

УДК: 616.24-007.288-036-07-073.7-053.31
DOI: 10.24061/2413-4260.XIII.4.50.2023.22

О. І. Оболонський¹, О. Ю. Оболонська²,
О. Г. Капустіна¹

КП «Регіональний медичний центр родинного здоров'я» ДОР¹,
Дніпровський державний медичний університет²
(м. Дніпро, Україна)

ЕФЕКТИВНІСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МОНІТОРИНГУ МАНЕВРУ РЕКРУТУВАННЯ У НОВОНАРОДЖЕНИХ З АТЕЛЕКТАЗОМ ЛЕГЕНЬ НА ПРИКЛАДІ КЛІНІЧНОГО ВИПАДКУ

Резюме

Рутинна приліжкова діагностика ефективності лікування у реальному часі без рентгенологічного навантаження є найбільш актуальним питанням у інтенсивній терапії респіраторних захворювань, в тому числі у новонароджених. Ультразвукового моніторингу стану легень досить нове слово в своєчасній діагностиці їх захворювань. Використання рекрутмент маневру у новонароджених доказало свою ефективність, а за умов наявності постійного контролю за станом легень і безпечність. У статті представлено досвід використання ультразвукового моніторингу маневру рекрутування та клінічний випадок, який це демонструє.

У дитини з респіраторним дистрес синдромом діагностовано на 1 добу життя ателектаз легень. Під контролем УЗД легень виконано рекрутмент маневр за методикою контрольованого поетапного нарощування позитивного тиску наприкінці видиху (Positive End Expiratory Pressure, PEEP) з 5 см H₂O до 8 см H₂O протягом 2-х хв. і в подальшому до 10-11 см H₂O протягом наступних 2-х хв. у режимі PC (Pressure Controlled Ventilation). Потім, впродовж певного часу, проводилось титрування PEEP (зменшення) до 5 см H₂O. Кожені 2 хв. проводився моніторинг SpO₂, CO₂, УЗД легень при підвищенні остаточного тиску в дихальних шляхах. Зміни на УЗД легень протягом рекрутмент маневру демонстрували покращення вентиляції легень на ураженій ділянці (спочатку зменшення В-лінії (з 6-8 в одному міжреберному проміжку до 3), а в подальшому поява А-лінії). Рентгенологічно було підтверджено розправлення ателектазу.

Публікація матеріалів погоджена з Комісією з біоетики КП «Регіональний медичний центр родинного здоров'я» ДОР. Усі анамнестичні дані, результати обстежень та фотоматеріали опубліковані за письмовою згодою батьків новонародженої дитини.

Висновок. УЗД є валідним, доцільним методом діагностики, що дозволяє клініцистам отримати неінвазивну, швидку, приліжкову інформацію стосовно стану легень у новонароджених з ателектазом легень при проведенні рекрутмент маневру без ризиків пов'язаних з рентгенографією.

Ключові слова: ателектаз легень; ультразвукова діагностика легень; новонароджені; рекрутмент маневр.

Актуальність

Рутинна приліжкова діагностика ефективності лікування у реальному часі без рентгенологічного навантаження є найбільш актуальним питанням у інтенсивній терапії респіраторних захворювань, до таких методів відноситься ультразвукова діагностика [4, 6]. Ультразвуковий моніторинг стану легень – досить нове слово в своєчасній діагностиці патології легень у невідкладній допомозі, тому ведеться багато дискусій стосовно валідності цього методу. Візуалізація змін не обмежується визначенням причини дифузного захворювання легень (таких як респіраторний дистрес синдром (РДС), але також допомагає спостерігати за його розвитком і керувати налаштуванням параметрів штучної вентиляції легень (ШВЛ) [12]. Ера COVID-19 стала поштовхом до розвитку та популяризації цього методу діагностики [1]. Однак це дослідження ще не є протокольним інструментом і більшість статей у доступних джерелах стосується більш дорослого контингенту хворих [11]. Лікування захворювань легень, які потребують ШВЛ та ускладнень у новонароджених, особливо недоношених, є складним та високотехнологічним.

Хоча ця терапія часто рятує життя, вона водночас несе в собі ризик пошкодження легень у вигляді пневмотораксу, бронхолегенної дисплазії та ін. [3]. Рекрутмент маневри (РМ) використовуються для відкриття

коллабованої легень, а підвищення позитивного тиску наприкінці видиху (Positive End Expiratory Pressure, PEEP) для запобігання циклічного колапсу, як частина підходу до вентиляції з відкритими легеньми, щоб збільшити об'єм легень у кінці видиху, покращити газообмін та оксигенацію, зменшити ушкодження легень, пов'язане з баротравмою [2, 5]. Використання РМ доказало свою ефективність в умовах наявності контролю за станом легень, і безпечність у недоношених дітей з ателектазом [10, 13]. Необхідність визначити «оптимальний PEEP» відповідно до індивідуальних потреб пацієнта та його реакцію на терапію, та можливий розвиток пневмотораксу при перевищенні тиску в дихальних шляхах, потребує контролю капнографії та сатурації при кожному налаштуванні і додаткової візуалізації процесів впродовж РМ.

Мета. На власному клінічному досвіді наочно оцінити показовість ультразвукової діагностики (УЗД) легень у недоношених новонароджених з ателектазом при виконанні рекрутмент маневру.

Матеріал та методи дослідження

Дослідження проводилось на базі Відділення інтенсивної терапії для новонароджених з виїзною неонатологічною бригадою КП «Регіональний медичний центр

родинного здоров'я» ДОР у 2022-2023 рр. Клінічне обстеження та лікування дітей проводилося відповідно до наказу МОЗ України про затвердження «Протоколу медичного догляду за новонародженою дитиною з малою масою тіла при народженні» № 584 від 29.08.2006 р. [7] та Оновленого уніфікованого клінічного протоколу «Респіраторний дистрес-синдром у передчасно народжених дітей» 2018 р. [9]. Для закриття артеріальної протоки всі діти отримували рестриктивну терапію [8]. У 18 недоношених новонароджених з ателектазами легень було проведено легеневий РМ. Середній гестаційний вік дітей склав $32 \pm 4,1$ тижнів, вага тіла 1623 ± 106 г, з них хлопчиків – 10 (55,6 %), дівчаток – 8 (44,4 %), середня тривалість перебування на ліжку в інтенсивному блоці – $7,1 \pm 2,1$ днів, середня тривалість на ШВЛ – $5,4 \pm 1,1$ дні. Всім обстеженим дітям було діагностовано респіраторний дистрес-синдром новонароджених, наявність ателектазу легень. Ателектаз діагностовано клінічно та підтверджено рентгенологічно та додатково за допомогою УЗД легень.

УЗД дослідження проводилось на апараті GE VIVID T8 (США) з використанням лінійного датчику (L6-12-RS, 6-13 MHz) згідно BLUE-protocol. Легеневий РМ – підвищення РЕЕР та динаміки тиску вдиху для розправлення ателектатичних ділянок легеневої тканини, проводився за методикою контрольованого поетапного нарощування РЕЕР з 5 см до 8 см H_2O протягом 2-х хв. і, в подальшому, що 2 хв. до 10-11 см H_2O у режимі РС. Потім титрувався РЕЕР (зменшувався) до мінімального тиску наприкінці вдиху (5 см H_2O) з моніторингом SpO_2 , CO_2 та проводилось УЗД легень кожні 2 хв. при підвищенні тиску в дихальних шляхах.

Результати дослідження. Була отримана позитивна респіраторна динаміка. Середній термін інвазивної вентиляції у дітей з ателектазом склав $5,4 \pm 1,1$ доби, що на $1,5 \pm 1,3$ доби менше ніж без використання маневру. Ускладнень у вигляді пневмотораксу та емфізематозу у дітей не відмічалось. Проведені дослідження до початку терапії та по закінченню маневру у всіх дітей показали достовірні та специфічні зміни у рентгенологічній та УЗД картині.

Клінічний випадок. Новонароджена дитина К., жіночого полу з вагою при народженні 1770 г, зростом 39 см, з оцінкою за шкалою Апгар 7/7 балів

була народжена шляхом кесаревого розтину від першої вагітності терміном гестації 35 тижнів. Пологи перші, передчасні, в 33 тижні, шляхом кесарського розтину з приводу дистресу плода. В пологовому залі проводились такі заходи: санація верхніх дихальних шляхів, вентиляція мішком Амбу та маскою, інтубація трахеї, введення 240 мг препарату сурфактанту ендотрахеально, проведення ШВЛ. Дитина надійшла у відділення через 2 години після народження. Стан дитини при надходженні тяжкий за рахунок дихальних розладів: втягіння поступливих місць грудної клітини, тахіпноє, залежності від вентиляції та кисню. При огляді відмічались гіперзбудливість, гіперестезія, дезадаптація з апаратом ШВЛ, морфо-функціональна незрілість. Дитині на етапі транспортування проводилася респіраторна підтримка методом ШВЛ. У відділенні продовжена ШВЛ, у режимі РС, параметри корегувались згідно показників кислотно-лужного стану (КЛС), капнометрії та оксигенації, відмічалась висока киснева залежність: вміст кисню в дихальній суміші (FiO_2) 0,6. Параметри вентиляції: частота вдихів (f) 50 за хв., піковий тиск на вдосі (PIP)/ позитивний тиск наприкінці видиху (РЕЕР)/середній тиск в дихальних шляхах (MAP) – 22/6,4/11 см H_2O , час вдиху (Tins 0,38) s., дихальний об'єм (TV) – 24 ml. Аускультативно: дихання було ослаблене, справа над середньою та верхньою долями не вислуховувалось, над іншими відділами – крепітуючі хрипи. Був поставлений діагноз: респіраторний дистрес синдром: ателектаз верхньої та середньої долі лівої легені. Недоношеність 33 тижня.

Рентгенологічні дані наведено у рисунку 1а. За Bedside Lung Ultrasound in Emergency (BLUE-protocol) проведено ультразвукове дослідження легень (рис. 1в). Картині наявності ателектазу на рентгенограмі відповідали грубі зміни на УЗД легень у вигляді повного зникнення А ліній, поглиблення і деформація В ліній з додатковими включеннями, порушення руху плеври. Було проведено РМ, показники якого наведено в таблиці 1. Кожні 2 хвилини здійснювався контроль УЗД легень до досягнення змін у ультразвуковій картині, який свідчив про покращення вентиляції легень на ураженій ділянці і розправлення ателектазу (спочатку зменшення В ліній (з 6-8 в одному міжреберному проміжку до 3), потім поява А-ліній на фоні В-ліній, нормалізація руху плеври), що вважалось за «оптимальний РЕЕР» відповідно до індивідуальних потреб пацієнта (рис. 1 с, d).

Таблиця 1

Показники параметрів вентиляції в процесі рекрутмент маневру

Показники	Початок РМ	2 хв.	4 хв.	6 хв.	8 хв.	10 хв.	Через 30 хв
FiO_2	0,6	0,6	0,6	0,45	0,3	0,28	0,26
$P_{ET}CO_2$	53	53	45	34	33	32	34
f дих в хв.	50	50	50	50	50	50	50
PIP	22	22	22	22	22	20	20
РЕЕР	6,5	8	10	10	7	6	6
MAP	11	13	14	14	12	10	10
TV	24	26	28	32	36	36	38
SpO_2	89	90	94	94	94	95	96

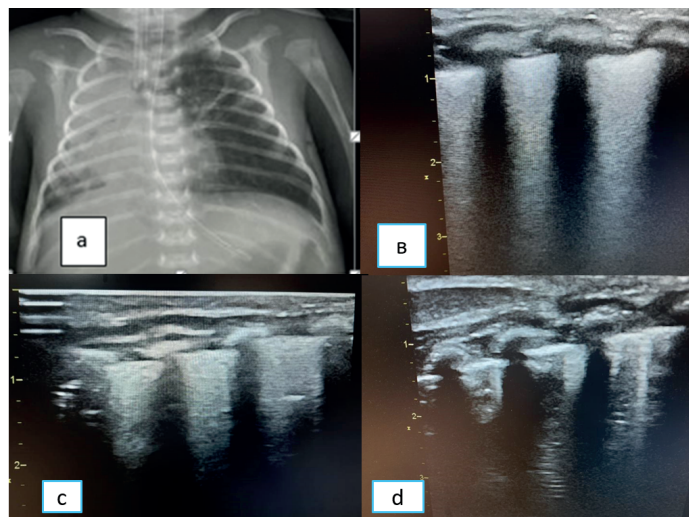


Рис. 1. Рентгенологічна (а) та ультразвукова картина до РМ (в), та зміни ультразвукової картини протягом РМ (с, d).

Сатурація була нормалізована на четвертій хвилині РМ. Рентгенологічно підтверджено розправлення ателектазу (рис. 2а).

Зміни на УЗД після РМ демонстрували покращення вентиляції легень на ураженій ділянці (поява нормаль-

них А ліній на фоні В ліній, нормалізація руху плеври) (рис. 2в).

Також визначено показники кислотно-лужного стану крові (КОС) (табл. 2). За показниками КЛС відмічалось зменшення проявів респіраторного ацидозу.

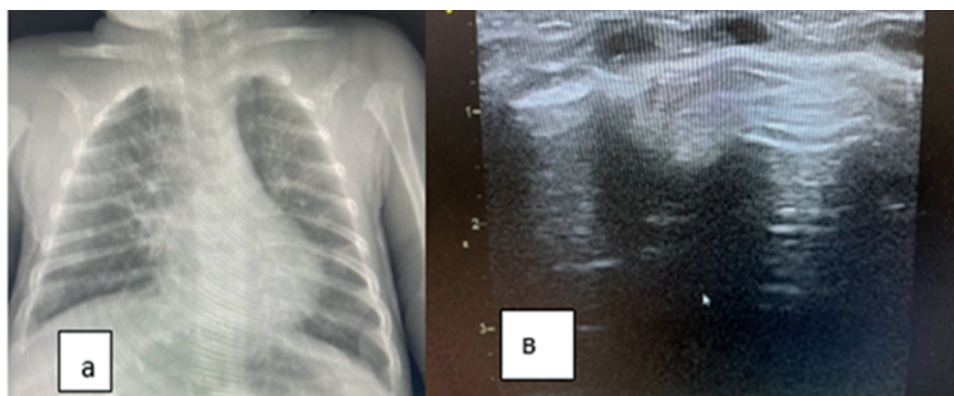


Рис. 2. Рентгенологічна (а) та ультразвукова картина після РМ (в)

Таблиця 2

Показники кислотно-лужного стану крові

Показник	pH	pCO ₂	pO ₂	BE
Початок рекрутменту	7,31	55	34	-3,9
Через 30 хв по закінченні	7,35	37	46	2,8

Примітка: pCO₂ – парціальний тиск вуглекислого газу, pO₂ – парціальний тиск кисню, BE- надлишок лугів

Після проведення РМ параметри ШВЛ коригувались згідно КЛС та капнографії, відмічалось зниження кисневої залежності та «пом'якшення» параметрів вентиляції (табл. 1).

Як і будь-який метод, ультразвук має свої обмеження, які пов'язані з фізикою методу та потребує досвідченості дослідника в інтерпретації одержуваних зображень. Проте, УЗД зараз розглядається як кращий, а в деяких випадках, як один із основних методів діагностики.

Робота є складовою дослідження ультразвукових легневих профілів у немовлят з респіраторним дистрес-синдромом та їх клінічного й рентгенологічного зіставлення для вивчення факторів ризику розвитку вентилятор-асоційованих пошкоджень легень

у малюків різного гестаційного віку, яке проводиться у відділенні [14].

Висновок. УЗД є валідним, доцільним методом діагностики, що дозволяє клініцистам отримати неінвазивну, швидку, приліжкову інформацію стосовно стану легень у недоношених новонароджених з ателектазом легень при проведенні РМ без ризиків пов'язаних з рентгенографією.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Джерела фінансування. Робота виконана власним коштом.

Література:

1. Albanesi M, Cozzi D, Cavigli E, Moroni C, Frezzetti G, Bartolini L, et al. Systemic Emergencies in COVID-19 Patient: A Pictorial Review. *Tomography*. 2022;8(2):1041-51. doi: 10.3390/tomography8020084
2. Baedorf Kassis E, Loring SH, Talmor D. Recruitment maneuvers: using transpulmonary pressure to help Goldilocks. *Intensive Care Med*. 2017;43(8):1162-3. doi:10.1007/s00134-017-4784-2
3. Blazek EV, East CE, Jauncey-Cooke J, Bogossian F, Grant CA, Hough J. Lung recruitment manoeuvres for reducing mortality and respiratory morbidity in mechanically ventilated neonates. *Cochrane Database Syst Rev [Internet]*. 2021[cited 2023 Aug 22];3(3):CD009969. Available from: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD009969.pub2/full> doi: 10.1002/14651858.CD009969.pub2
4. Bouhemad B, Mongodi S, Via G, Rouquette I. Ultrasound for «lung monitoring» of ventilated patients. *Anesthesiology*. 2015;122(2):437-47. doi: 10.1097/ALN.0000000000000558
5. Cressoni M, Chiumello D, Algieri I, Brioni M, Chiurazzi C, Colombo A, et al. Opening pressures and atelectrauma in acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 2017;43(5):603-11. doi: 10.1007/s00134-017-4754-8
6. Durand P, De Luca D, Tissieres P. What's new in lung ultrasound in the critically ill or injured child. *Intensive Care Med*. 2019;45(4):508-11. doi: 10.1007/s00134-018-5356-9
7. Про затвердження Протоколу медичного догляду за новонародженою дитиною з малою масою тіла при народженні. Наказ МОЗ України від 29.08.2006р. № 584 [Інтернет]. Київ: МОЗ України; 2006 [цитовано 2023 Сер 22]. Доступно: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0584282-06#Text>
8. Obolonskyi A, Snisar V, Surkov D, Obolonska O. Management of patent ductus arteriosus in premature infants. *Med. perspekt*. 2019;24(2):33-40. doi: 10.26641/2307-0404.2019.2.170125
9. Про затвердження Уніфікованого клінічного протоколу вторинної (спеціалізованої) та третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги «Респіраторний дистрес-синдром у передчасно народжених дітей». Наказ МОЗ України від 05.05.2021р. № 873 [Інтернет]. Київ: МОЗ України; 2021 [цитовано 2023 Сер 22]. Доступно: https://www.dec.gov.ua/wp-content/uploads/2021/05/2021_873_rds.pdf
10. Pensier J, de Jong A, Hajjaj Z, Molinari N, Carr J, Belafia F, et al. Effect of lung recruitment maneuver on oxygenation, physiological parameters and mortality in acute respiratory distress syndrome patients: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2019;45(12):1691-702. doi: 10.1007/s00134-019-05821-9
11. Staub LJ, Biscaro RRM, Maurici R. Accuracy and Applications of Lung Ultrasound to Diagnose Ventilator-Associated Pneumonia: A Systematic Review. *J Intensive Care Med*. 2018;33(8):447-55. doi: 10.1177/0885066617737756
12. Stefanidis K, Moser J, Vlahos I. Imaging of Diffuse Lung Disease in the Intensive Care Unit Patient. *Radiol Clin North Am*. 2020;58(1):119-31. doi: 10.1016/j.rcl.2019.08.005
13. Vento G, Ventura ML, Pastorino R, Kaam AH, Carnielli V, Cools F, et al. Lung recruitment before surfactant administration in extremely preterm neonates with respiratory distress syndrome (IN-REC-SUR-E): a randomised, unblinded, controlled trial. *Lancet Respir Med*. 2021;9(2):159-66. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30179-X
14. Сурков ДМ. Метод підбору величини РЕЕР під легеневим ультразвуковим контролем у новонароджених з респіраторним дистрес-синдромом. Випадок з практики. *Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина*. 2020;10(2(36)):83-7. doi: 10.24061/2413-4260.X.2.36.2020.11

EFFICACY OF ULTRASOUND MONITORING OF RECRUITMENT MANEUVER IN NEWBORNS WITH PULMONARY ATELECTASIS: A CLINICAL CASE STUDY

O. I. Obolonsky¹, O. Y. Obolonska², O. G. Kapustina¹

**ME «Regional Medical Center of Family Health» of the State Health Service of Ukraine¹,
Dnipro State Medical University²
(Dnipro, Ukraine)**

Summary.

Real-time, routine bedside diagnosis of treatment efficacy without radiation exposure is the greatest challenge facing intensive care medicine in respiratory disease, including neonates. Ultrasound for lung monitoring is a major step forward in the timely diagnosis of respiratory disease. The use of a recruitment maneuver has been shown to be effective in the treatment of atelectasis and safe while monitoring lung status. This article presents the experience of using an ultrasound-guided lung recruitment maneuver and a clinical case to demonstrate it.

A child with respiratory distress syndrome was diagnosed with pulmonary atelectasis on day 3. A lung ultrasound-guided recruitment maneuver was performed using the method of controlled gradual increase of PEEP from 5 cm to 8 cm H₂O for 2 minutes and then to 10-11 cm H₂O for the next 2 minutes in PCV mode (pressure-controlled ventilation). PEEP was then titrated (decreased) to the minimum inspiratory pressure (5 cm H₂O). SpO₂ and capnography were closely monitored, and lung ultrasound was performed every 2 minutes during pressure increase to monitor status. Ultrasound imaging showed improvement of lung ventilation in the affected area during the recruitment maneuver (first reduction of B-lines, then normal pattern with A-lines on the background of B-lines, normalization of respiratory movement of the pleura). Chest x-ray confirmed resolution of atelectasis.

The Bioethics Committee of ME «Regional Medical Center of Family Health» DRC» has approved the publication of materials. All anamnestic data, examination results and photographic materials were published with the written informed consent of the parents of the newborn.

Conclusions. Ultrasound examination is a valid and appropriate diagnostic method that allows clinicians to obtain non-invasive, rapid, bedside information about the lung status of newborns with pulmonary atelectasis during the recruitment maneuver, avoiding the risks associated with radiography.

Key words: Pulmonary Atelectasis; Diagnostic Lung Ultrasound; Newborns; Recruitment maneuver.

Контактна інформація:

Оболонський Олексій Іванович – кандидат медичних наук, лікар анестезіолог дитячий відділення інтенсивної терапії новонароджених з виїзною неонатологічною бригадою КП «Регіональний медичний центр родинного здоров'я» ДОР (м. Дніпро, Україна).

e-mail: a_obolonskij@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3190-0402>

Оболонська Ольга Юрївна – доктор філософії, асистент кафедри пропедевтики дитячих хвороб та педіатрії № 2 Дніпровського державного медичного університету (м. Дніпро, Україна).

e-mail: o_obolonskaja@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9863-1828>

Капустіна Оксана Григорівна – кандидат медичних наук, завідувачка відділення інтенсивної терапії новонароджених з виїзною неонатологічною бригадою КП «Регіональний медичний центр родинного здоров'я» ДОР (м. Дніпро, Україна).

e-mail: oxanakupustina76@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0312-0481>

Contact information:

Oleksii Obolonskyi – Candidate of Medical Science, anesthesiologist of the Neonatal Intensive Care Unit, Municipal Enterprise «Regional Medical Centre of Family Health of Dnipropetrovsk Regional Council» (Dnipro, Ukraine).

e-mail: a_obolonskij@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3190-0402>

Olha Obolonska – PhD, Associate Professor of the Department of Propaedeutics of Children's Diseases and Pediatrics 2, Dnipro State Medical University (Dnipro, Ukraine)

e-mail o_obolonskaja@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9863-1828>

Oksana Kapustina – Candidate of Medical Science, Head of the Neonatal Intensive Care Unit, Municipal Enterprise «Regional Medical Centre of Family Health of Dnipropetrovsk Regional Council» (Dnipro, Ukraine).

e-mail: oxanakupustina76@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0312-0481>

Надійшло до редакції 13.07.2023 р.

Підписано до друку 10.10.2023 р.

