

Д. В. Усенко, А. А. Белінська, М. Ю. Слущька

## ВПЛИВ ВИСОКОЧАСТОТНОЇ ОСЦИЛЯЦІЇ ГРУДНОЇ КЛІТКИ НА ДИНАМІКУ КЛІНІЧНИХ СИМПТОМІВ ПОЗАЛІКАРНЯНОЇ ПНЕВМОНІЇ У ДІТЕЙ

Одеський національний медичний університет, Одеса, Україна

УДК 616.24-002-053.2-085.846

Д. В. Усенко, А. А. Белінська, М. Ю. Слущька

### ВПЛИВ ВИСОКОЧАСТОТНОЇ ОСЦИЛЯЦІЇ ГРУДНОЇ КЛІТКИ НА ДИНАМІКУ КЛІНІЧНИХ СИМПТОМІВ ПОЗАЛІКАРНЯНОЇ ПНЕВМОНІЇ У ДІТЕЙ

Одеський національний медичний університет, Одеса, Україна

Лікування пневмонії у дітей залишається актуальним питанням сучасної педіатричної практики. Постійна тенденція до неухильного зростання кількості дітей з пневмонією підтверджується недостатньою ефективністю застосовуваних методів медикаментозної терапії. Отримані результати дослідження дають можливість розробки нового ефективного немедикаментозного методу лікування пневмонії у дітей, такого як високочастотна осциляція грудної клітки, яка спрямована на поліпшення мукоциліарного кліренсу респіраторного тракту, відновлення дренажу бронхіального дерева та легеневої вентиляції.

**Ключові слова:** високочастотна осциляція грудної клітки, пневмонія, діти.

UDC 616.24-002-053.2-085.846

D. V. Usenko, A. A. Belinska, M. Yu. Slutska

### THE INFLUENCE OF HIGH-FREQUENCY CHEST WALL OSCILLATION ON THE DYNAMICS OF CLINICAL SYMPTOMS OF COMMUNITY-ACQUIRED PNEUMONIA IN CHILDREN

Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine

**Introduction.** Pneumonia remains an important medical and social problem in pediatrics and requires new modern approaches to its management. High-frequency chest wall oscillation (HFCWO) is one of the innovative non-drug methods of restoring the drainage of the bronchial tree, which can be included in the daily therapeutic complex of pneumonia in children.

**Objective** – to study the influence of high-frequency chest wall oscillation on the dynamics of clinical symptoms of community-acquired pneumonia (CAP) in children.

**Materials and methods.** The research included 121 children aged 6 to 17 years ( $11.73 \pm 0.53$  years) with acute and uncomplicated course of moderate CAP. Among the surveyed children there were 65 ( $61.27 \pm 8.2\%$ ) boys and 56 ( $52.74 \pm 7.4\%$ ) girls, who were divided into two groups. The first group (FG) consisted of 61 children (35 boys and 26 girls), who were prescribed basic therapy (BT) and procedures of HFCWO using the device “The Vest”. The second group (SG) included 60 children (27 boys and 33 girls) who received only BT.

**Results.** The positive dynamics of clinical symptoms on the background of the complex treatment of acute and uncomplicated CAP with the use of HFCWO procedures was observed in children of FG due to the fact that some symptoms disappeared probably earlier. First of all, it concerned the intensity and productivity of cough, auscultatory changes in the lungs. In most children of FG was normalized by the end of the course of complex treatment, only in isolated cases there was a slight cough and sputum in a small amount. Whereas in SG children there was a productive cough and a discharge of more sputum, which required a prolongation of basic treatment.

**Conclusion.** The results of the study allow to recommend as an adjunct to the basic therapy of pneumonia the procedure of high-frequency chest wall oscillation to restore the functioning of the respiratory tract in children.

**Key words:** high-frequency chest wall oscillation, pneumonia, children.

Пневмонія є однією з частих форм ураження дихальної системи та залишається провідною інфекційною причиною захворюваності та смертності серед дітей [1]. За даними Дитячого фонду ООН (ЮНІСЕФ), пневмонія щорічно зумовлює смерть понад 800 000 дітей у всьому світі [2]. Оскільки пневмонія поширена й асоціюється зі значною захворюваністю та смертністю дітей, важливим є своєчасне діагностування пневмонії, правильне розпізнавання її ускладнень або основних станів та належне лікування пацієнтів [3; 4].

Комплексний ефективний захист бронхолегеневої системи у дітей забезпечують природні механізми, зокрема мукоциліарний кліренс (МЦК) та кашльовий рефлекс [5], які підтримують достатній легеневий кліренс, запобігають обструкції дихальних шляхів та відновлюють дренажну функцію респіраторного тракту [6].

Виникнення більшості клінічних симптомів у дітей з позалікарняною пневмонією пов'язані з порушенням очисної та бар'єрної функції МЦК [7; 8]. Базисне медикаментозне лікування неповною мірою ефективне у разі порушення МЦК у дітей з позалікарняною пневмонією. Актуальним вважаємо пошук та розробку немедикаментозних методів терапії відновлення функціонування МЦК у дітей.

Одним із таких напрямів є терапія з очищення дихальних шляхів (англ. Airway Clearance Therapy – АСТ), спрямована на стимуляцію кліренсу респіраторного тракту, відновлення дренажної функції бронхіального дерева та поліпшення легеневого газообміну [7; 9].

Серед сучасних методів бронходренажу слід відзначити високочастотну осциляцію грудної клітки (ВЧОГК) (англ. high-frequency chest wall oscillation – HFCWO). В основі методу лежить вібраційно-компресійний вплив системи очищення дихальних шляхів

«The Vest Airway Clearance System» на бронхолегеневу систему, що досягається високочастотними малоамплітудними осциляціями бронхіальної стінки, які сприяють мобілізації мокротиння з бронхів, покращенню реологічних властивостей патологічного секрету та полегшення його евакуації [10; 11]. «The Vest» як апарат із компресійним впливом на грудну клітку покращує ефективність еластичних властивостей легень, дихальної площі та її розтяжність, що призводить до покращення функціональних та об'ємних показників легень [12; 14]. У дітей із муковісцидозом спостерігалось поширення лікування саме ВЧОГК та відзначалось покращення МЦК дихальних шляхів у разі такої патології [12–14].

**Мета дослідження** – вивчити вплив високочастотної осциляції грудної клітки на динаміку клінічних симптомів позалікарняної пневмонії у дітей.

**Матеріал та методи дослідження.** Спостереження за 121 дитиною із позалікарняною пневмонією із неускладненим та гострим перебігом відбувалось на базі відділення пульмонології при КНП «Одеська обласна дитяча клінічна лікарня» ООР. Серед дітей, що обстежували у рамках нашого дослідження, було 65 (61,27±8,2%) хлопчиків та 56 (52,74±7,4%) дівчаток віком від 6 до 17 років (11,73±0,53 року).

Хворих дітей, що увійшли до спостереження, розподілили на дві групи. Перша група налічувала 61 дитину (35 хлопчиків та 26 дівчаток), яким було призначено базисну терапію [15], а також процедури бронходренажу методом ВЧОГК із застосуванням апарату «The Vest». Процедури осциляції виконували за допомогою надувного жилета, який одягали на грудну клітку дитині та з'єднували з дистанційним імпульсним генератором повітряного тиску. Процедури проводили у положенні сидячи з урахуванням віку дітей та типу конституції. Загальна кількість призначених процедур становила 10. Для проведення щоденних процедур дренажу бронхіального дерева хворим дітям першої групи були призначені 2-етапні 6 режимів ВЧОГК, які відрізнялись між собою значеннями параметрів осциляції [16; 17].

До другої групи увійшло 60 хворих дітей (27 хлопчиків та 33 дівчинки), які отримували тільки базисну терапію.

Дітям проводили комплексне клініко-лабораторне обстеження, яке включало вивчення скарг, даних анамнезу захворювання, загальний огляд, оцінку об'єктивного статусу від початку БТ та у динаміці клінічних змін хворих дітей. Для виконання статистичної обробки досліджень використовували калькулятор «Simple Interactive Statistical Analysis» (SISA), також Microsoft Excel 2010.

Протокол дослідження ухвалений етичним комітетом КНП «Одеська обласна клінічна лікарня» ООР та відповідно до принципів Гельсінської Декларації. Були проінформовані батьки пацієнтів, хворі діти та взята згода щодо проведення досліджень.

**Результати дослідження та їх обговорення.** До пульмонологічного відділення хворі діти потрапляли після виникнення перших виражених симптомів захворювання, зазвичай на 3–5 день (4,56±0,59). У першій

групи дітей у стаціонарі відзначали такі скарги, як: загальна слабкість у 55 дітей (89,65%), фебрильна температура тіла у 40 дітей (61,92%), субфебрильна температура тіла у 13 дітей (20,0%), головний біль у 7 дітей (10,23%), нежить у 25 дітей (37,89%), продуктивний кашель у 11 дітей (16,76%), малопродуктивний кашель у 46 дітей (71,44%), сухий кашель у 5 дітей (7,76%), задишка у 56 дітей (86,34%).

Друга група хворих дітей скаржилася на загальну слабкість у 58 дітей (96,65%), млявість у 45 дітей (75,59%), фебрильну та субфебрильну температури у 33 дітей (54,36%) та 14 дітей (21,46%) відповідно, малопродуктивний й продуктивний кашель у 41 дітей (68,76%) та 9 дітей (15,39%) відповідно, сухий кашель у 8 дітей (11,65%) та задишку у 57 дітей (95,12%).

За даними анамнезу захворювання був встановлений різний початок хвороби у першій групі порівняно із другою групою. У 41 дитини (62,0%) із першої групи порівняно із другою групою у 34 дітей (56,98%) початок позалікарняної пневмонії клінічно проходив із раптовим підвищенням температури тіла вище за 37,9°C, приєднанням нежитю, кашлю, задишки. У решти – 24 дитини (38,0%) із першої групи спостерігалось поступове наростання клінічних симптомів захворювання, із котрих 10 дітей (15,0%) мали такі прояви, як сухий кашель, слабкість та субфебрильна температура. У другій групі поступовий початок захворювання відзначався у 25 дітей (42,0%), з яких 11 дітей (17,95%) мали симптоми у вигляді субфебрильної температури, задишки та сухого кашлю.

У разі надходження до стаціонару під час об'єктивного обстеження у всіх дітей з пневмонією спостерігався стан середньої тяжкості. Більшість 37 дітей (57,48%) першої групи були нормостеніками з індексом маси тіла (ІМТ) у межах норми, тоді як 24 дитини (42,52%) були астениками зі зниженим ІМТ. Виявлена змішана задишка у 54 дітей (89,34%) та експіраторна задишка у 3 дітей (4,43%). У більшості дітей (97,41%) аускультативно вислуховувалось жорстке дихання, локальні дрібнопухирцеві хрипи у 32 дітей (52,36%), сухі хрипи у 13 дітей (21,64%), крепітація у 16 дітей (26,22%). Перкуторно визначалась ділянка притуплення легеневого звуку майже у всіх дітей (97,41%).

У другій групі у разі оцінки типу конституції тіла виявлено 48 дітей (80,0%) нормостеніків та 12 дітей (20,0%) астеників зі зниженим показником ІМТ. Задишка змішаного типу виявлена у 55 дітей (91,28%). Під час аускультативної жорстке дихання вислуховувалось майже в усіх 57 дітей (96,05%), дрібнопухирцеві хрипи – у 30 хворих дітей (45,35%), сухі хрипи – у 10 дітей (17,42%), крепітація – у 18 дітей (29,66%). У 57 дітей визначалась ділянка притуплення легеневого звуку.

Прояви дихальної недостатності першого ступеня спостерігалися у 36 дітей (59,05%) першої групи та у 31 дитини (52,47%) другої групи. Дихальна недостатність другого ступеня виявлена у 4 дітей (6,81%) першої групи та у 3 дітей (4,89%) другої групи.

У рамках нашого дослідження обстежуваним дітям під час надходження до пульмонологічного відділення проведено лабораторні дослідження. Загальний аналіз крові показав, що у 44 дітей (72,56%) із першої групи

## КЛІНІЧНА ПРАКТИКА

відзначені зміни у вигляді лейкоцитозу, у 55 дітей (91,09%) – підвищена швидкість зсідання еритроцитів, у 12 дітей (19,25%) – лімфоцитоз, у 50 дітей (82,44%) – паличкоядерна нейтрофілія.

Друга група за загальним аналізом крові мала такі зміни: лейкоцитоз – у 37 дітей (63,53%), швидкість зсідання еритроцитів – у 56 дітей (94,68%), також виявлено анемію легкого ступеня – у 9 дітей (15,87%), паличкоядерну нейтрофілію – у 53 дітей (88,34%).

Біохімічний аналіз крові виявив зміни в обох групах. Гіпопротеїнемія відзначалась у першій групі у 7 дітей (11,23%), тоді як у другій групі цей результат виявлено у 3 дітей (4,91%). Позитивний С-реактивний білок виявлений у 32 дітей (53,61%) першої групи та 11 дітей (18,23%) другої групи ( $p < 0,05$ ). Запальний процес у дітей був підтверджений лабораторними результатами тестів (табл. 1).

Аналізуючи отримані нами дані, можна зробити висновок, що досліджувані групи дітей на початку потрапляння у стаціонарне відділення пульмонологічного профілю з позалікарняною пневмонією гострим та неускладненим перебігом були без істотних відмінностей, беручи до уваги скарги, анамнез захворювання, об'єктивний стан та результати лабораторних методів дослідження.

У результаті проведеної 10-денної терапії обох груп дітей зареєстровано істотні прогресивні зміни стану здоров'я, а саме покращення загального самопочуття, відсутність більшості скарг, лихоманки та інтоксикаційного процесу.

Наприкінці 10-денного лікування у першій групі був відзначений сухий кашель у 2,94% дітей, продуктивний кашель, що мав незначну інтенсивність, у 8,12% дітей порівняно з другою групою, у яких сухий

Таблиця 1

### Частота скарг та дані фізикального обстеження дітей з позалікарняною пневмонією під час надходження до відділення пульмонологічного профілю

Скарги, симптоми	Під час надходження до стаціонару (n/%)	
	Перша група (n=61)	Друга група (n=60)
Субфебрильна лихоманка	13/20,0	14/21,46
Фебрильна лихоманка	40/61,92	33/54,36
Інтоксикаційний синдром	29/47,54	27/45,21
Сухий кашель	5/7,76	8/11,65
Малопродуктивний кашель	46/71,44	41/68,76
Продуктивний кашель	11/16,76	9/15,39
Тахіпное	56/86,34	57/95,12
Локальне притуплення перкуторного тону	59/97,41	57/96,05
Жорстке дихання	59/97,41	57/96,05
Вологі дрібнопухирцеві хрипи	32/50,91	30/45,35
Локальна крепітація	16/26,22	18/29,66
Лейкоцитоз ( $> 10 \times 10^9/\text{л}$ )	44/72,56	37/63,53
Зсув формули крові вліво	50/82,44	53/88,34
ШОЕ ( $> 10 \text{ мм/год}$ )	55/91,09	56/94,68
Підвищення рівня СРП (+/++)	32/53,61	11/18,23*

Примітка. \* – достовірна різниця між показниками дітей першої та другої груп ( $p < 0,05$ ).

кашель – у 6,89% дітей, продуктивний кашель більшої інтенсивності – у 15,38% дітей ( $p < 0,05$ ). У обох групах досліджуваних дітей були відсутні прояви дихальної недостатності.

На 10-й день лікування позалікарняної пневмонії фізикальний огляд дітей першої групи виявив жорстке дихання у 26,55% дітей, вологі дрібнопухирцеві хрипи – у 14,29% дітей. Після проведеної аускультативної легень у дітей другої групи відзначено жорстке дихання – у 42,65% дітей, вологі дрібнопухирцеві хрипи – у 23,34% дітей (табл. 2).

У дітей першої та другої груп на завершальному етапі лікування позалікарняної пневмонії були відсутні відхилення у загальному та біохімічному аналізах

крові, а це дає нам підставу щодо відсутності запальних процесів у організмі дітей.

За результатами дослідження більш виразна позитивна динаміка клінічної симптоматики на фоні проведеного комплексного лікування позалікарняної пневмонії з гострим, неускладненим перебігом із застоюванням процедур ВЧОГК відзначилася у дітей першої групи за рахунок того, що окремі симптоми зникли вірогідно раніше. Насамперед це стосувалося задишки, інтенсивності та продуктивності кашлю, аускультативних змін у легенях.

У першій групі хворих дітей частота виявлення сухого кашлю була у 2 рази рідше порівняно з другою групою хворих дітей. Наприкінці лікування частота про-

Частота скарг та дані фізикального обстеження дітей з позалікарняною пневмонією під час повторного обстеження

Симптоми та скарги	Повторне обстеження дітей (n/%)	
	Перша група (n=61)	Друга група (n=60)
Дрібнопухирцеві вологі хрипи	9/14,29	14/23,34
Жорстке дихання	16/26,55	26/42,65
Продуктивний кашель	5/8,12	9/15,38*
Сухий кашель	2/2,94	4/6,89*

Примітка. \* – достовірна різниця між показниками дітей першої та другої груп ( $p < 0,05$ ).

дуктивного кашлю в 1,6 раза була менша, ніж у хворих дітей другої групи. Наприкінці лікування аускультативно жорстке дихання вислуховувалося у 1,3 раза рідше порівняно з дітьми КГ. Частота виявлення дрібнопухирцевих хрипів у дітей першої групи була в 1,5 раза рідше, ніж у дітей групи контролю після 10-денної терапії. У більшості дітей першої групи спостерігалася нормалізація зазначених показників до кінця курсу комплексного лікування із включенням процедур ВЧОГК.

На 10-й день терапії у дітей першої групи зникли практично всі симптоми, лише у поодиноких випадках виявлялися незначний кашель та відходження незначної кількості мокротиння, натомість у дітей контрольної групи зберігався кашель із відходженням більшої кількості мокротиння у другої групи, що вимагало подовження базисного лікування.

**Висновки.** У дітей різного віку та типом конституції, які хворіли на позалікарняну пневмонію із гострим,

неускладненим перебігом, виявлена така провідна симптоматика: інтоксикація (у 75,7% дітей), дихальна недостатність (у 68,2% дітей) та обструктивні порушення (у 4,4% дітей).

1. Результати проведених досліджень після 10-денної терапії дозволяють вважати процедури осциляції ефективним методом дренажу бронхіального дерева як доповнення до базисного лікування пневмонії у дітей, що підтверджується зменшенням продуктивності та частоти інтенсивності кашлю до 11% ( $p < 0,05$ ), кількості вологих хрипів до 14%.

2. Сприятливий вплив методу високочастотної осциляції грудної клітки на перебіг клінічних симптомів пневмонії у дітей призводить до відновлення патофізіологічних механізмів мукоциліарного кліренсу, що супроводжується покращенням дренажної функції бронхіального дерева та легеневого газообміну.

#### ЛІТЕРАТУРА

- Volosovets OP, Bolbot YuK, Abaturon OYe, Kryvopustov SP, Stoieva TV. Dynamics of changes in the incidence of pneumonia in children of Ukraine over the past 20 years. *Medychni perspektvy* 2020; 25(4): 174–181.
- United Nations Children's Fund. Every child's right to survive: a 2020 agenda to end pneumonia deaths. 2020. Available from: <https://www.unicef.org/reports/every-childs-right-survive-pneumonia-2020>.
- Waseem M. Pediatric Pneumonia. *Medscape*. 2020. Available from: <https://emedicine.medscape.com/article/967822-overview#a2>.
- Aryayev ML, Kotova NV. Pediatriia u dvokh tomakh. Zakhvoriuvannia ditei rannoho viku. Pulmonolohiia. Alerholohiia. Kardiolohiia. Gastroenterolohiia. Nefrolohiia. VIL-infektsiia. Pervynna medyko-sanitarna dopomoha [Pediatrics in two volumes. Diseases of young children. Pulmonology. Allergology. Cardiology. Gastroenterology. Nephrology. HIV infection. Primary health care]. Odesa. 2014. V. 2. P. 312.
- Chykyna SIu, Belevskiy AS. Mucociliary clearance in normal and pathological conditions. *Atmosfera. Pulmonolohiia y allerholohiia*. 2012; 1: 2–5.
- Munkholm M, Mortensen J. Mucociliary clearance: pathophysiological aspects. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2014. № 34. P. 171–177. doi: 10.1111/cpf.12085.
- Lester MK, Flume PA. Airway-clearance therapy guidelines and implementation. *Respir. Care*. 2009. № 54 (6). P. 733–753. doi: 10.4187/002013209790983205.
- Rubin BK. Secretion properties, clearance, and therapy in airway disease. *Transl Respir Med*. 2014. № 2(6). doi: 10.1186/2213-0802-2-6.
- Hess DR. Airway Clearance and Lung Expansion Therapy, in *Respiratory Care Principles and Practice*. Jones and Bartlett Learning: Burlington, MA. 2016. P. 352–379.
- Meshcheriakova NN, Cherniak AV. Influence of high frequency chest wall oscillation methods on the functional state of the lungs in patients with pulmonary pathology. *Pulmonolohiia* 2011; 5: 57–60.
- Gwag HB, Joh HS, Kim JS, Park Kyoung-Min, On YK, Park SJ. Safety of mechanical lung vibrator and high frequency chest wall oscillation in patients with cardiac implantable electronic device. *Clin Cardiol*. 2021. P. 1–6. doi:10.1002/clc.23571.
- Osman LP, Roughton M, Hodson ME, Pryor JA. Short term comparative study of high frequency chest wall oscillation and European airway clearance techniques in patients with cystic fibrosis. *Thorax*. 2010. № 65(3). P. 196–200. doi: 10.1136/thx.2008.111492.
- Symonova OI. Airway clearance by high frequency chest wall oscillation in the treatment of children with cystic fibrosis. *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2014; 13 (4): 110–117.

## **КЛІНІЧНА ПРАКТИКА**

14. Fainardi V, Longo F, Faverzani S, Tripodi MC, Chetta A, Pisi G. Short-term effects of high-frequency chest compression and positive expiratory pressure in patients with cystic fibrosis. *J Clin Med Rese.* 2011. № 3(6). P. 279–284. doi: 10.4021/jocmr697w.
15. Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy № 18 vid 31 hrudnia 2005 roku «Protokol likuvannia ditei z pnevmonieiu». Available from: [http://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn\\_20050113\\_18.html](http://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20050113_18.html).
16. Aryayev ML, Usenko DV. Evaluation and selection of high-frequency chest wall oscillation modes in children with community-acquired pneumonia based on pulse oximetry. *Zaporizkyi medychnyi zhurnal.* 2020; 3 (120): 378–383.
17. Patent on the useful model 114857 Ukraine, MPC (2017.01), A 61 B 10/00, A 61B 5/0205, A 61B 5/08. The method of determining the effectiveness of treatment of acute respiratory diseases in children. M.L. Aryayev, D.V. Usenko. № u201609413; declarant. 12.09.2016; opoub. 27.03.2017, Byol. № 6. 4 с.

*Надійшла до редакції 17.05.2023 р.*

*Прийнята до друку 07.06.2023 р.*

*Електронна адреса для листування [dariav.usenko@gmail.com](mailto:dariav.usenko@gmail.com)*