

© The Author (s) 2013;
This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of University Radom in Radom, Poland

Open Access
This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

Conflict of interest: None declared. Received: 24.03.2013. Revised: 24.07.2013. Accepted: 30.07.2013.

UDC 616.24-008.7-073.584:535
УДК 616.24-008.7-073.584:535

RESPIRATORY SYSTEM ESTIMATION AT THE HEALTHY CHILDREN AND CHILDREN WITH BRONCHITIS WITH THE USE OF LASER CORRELATIVE SPECTROSCOPY

**Оценка состояния дыхательной системы у здоровых и больных
бронхитом детей с использованием лазерной корреляционной
спектроскопии**

Yu. I. Bazhora, A. N. Komlevoy, M. M. Chesnokova, A. Nalazek, W. Zukow
Ю.И. Бажора, А.Н. Комлевой, М.М. Чеснокова, А. Налазек, В. Зукow

E-mail: shurick-jan@vandex.ua

Odessa National Medical University, Odessa, Ukraine
University of Economy, Bydgoszcz, Poland
Kazimierz Wielki University, Bydgoszcz, Poland

Одесский национальный медицинский университет, Одесса, Украина
Wyższa Szkoła Gospodarki, Bydgoszcz, Polska
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz, Polska

**Key words: expiratory air moisture condensate, acute obstructive
bronchitis, spectroscopy, macromolecular spectrum.**

**Ключевые слова: конденсат выдыхаемого воздуха, острый
обструктивный бронхит, спектроскопия, макромолекулярный спектр.**

Abstract

The objective – to investigate macromolecular spectrum of the expiratory air moisture condensate content and on the basis of the data obtained to estimate cellular homeostasis of the air ways in the children with bronchitis before and after treatment.

Expiratory air moisture condensate (EAMC) was investigated in healthy (n=15) and 37 children with acute obstructive bronchitis (AOB) before their admission at the in - patient unit and after their treatment. The children under examination aged 8-10 y.o. The comparison of laser-correlative spectra (LCS) of EAMC of the healthy and sick children showed their great difference.

At AOB LCS was characterized with a promoted increase of large molecular particles of light scattering which proves the presence of inflammation.

LCS of sick children and those after treatment did not change greatly. It proves that homeostatic mechanisms of air ways tissues did not recover completely after the treatment.

Appearance in LCS of EAMC particles of smaller diameter (from 6 to 20 nm) and disappearance of high molecular complexes (more that 3100 nm) proves about their recovery.

LCS of EAMC may be used additional marker of the treatment efficacy.

Реферат

Цель работы - изучить макромолекулярный спектр конденсата влаги выдыхаемого воздуха и на основе полученных данных оценить тканевой гомеостаз дыхательных путей детей больных бронхитом до и после лечения.

Конденсат влаги выдыхаемого воздуха (КВВВ) изучали у здоровых детей (n=15) и 37 больных детей при поступлении в стационар с диагнозом острый обструктивный бронхит (ООб) и перед выпиской после лечения. Возраст обследованных - 8 до 10 лет.

Сравнительная оценка ЛК-спектров КВВВ групп здоровых детей и детей, больных ООб, выявила различия в ЛК - спектрах КВВВ. При бронхите для ЛК-спектра характерен сдвиг в сторону резкого увеличения крупномолекулярных частиц светорассеяния, что является признаком воспалительного процесса. ЛК-спектры больных детей и прошедших соответствующее лечение сходны.

Это свидетельствует о том, что гомеостатические механизмы функционирования тканей дыхательных путей полностью не восстановились после проведенного лечения.

Тенденцией к их восстановлению после лечения является появление в ЛК-спектрах КВВВ частиц меньшего диаметра (от 6 до 20 нм) и исчезновение высокомолекулярных комплексов (свыше 3100 нм).

В этом случае необходимо проведение дополнительной восстановительной терапии до нормализации спектра микрочастиц влаги выдыхаемого воздуха.

ЛК - спектроскопия КВВВ может быть использована как маркер эффективности лечения.

Introduction

Airway cells reside in the dynamic life processes: partial die (destructive processes), recovered (proliferative processes) remain high exchange activity (metabolic processes). All this is accompanied by a space airways of different sized biological particles. Air passing through the respiratory tract and lungs, captures these particles that can be identified in the moisture exhaled air. Depending on the processes occurring in the bronchoalveolar system may identify a variety of biological particles, the presence and characteristics of which allows a certain degree to evaluate the functional state of the respiratory tract and lungs. The relative abundance of all particles can be determined by laser correlation spectroscopy (LCS) [1].

Method LCS as compared to others has certain advantages, in particular: high sensitivity, non-invasiveness, technical prostate, speed of obtaining results, and diagnostic information. Of male-spectrum information can be obtained about all dynamic processes in the test fluid: intramolecular and intracellular mobility of the particles (lenses), their orientation and conformational dynamics, diffusion coefficients, speeds directed transport and migration movement [2]. LCS biological fluids of different origin can,

based on the ratio of shares of certain of the hydrodynamic radius, determine the status of tissue homeostasis and continue to monitor the effectiveness of treatment [3].

The aim of the work is the study of macromolecular range of condensation of exhaled air for the evaluation of tissue homeostasis of respiratory tract infections in children with bronchitis before and after treatment.

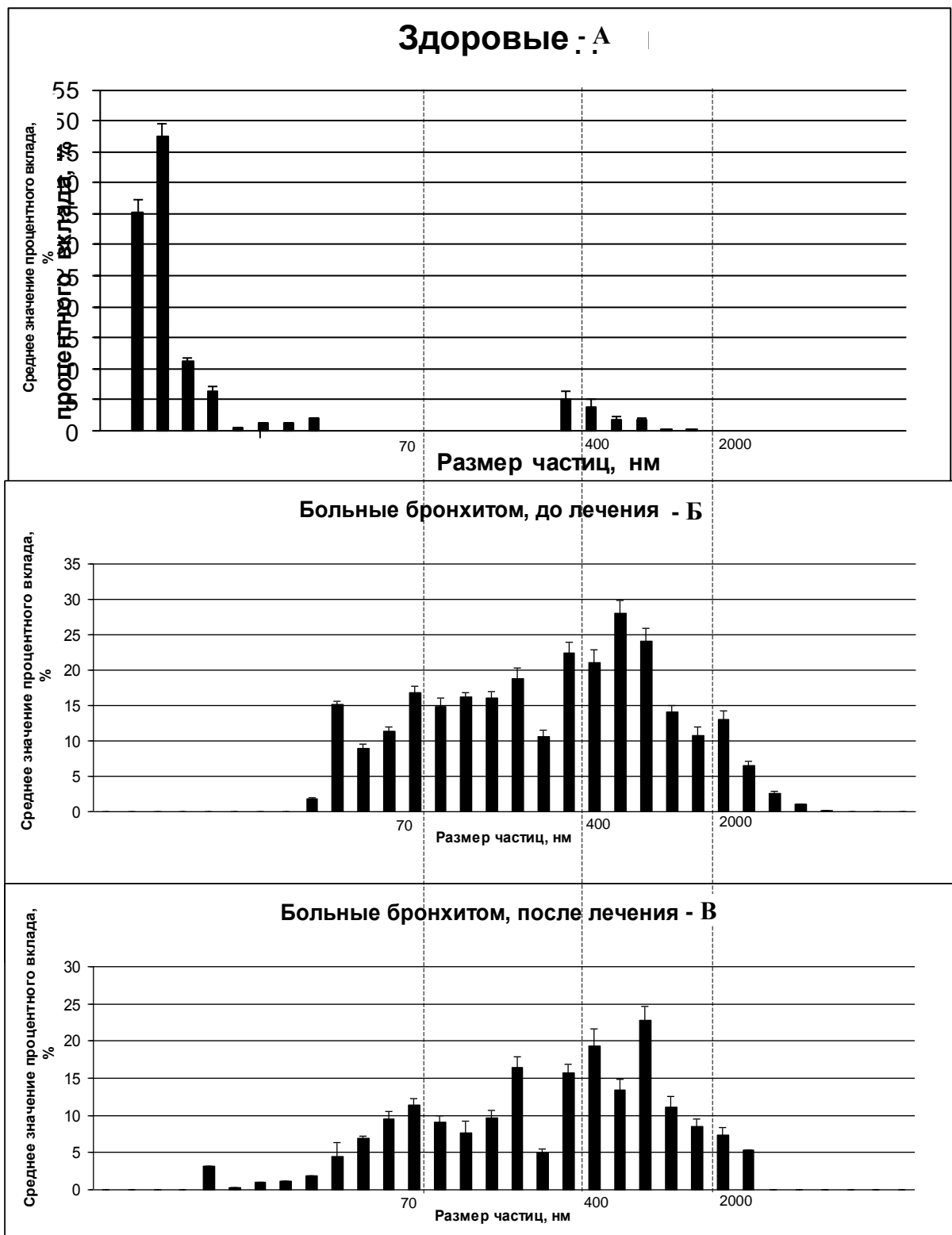
Materials and methods

Moisture exhaled breath condensate (EAMC) was prepared by the application of our method [4] using the devices to collect EAMC [6] in healthy children (n = 15) and 37 patients with bronchitis at the age of 8 - 10 years at admission and at discharge after treatment. Analysis was performed using statistical methods and the use of a semiotic classifier [1].

Results and discussion

Comparative characteristics of LC - spectra EAMC groups of healthy children and children with acute obstructive bronchitis before and after appropriate treatment are given in Figure 1. The contribution of light scattering particles according to their size on a logarithmic scale used for EAMC [1].

When analyzing the results in the classifier LC - EAMC spectra used 4 informative zone. Their meanings are as follows: I - zone of low molecular weight particles (from 0 to 70 nm); II - Zone medium weight particles (71 to 400 nm); III - high particle zone (401 to 2000 nm) and IV - zone of high particle (above 2001 nm).



Results of the study LC spectra of healthy children is shown in Figure 1. A. The main contribution to the scattering of light falls on the area of low-molecular particles I (89,2%). Within this range are particle hydrodynamic radius of 3 to 20 nm, mainly dimensions 3 and 4 nm. Insignificant contribution to medium weight particles II (4,4%), mainly, the size of 300 nm and above.

Unspecified macromolecular particles also contribute to zone III (6,4%). The particles of the zone of high particle IV did not show up.

LC spectra EAMC in children diagnosed with acute obstructive bronchitis on admission were essentially different (Figure 1. B). A zone of n particles low molecular it have 19.7%, the main contribution comes from particles from 20 to 65 nm. Zone II with medium weight of the particles gives the largest contribution - 36.1%, mainly due to the particle size of 300 nm. Zone III macromolecular particles is 35.8%, mainly particle size of 700 nm. Macromolecular particles Zone IV 8,5%, mainly due to the particle size of 2300 nm.

LC-EAMC spectra obtained in children after treatment in a hospital presented in Figure 1. C. Area of low-molecular particles it was 20.8%, the largest contribution in this area comes from particles with a diameter of 65 nm. In middle particles have 33.3%, mainly dimensions 210 and 300 nm. Zone III (high-molecular particles) is 39.3%, with the largest contributions are macromolecular complexes of 520 and 950 nm. Zone IV (high particle) - 6.6%, substantially 2,300 nm.

Shifts in the spectra of the LC children suffering from bronchitis analyzed using semiotic classifier [1]. Most of them comprise LC-MS like allergy shifts (62%) which is characterized by a greater contribution to light scattering particle size of 70 - 150 nm, less accounted for autoimmune-like changes (11%), which differ in particle size increased contribution of more than 150 nm. Normologic spectra is 11% (see table).

Table. Semiotic shifts LC spectra in patients with bronchitis children before and after treatment.

Type of Shift	Before treatment			After treatment		
	Initial	Moderate	Expressed	Initial	Moderate	Expressed
Normologic	11			4		
Allergy-like	30	21	11	32	25	14
Intoxication-like		5	3	7		4
Dystrophic-like	3		2		4	3
Autoimmune-like		11			4	
Catabolic-like	3				3	

After the treatment, the character shifts in the spectra of LC-EAMC happened. There is also dominated allergy-like shifts (71%), slightly increases the amount of intoxication - such a move (11%), which is characterized by an increase in the contribution of particle sizes ranging from 11 to 70 nm, the number of LC-MS allergy-like shifts and reduced the percentage of normologic spectra. Consequently, both before and after treatment in patients and children dominated allergic like autoimmune-like shifts LC EAMC spectra that add up to 73% and 75% respectively. Intoxication-like, dystrophic-like and catabolic-like

shifts in the spectra of the LC at admission and after treatment were 16% and 21%, respectively.

Thus, found that the healthy and the sick with bronchitis children have completely different LC - EAMC spectra.

At obstructive bronchitis for LC-spectrum characteristic of a shift in the direction of the sharp increase in largemolecular particle light scattering, this is a sign of inflammation. LC spectra of sick children and treated appropriately similar. This suggests that the homeostatic mechanisms of the respiratory tract tissues are not fully recovered after treatment. Tendency towards recovery treatment of children is the appearance of LC spectra EAMC smaller particle diameters (6 to 20 nm) and high extinction complexes (over 3100 nm). The results suggest the need for additional rehabilitation therapy, as not normalized range of micro moisture exhaled air, which is associated with deep inflammatory disorders in the respiratory system in obstructive bronchitis in children. Therefore, spectroscopy LC EAMC can also be used as a marker of treatment efficacy.

Further research is needed to identify the composition of EAMC and its characteristics in children with various diseases of the lungs and respiratory tract that probably will reveal the severity of the disease, the period of recovery of local homeostasis mechanisms in the tissues of the respiratory system and correct the existing treatment regimen.

References in transliteration

1. Bazhora Ju. I., Noskin L. A. Lazernaja korreljacionnaja spektroskopija v medicine. – Odessa : Druk, 2002. - 400 s.
2. Lazernaja korreljacionnaja spektroskopija v medicinskoj nanotehnologii / A. V. Ivanov, M. V. Utkina, V. G. Pevgov // Mezhdunarodnyj forum po

nanotehnologijam 3-5 dekabnja 2008g.: sbornik tezisov dokladov nauchno-tehnologicheskikh sekcij. T.2. – M., 2008. – S.414-416.

3. Komlevoj A. N. Lazernaja korreljacionnaja spektroskopija i ee ispol'zovanie pri opredelenii sostojanija dyhatel'noj sistemy / A. N. Komlevoj // Biofizichni standarti ta informacijni tehnologii v medicini: Materiali konf., listopad, 2006 r. – Odesa, 2006. – S. 52-54.

4. Komlevoj O. M. Lazerna koreljacijna spektroskopija kondensatu vologi vidihnutogo povitrja / O. M. Komlevoj, Ju. I. Bazhora // Integrativna antropologija. — 2010. — # 1 (15) — S. 35 — 38.

5. Patent # 47117 Ukraïna, MPK51 A 61 V 10/00. Pristrij dlja zbirannja kondensatu vologi vidihnutogo povitrja / Komlevoj O. M., Bazhora Ju. I.; zajavnik i patentovlasnik Odes'kij derzhavnij medichnij universitet. — # zajavki 2009 11258 u; zajavl. 06.11.09 ; opubl. 11.01.10, Vjul. # 1.

References in original

1. Бажора Ю. И., Носкин Л. А. Лазерная корреляционная спектроскопия в медицине. – Одесса : Друк, 2002. - 400 с.

2. Лазерная корреляционная спектроскопия в медицинской нанотехнологии / А. В. Иванов, М. В. Уткина, В. Г. Певгов // Международный форум по нанотехнологиям 3-5 декабря 2008г.: сборник тезисов докладов научно-технологических секций. Т.2. – М., 2008. – С.414-416.

3. Комлевой А. Н. Лазерная корреляционная спектроскопия и ее использование при определении состояния дыхательной системы / А. Н. Комлевой // Біофізичні стандарти та інформаційні технології в медицині: Матеріали конф., листопад, 2006 р. – Одеса, 2006. – С. 52-54.

4. Комлевой О. М. Лазерна кореляційна спектроскопія конденсату вологи видихнутого повітря / О. М. Комлевой, Ю. І. Бажора // Інтегративна антропологія. — 2010. — № 1 (15) — С. 35 — 38.

5. Патент № 47117 Україна, МПК51 А 61 В 10/00. Пристрій для збирання конденсату вологи видихнутого повітря / Комлевой О. М., Бажора Ю. І.; заявник і патентовласник Одеський державний медичний університет. — № заявки 2009 11258 u; заявл. 06.11.09 ; опубл. 11.01.10, Бюл. № 1.

Введение. Клетки дыхательных путей постоянно находятся в динамике жизненных процессов: частично отмирают (деструктивные процессы), восстанавливаются (пролиферативные процессы), сохраняют высокую обменную активность (метаболические процессы). Все это сопровождается выделением в пространство дыхательных путей различных по размерам биологических частиц. Воздух, проходя по дыхательным путям и легким, захватывает эти частицы, которые можно выявить в составе влаги выдыхаемого воздуха. В зависимости от процессов, происходящих в бронхоальвеолярной системе, возможно выявление различных биологических частиц, наличие и характеристика которых позволяет в определенной степени оценивать функциональное состояние дыхательных путей и легких. Относительное содержание всех частиц можно определить с помощью метода лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС) [1].

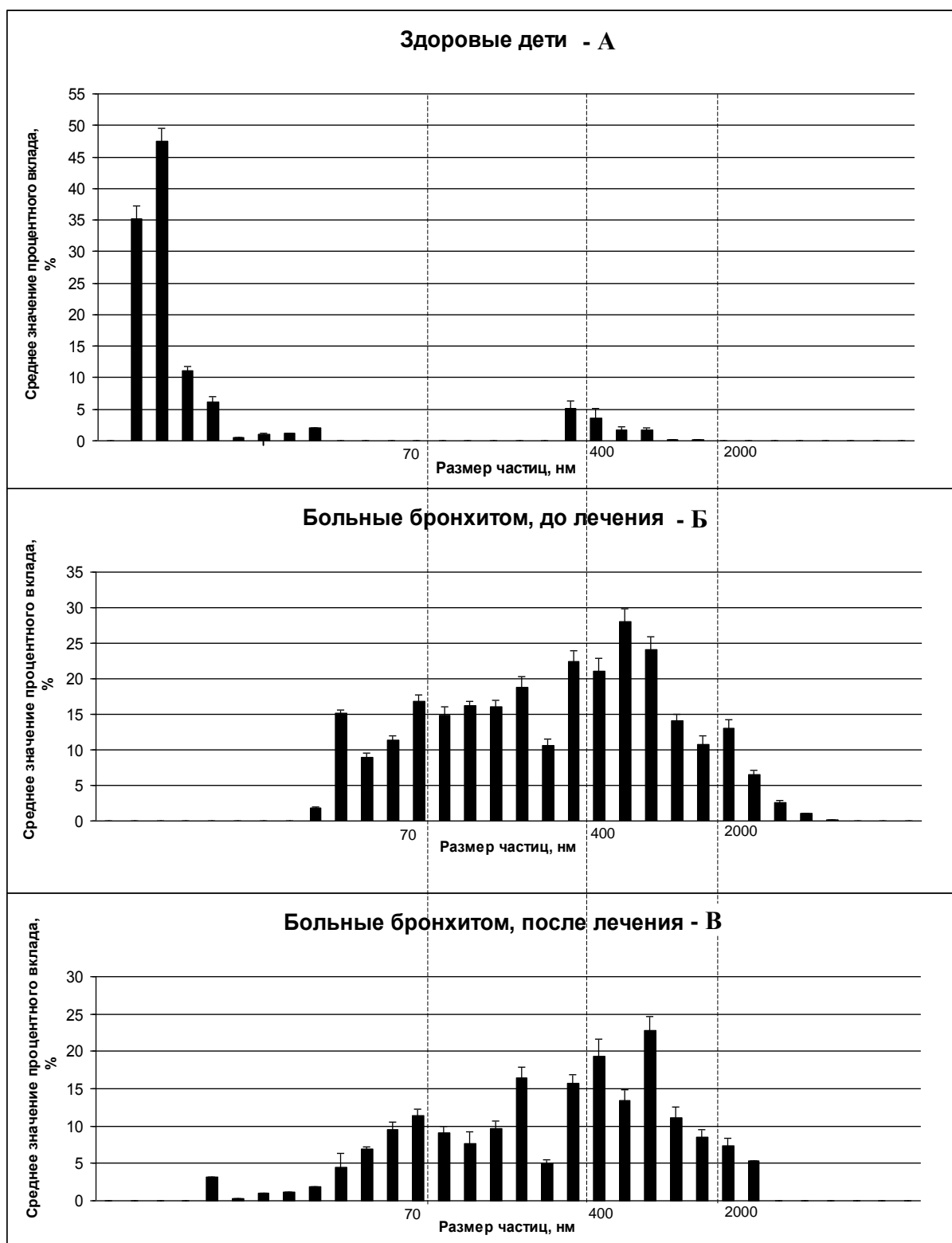
Метод ЛКС, в сравнении с другими, имеет определенные преимущества, в частности: высокая чувствительность, неинвазивность, техническая простота, скорость получения результата и диагностическая информативность. Из ЛК-спектра может быть получена информация обо всех динамических процессах в исследуемой жидкости: внутримолекулярной и внутриклеточной подвижности частиц (рассеивателей), их ориентационной и конформационной динамике, коэффициентах диффузии, скоростях направленного транспорта и миграционного движения [2]. ЛКС биологических жидкостей различного происхождения позволяет, основываясь на соотношении долей определенного гидродинамического радиуса, определять состояние тканевого гомеостаза и дальше проводить мониторинг эффективности лечения [3].

Целью работы является изучение макромолекулярного спектра конденсата влаги выдыхаемого воздуха для оценки тканевого гомеостаза дыхательных путей у детей, больных бронхитом, до и после лечения.

Материалы и методы исследований. Конденсат влаги выдыхаемого воздуха (КВВВ) получали путем применения разработанного нами метода [4] с использованием устройства для сбора КВВВ [6] у здоровых детей (n=15) и 37 больных бронхитом в возрасте 8 - 10 лет при поступлении в стационар и перед выпиской после лечения. Обработка результатов проводилась статистическими методами и с использованием семиотического классификатора [1].

Результаты исследований и их обсуждение. Сравнительная характеристика ЛК - спектров КВВВ групп здоровых детей и детей, больных острым обструктивным бронхитом до и после соответствующего лечения приведена на рисунке 1. Проанализирован вклад частиц в светорассеяние в соответствии с их размерами по логарифмической шкале, используемой для КВВВ [1].

При обработке результатов в классификаторе ЛК - спектров КВВВ использованы 4 информативные зоны. Их значения распределились следующим образом: I – зона низкомолекулярных частиц (от 0 до 70 нм); II – зона среднемолекулярных частиц (от 71 до 400 нм); III – зона высокомолекулярных частиц (от 401 до 2000 нм) и IV – зона высокомолекулярных частиц (свыше 2001 нм).



Результаты исследования ЛК-спектров здоровых детей представлено на рисунке 1А. Основной вклад в светорассеяние приходится на зону низкомолекулярных частиц I (89,2%). В этом диапазоне располагаются частицы с гидродинамическими радиусом от 3 до 20 нм, в основном, размерами 3 и 4 нм. Незначителен вклад среднемолекулярных частиц II (4,4%), главным образом, размером 300 нм и выше. Несущественный также вклад высокомолекулярных частиц в зоне III (6,4%). Частицы зоны высокомолекулярных частиц IV не обнаруживаются.

ЛК-спектры КВВВ у детей с диагнозом острый обструктивный бронхит при поступлении в стационар имеют совершенно иной характер (рис 1Б). На зону низкомолекулярных частиц I приходится 19,7%, основной вклад дают частицы от 20 до 65 нм. Зона среднемолекулярных частиц II дает наибольший вклад – 36,1%, в основном, за счет частиц размером 300 нм. Зона высокомолекулярных частиц III составляет 35,8%, в основном, частицы размером 700 нм. Зона высокомолекулярных частиц IV 8,5%, главным образом, за счет частиц размером 2300 нм.

ЛК-спектры КВВВ, полученного у детей после проведенного лечения в условиях стационара представлены, на рисунке 1В. Зона низкомолекулярных частиц I составляет 20,8%, наибольший вклад в этой зоне дают частицы диаметром 65 нм. На среднемолекулярные частицы приходится 33,3%, в основном, размерами 210 и 300 нм. Зона III (высокомолекулярные частицы) составляет 39,3%, при этом наибольший вклад составляют макромолекулярные комплексы 520 и 950 нм. Зона IV (высокомолекулярных частиц) – 6,6%, в основном, размером 2300 нм.

Сдвиги в ЛК-спектрах детей больных бронхитом проанализированы с помощью семиотического классификатора [1]. Большую часть из них составляют ЛК-спектры с алергоподобными сдвигами (62%) для которых характерен большой вклад в светорассеяние частиц размером 70 – 150 нм, меньшее количество приходится на аутоимунно-подобные сдвиги (11%), которые отличаются увеличением вклада частиц размером более 150 нм. Нормологические спектры составляют 11% (см. таблицу).

Таблица. Семиотические сдвиги ЛК-спектров у больных бронхитом детей до и после лечения.

Выраженность Тип сдвигов семиотического сдвига (%)	До лечения			После лечения		
	Начальный	Умеренный	Выраженный	Начальный	Умеренный	Выраженный
Нормологический	11			4		
Алергоподобный	30	21	11	32	25	14
Инттоксикационно-подобный		5	3	7		4
Дистрофически-подобный	3		2		4	3
Аутоимунно-подобный		11			4	
Катаболически-подобный	3				3	

После проведенного лечения существенных изменений в характере сдвигов в ЛК-спектрах КВВВ не произошло. Здесь также преобладают алергоподобные сдвиги (71%), незначительно увеличивается количество интоксикационно - подобных сдвигов (11%), для которых характерно увеличение вклада частиц размерами от 11 до 70 нм, увеличивается число ЛК-спектров с алергоподобными сдвигами и снижается процент нормологических спектров. Следовательно, как до, так и после лечения у больных детей преобладают алергоподобные и аутоимунноподобные сдвиги в ЛК-спектрах КВВВ, которые в сумме составляют 73% и 75% соответственно. Интоксикационноподобные, дистрофическиподобные и катаболическиподобные сдвиги в ЛК-спектрах при поступлении в стационар и после лечения составили 16 % и 21% соответственно.

Таким образом, установлено, что здоровые и больные бронхитом дети имеют совершенно разные ЛК - спектры КВВВ.

При обструктивном бронхите для ЛК-спектра характерен сдвиг в сторону резкого увеличения крупномолекулярных частиц светорассеяния, что является признаком воспалительного процесса. ЛК-спектры больных детей и прошедших соответствующее лечение сходны. Это свидетельствует о том, что гомеостатические механизмы функционирования тканей дыхательных путей полностью не восстановились после проведенного лечения. Тенденцией к их восстановлению после лечения детей является появление в ЛК-спектрах КВВВ частиц меньшего диаметра (от 6 до 20 нм) и исчезновение высокомолекулярных комплексов (свыше 3100 нм). Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дополнительной восстановительной терапии, так как не нормализовался спектр микрочастиц влаги выдыхаемого воздуха, что связано с глубокими воспалительными нарушениями в дыхательной системе при обструктивном бронхите у детей. Следовательно, ЛК-спектроскопия КВВВ может быть использована также как маркер эффективности лечения.

Необходимо проводить дальнейшие исследования состава КВВВ и выявления его особенностей у детей, больных различными заболеваниями легких и дыхательных путей, что вероятно, позволит выявить степень тяжести течения заболевания, период восстановления местных механизмов гомеостаза в тканях дыхательной системы и корректировать существующие схемы лечения.

References in original

1. Бажора Ю. И., Носкин Л. А. Лазерная корреляционная спектроскопия в медицине. – Одесса : Друк, 2002. - 400 с.
2. Лазерная корреляционная спектроскопия в медицинской нанотехнологии / А. В. Иванов, М. В. Уткина, В. Г. Певгов // Международный форум по нанотехнологиям 3-5 декабря 2008г.: сборник тезисов докладов научно-технологических секций. Т.2. – М., 2008. – С.414-416.
3. Комлевой А. Н. Лазерная корреляционная спектроскопия и ее использование при определении состояния дыхательной системы / А. Н. Комлевой // Біофізичні стандарти та інформаційні технології в медицині: Матеріали конф., листопад, 2006 р. – Одеса, 2006. – С. 52-54.
4. Комлевой О. М. Лазерна кореляційна спектроскопія конденсату вологи видихнутого повітря / О. М. Комлевой, Ю. І. Бажора // Інтегративна антропологія. — 2010. — № 1 (15) — С. 35 — 38.

5. Патент № 47117 Україна, МПК51 А 61 В 10/00. Пристрій для збирання конденсату вологи видихнутого повітря / Комлевой О. М., Бажора Ю. І.; заявник і патентовласник Одеський державний медичний університет. — № заявки 2009 11258 u; заявл. 06.11.09 ; опубл. 11.01.10, Бюл. № 1.