.2020 р.
Підписано до друку 28.05.2020 р.