

## ИМПУЛЬСНАЯ ОСЦИЛЛОМЕТРИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ОБСТРУКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ СРЕДНЕТЯЖЕЛОЙ СТЕПЕНИ ВЫРАЖЕННОСТИ

О.И. Савушкина<sup>1\*</sup>, А.В. Черняк<sup>2</sup>, Е.В. Крюков<sup>1</sup>, А.А. Зайцев<sup>1</sup>, Ж.К. Науменко<sup>2</sup>, А.Р. Татарский<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт пульмонологии Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Российская Федерация

**Обоснование.** Импульсная осциллометрия (ИОМ) — неинвазивный метод определения дыхательного импеданса и составляющих его параметров — имеет определенные преимущества перед традиционной спирометрией. **Цель исследования** — оценка возможностей ИОМ в диагностике обструкции дыхательных путей среднетяжелой степени. **Методы.** Обследованы две группы пациентов (n=53). Первую группу составили 29 участников (26 мужчин и 3 женщины в возрасте от 42 до 89 лет) с обструктивными нарушениями средней степени тяжести; вторую — 24 (17 мужчин и 7 женщин в возрасте от 18 до 68 лет) без нарушений функции внешнего дыхания. **Результаты.** У 93% пациентов 1-й группы с помощью ИОМ были выявлены обструктивные нарушения вентиляции, причем у 37% — более выраженные по сравнению с результатами спирометрии. Во 2-й группе показатели ИОМ были в норме. Установлены статистически значимые различия показателей функции внешнего дыхания и ИОМ в обеих группах (p<0,05): у больных с обструктивными нарушениями среднетяжелой степени выявлены умеренные корреляции между бронхиальным сопротивлением и параметрами ИОМ. **Заключение.** Импульсная осциллометрия может быть использована в клинической практике для диагностики нарушений механики дыхания у больных со среднетяжелой степенью бронхиальной обструкции.

**Ключевые слова:** импульсная осциллометрия, обструкция, функции внешнего дыхания.

**(Для цитирования:** Савушкина О.И., Черняк А.В., Крюков Е.В., Зайцев А.А., Науменко Ж.К., Татарский А.Р. Импульсная осциллометрия в диагностике обструкции дыхательных путей среднетяжелой степени выраженности. *Клиническая практика*. 2018;9(4):33–39. doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract9433-39>)

## IMPULSE OSCILLOMETRY IN THE DIAGNOSIS OF MODERATE AIRWAY OBSTRUCTION

O.I. Savushkina<sup>1\*</sup>, A.V. Chernyak<sup>2</sup>, E.V. Kryukov<sup>1</sup>, A.A. Zaytsev<sup>1</sup>, Zh.K. Naumenko<sup>2</sup>, A.R. Tatarsky<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acad. N.N. Burdenko Main Military Clinical Hospital, Ministry of Defense, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Research Institute of Pulmonology of the Federal Medical-Biological Agency of Russia, Moscow, Russian Federation

**Background:** Impulse oscillometry (IOS) is a non-invasive method for determining respiratory impedance and its parameters. IOS has certain advantages over traditional spirometry. **Aim:** To assess the potential of IOS in the diagnosis of moderately severe airway obstruction. **Methods:** We examined 53 patients divided in two groups. The first group consisted of 29 patients (26 males and 3 females aged 42 to 89 years) with moderately severe obstructive abnormalities; the second group included 24 patients (17 males and 7 females aged from 18 to 68 years) without ventilatory defects. **Results:** Obstructive abnormalities were detected by IOS in 93% of patients in group 1, and the severity of obstruction was more pronounced compared to the results of spirometry in 37% of patients. In group 2, the IOS parameters were normal. There were significant differences in the lung function and IOS parameters between the first and second groups. There were significant correlations between airway resistance and IOS parameters in patients with moderately severe obstructive abnormalities. **Conclusion:** Thus impulse oscillometry can be used in the clinical practice to diagnose disorders of respiratory mechanics in patients with moderately severe airway obstruction.

**Key words:** impulse oscillometry, obstruction, lung function.

**(For citation:** Savushkina OI, Chernyak AV, Kryukov EV, Zaytsev AA, Naumenko ZhK, Tatarsky AR. Impulse Oscillometry in the Diagnosis of Moderately Severe Airway Obstruction. *Journal of Clinical Practice*. 2018;9(4):33–39. doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract9433-39>)

## ОБОСНОВАНИЕ

Самым простым и распространенным методом исследования функции внешнего дыхания, который можно рассматривать как начальный этап выявления вентиляционных нарушений, прежде всего обструктивных, является спирометрия. Однако при проведении спирометрии требуется выполнение не только спокойных, но и форсированных дыхательных маневров. Следовательно, существует ряд противопоказаний к проведению спирометрии, в частности отсутствие взаимодействия между пациентом и медицинским персоналом.

Е. Müller и J. Vogel в 1981 г. наряду с уже существующими методами диагностики нарушений функции бронхолегочной системы предложили использовать импульсную осциллометрию (ИОМ), представляющую собой неинвазивный метод определения дыхательного импеданса (общего дыхательного сопротивления) и составляющих его параметров, прежде всего резистивного компонента дыхательного импеданса (резистивного сопротивления, или резистанса; respiratory resistance, Rrs) при различных частотах осцилляций и реактивного компонента дыхательного импеданса (реактивного сопротивления, или реактанса; respiratory reactance, Xrs). Метод импульсной осциллометрии не требует выполнения форсированных дыхательных маневров, активного участия пациента и его сотрудничества с персоналом, что является большим преимуществом перед спирометрией [1]. Кроме того, ИОМ обладает большей чувствительностью в отношении диагностики обструкции периферических дыхательных путей и широко применяется у больных бронхиальной астмой и хронической обструктивной болезнью легких. Было показано, что анализ параметров Rrs и Xrs помогает проводить дифференциальную диагностику между бронхиальной астмой и хронической обструктивной болезнью легких [2]. Однако остается много неизученных и спорных вопросов, касающихся изменений параметров дыхательного импеданса при вентиляционных нарушениях обструктивного типа разной степени выраженности.

Ранее в наших исследованиях было показано, что базовые параметры ИОМ обладают низкой информативностью при выявлении обструкции дыхательных путей легкой степени: только в 32% случаев были зарегистрированы отклонения от нормы [3]. Кроме того, при использовании классического алгоритма интерпретации показателей ИОМ умеренная обструкция дыхательных путей, диагностированная с помощью спирометрии, была выявлена

у 57% пациентов [4]. Таким образом, мы считаем, что вероятность выявления обструктивных нарушений с помощью ИОМ возрастает по мере усугубления обструкции дыхательных путей.

**Целью данной работы** является изучение возможностей ИОМ в диагностике вентиляционных нарушений обструктивного типа среднетяжелой степени.

## МЕТОДЫ

В исследование включены 53 пациента с разнообразной бронхолегочной патологией.

### Описание исследования

В работе использованы современные легочные функциональные тесты — спирометрия, бодиплетизмография, ИОМ, которые проводились на установках Master Screen Body, Master Screen PFT PRO и Master Screen IOS (Viasys Healthcare, Германия). Спирометрия и бодиплетизмография выполнены с соблюдением стандартов качества исследований Американского торакального общества (American Thoracic Society, ATS) и Европейского респираторного общества (European Respiratory Society, ERS) [5, 6], а также Российского респираторного общества [7]. Импульсная осциллометрия проводилась на основании рекомендаций Н. Smith и соавт. [8].

В результате исследования проведен анализ:

- спирометрических показателей: форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), объема форсированного выдоха за первую секунду ( $ОФВ_1$ ),  $ОФВ_1/ЖЕЛ$  (индекс Тиффно) и  $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ , средней объемной скорости на участке кривой поток-объем форсированного выдоха между 25 и 75% ФЖЕЛ ( $СОС_{25-75}$ );
- статических легочных объемов и емкостей: общей емкости легких (ОЕЛ), ЖЕЛ, остаточного объема легких (ООЛ), его доли в общей емкости легких (ООЛ/ОЕЛ), внутригрудного объема газа (ВГО);
- показателей бронхиального сопротивления: общего бронхиального сопротивления ( $R_{aw_{общ}}$ ), бронхиального сопротивления на выдохе ( $R_{aw_{выд}}$ ), бронхиального сопротивления на вдохе ( $R_{aw_{вд}}$ ), бронхиального сопротивления между потоками 0,5 л/с на вдохе и выдохе ( $R_{aw_{0,5}}$ , которое отражает, прежде всего, проходимость центральных дыхательных путей [1]);
- показателей ИОМ: дыхательного импеданса при частоте осцилляций 5 Гц ( $Zrs5$ ); резистивного (фрикционного) компонента дыхательного импеданса (резистивного сопротивления) при частоте осцилляций 5 и 20 Гц (Rrs5 и Rrs20 соответствен-

но); реактивного компонента дыхательного импеданса (реактивного сопротивления, или реактанса) при частоте осцилляций 5 Гц ( $X_{rs5}$ ), величина которого оценивалась по абсолютной разнице (сдвигу) между его должным и измеренным значением ( $\Delta X_{rs5} = X_{rs5_{\text{долж}}} - X_{rs5}$ ); частотной зависимости  $R_{rs}$ : относительной, которая рассчитывалась двумя способами:  $(R_{rs5} - R_{rs20}) / R_{rs5} \times 100\%$  и  $(R_{rs5} - R_{rs20}) / R_{rs20} \times 100\%$ , и абсолютной, которая рассчитывалась как разница  $R_{rs5}$  и  $R_{rs20}$ , т.е.  $(R_{rs5} - R_{rs20})$ ; резонансной частоты ( $f_{res}$ ); площади реактанса ( $A_X$ ); экспираторного ограничения потока ( $DX_{rs5}$ ); когерентности при частоте осцилляций 5 Гц ( $Co5$ ) [1].

Степень выраженности выявленных изменений показателей функции внешнего дыхания (спирометрии, бодиплетизмографии) оценивалась с учетом требований ATS и ERS [5, 6], а также рекомендаций Российского респираторного общества [7], руководства по клинической физиологии дыхания (под редакцией Л. Шика, Н. Канаева) [9], параметров ИОМ (изменению базовых показателей  $R_{rs5}$  и  $X_{rs5}$ ) [10].

Вентиляционные нарушения обструктивного типа среднетяжелой степени были диагностированы при снижении  $ОФВ_1/ЖЕЛ$  менее 70% и  $ОФВ_1$  в диапазоне 50–60% долж. [11].

### Статистический анализ

Статистическая обработка результатов выполнена методами описательной статистики с применением прикладного пакета программ Statistica 10.0. Описательная статистика для числового показателя представлена размером выборки ( $n$ ), средним значением ( $M$ ), стандартным отклонением ( $SD$ ), 95%-ным доверительным интервалом (95% ДИ). Нормальность распре-

деления показателей проверяли с помощью критерия Стьюдента. Для оценки различий между двумя независимыми выборками проводился статистический анализ с помощью  $t$ -теста. Корреляционный анализ проводили с использованием ранговой корреляции Спирмена. Величина уровня статистической значимости  $p$  принята равной 0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Объекты (участники) исследования

В исследование включены 53 пациента с разнообразной бронхолегочной патологией, которые были разделены на две группы:

- первую группу составили 29 пациентов с вентиляционными нарушениями обструктивного типа среднетяжелой степени, установленной с помощью традиционных методов исследования функции внешнего дыхания, из них 26 (90%) мужчин и 3 (10%) женщины в возрасте от 42 до 89 лет (средний возраст  $66 \pm 10$  лет);
- вторую группу (группу сравнения) составили 24 пациента, у которых показатели легочной вентиляции (спирометрии и бодиплетизмографии) сохранялись в пределах нормальных значений, из них 17 (71%) мужчин и 7 (29%) женщин в возрасте от 18 до 68 лет (средний возраст  $33 \pm 12$  лет).

Распределение обследованных пациентов обеих групп по диагнозам представлено в табл. 1, 2.

Курящие или бывшие курильщики составляли 90% в 1-й группе пациентов и 54% — во 2-й. Таким образом, по признаку «табакокурение» группы были неоднородными.

Значения показателей механики дыхания и ИОМ у больных первой и второй групп представлены в табл. 3.

Таблица 1

Распределение пациентов первой группы по диагнозам

Диагноз	Всего по группе ( $n=29$ )	Число обследованных, %
Хроническая обструктивная болезнь легких	16	55
Бронхиальная астма	6	21
Хронический бронхит	5	17
Другие состояния	2	7

Таблица 2

## Распределение пациентов второй группы по диагнозам

Диагноз	Всего по группе (n=29)	Число обследованных, %
Саркоидоз	13	54,0
Хронический бронхит	5	21
Другие состояния*	6	25

**Примечание.** \* — по одному случаю внебольничной пневмонии, бронхиолита, экспираторного стеноза трахеи, буллезной болезни, сосудистой трансформации верхней доли правого легкого, идиопатического гемосидероза легких.

Таблица 3

## Показатели механики дыхания и импульсной осциллометрии

Показатель	1-я группа n=29	2-я группа n=24	p
	M±SD (95% ДИ)	M±SD (95% ДИ)	
ЖЕЛ, % долж.	91±14 (85–96)	110±10 (106–115)	<0,001
ФЖЕЛ, % долж.	76±11 (72–81)	112±10 (108–117)	<0,001
ОФВ <sub>1</sub> , % долж.	54±2,6 (53–54)	110±9 (106–114)	<0,001
ОФВ <sub>1</sub> /ЖЕЛ, %	46±7 (43–49)	81±5 (78–83)	<0,001
ОФВ <sub>1</sub> /ФЖЕЛ, %	56±8 (53–59)	82±4 (80–84)	<0,001
СОС <sub>25–75</sub> , % долж.	25±5 (23–27)	94±14 (88–100)	<0,001
ОЕЛ, % долж.	108±16 (101–114)	107±7 (104–110)	0,76
ВГО, % долж.	119±27 (109–129)	107±13 (101–112)	0,04
ООЛ, % долж.	144±33 (132–157)	99±10 (95–104)	<0,001
ООЛ/ОЕЛ, % долж.	125±15 (119–130)	90±10 (86–94)	<0,001
Raw <sub>общ</sub> , кПа·с/л	0,65±0,20 (0,57–0,72)	0,21±0,04 (0,19–0,23)	<0,001
Raw <sub>взд</sub> , кПа·с/л	0,90±0,35 (0,77–1,04)	0,24±0,04 (0,22–0,26)	<0,001
Ra <sub>взд</sub> , кПа·с/л	0,47±0,14 (0,4–0,5)	0,17±0,03 (0,15–0,18)	<0,001
Raw <sub>0,5</sub> , кПа·с/л	0,35±0,11 (0,30–0,39)	0,15±0,04 (0,14–0,17)	<0,001
Zrs5, % долж.	213±61 (190–200)	90±22 (81–100)	<0,001

Таблица 3 (окончание)

Rrs5, % долж.	189±50 (170–208)	86±22 (77–95)	<0,001
Rrs20, % долж.	123±25 (113–132)	94±23 (84–103)	<0,001
(Rrs5-Rrs20)/Rrs5, %	43±8 (39–45)	7±7 (4–10)	<0,001
(Rrs5-Rrs20)/Rrs20, %	77±26 (67–87)	8±8 (4–12)	<0,001
(Rrs5-Rrs20), кПа·с/л	0,25±0,10 (0,2–0,3)	0,02±0,02 (0,01–0,03)	<0,001
deltaXrs5, кПа·с/л	0,27±0,13 (0,2–0,3)	0,08±0,03 (0,06–0,09)	<0,001
AX, кПа/л	2,8±1,3 (2,3–3,3)	0,14±0,07 (0,11–0,17)	<0,001
DXrs5, кПа·с/л	0,33±0,27 (0,23–0,44)	0,02±0,02 (0,01–0,025)	<0,001
Co5	0,7±0,10 (0,70–0,76)	0,85±0,05 (0,83–0,88)	<0,001
f <sub>res</sub> , Гц	25±3,6 (24–26)	9±1 (8–10)	<0,001

**Примечание.** Расшифровка аббревиатур показателей приведена в разделе «Методы».

## ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ представленных данных показал, что у больных с вентиляционными нарушениями обструктивного типа среднетяжелой степени достоверно снижены показатели ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, ФЖЕЛ, СОС<sub>25–75</sub>, повышены — ООЛ и ООЛ/ОЕЛ. Кроме того, увеличены показатели бронхиального сопротивления: Raw<sub>общ</sub> — резко, Raw<sub>выд</sub> — значительно, Raw<sub>вд</sub> и Raw<sub>0,5</sub> — умеренно. В пределах нормальных значений находились ЖЕЛ, ОЕЛ и ВГО.

По данным ИОМ у пациентов первой группы все изученные параметры были патологически изменены. У 93% пациентов выявлены отклонения от нормы базовых показателей Rrs5 и Xrs5: у 8 (27,5%) — легкой, у 8 (27,5%) — умеренной, у 2 (7%) — тяжелой, 9 (31%) — крайне тяжелой степени выраженности. У 2 (7%) пациентов базовые показатели ИОМ оставались в пределах нормальных значений, однако были увеличены абсолютная и относительная частотная зависимость, AX и f<sub>res</sub>. Показатель Co5 в среднем по группе находился в пределах нормальных значений, что позволяло судить об отсутствии патологической неоднородности механических свойств аппарата

вентиляции у больных со среднетяжелой степенью обструкции дыхательных путей.

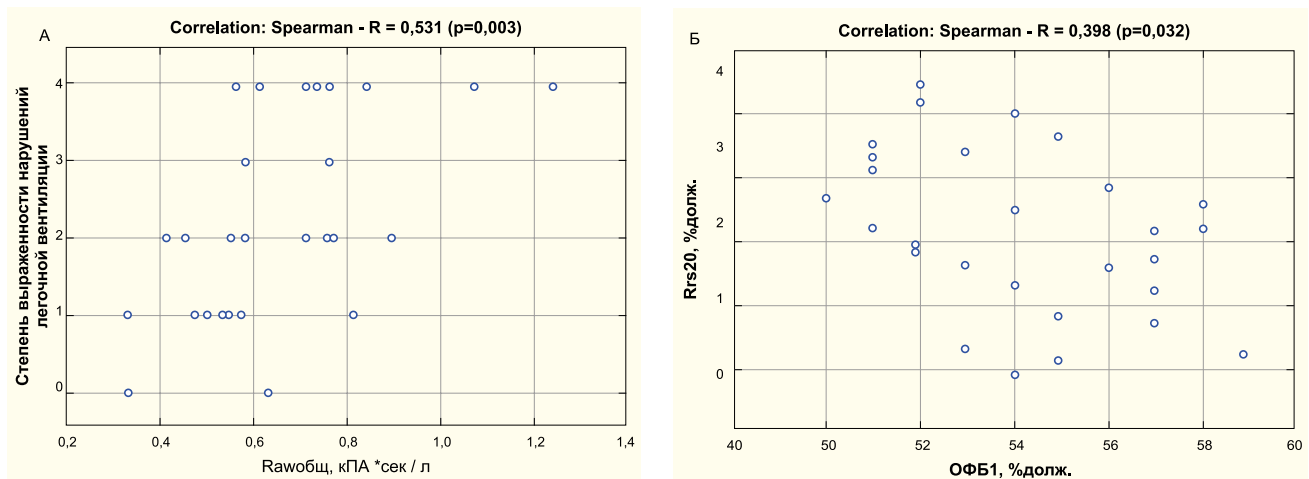
Анализ параметров механики дыхания и ИОМ в группе сравнения показал отсутствие каких-либо отклонений от нормальных значений (см. табл. 3).

Были выявлены статистически значимые различия показателей спирометрии, бодиплетизмографии, а также параметров дыхательного импеданса в двух группах, которые оценивали с помощью t-теста (см. табл. 3).

При корреляционном анализе по Спирмену в 1-й группе были выявлены умеренные прямые корреляционные зависимости показателей Raw<sub>общ</sub> и Raw<sub>выд</sub> с Rrs5, (Rrs5-Rrs20)/Rrs5, (Rrs5-Rrs20)/Rrs20, (Rrs5-Rrs20), deltaXrs5, AX, f<sub>res</sub>, DXrs5, а также со степенью выраженности изменений параметров ИОМ (рис., изображение А).

Таким образом, у больных с вентиляционными нарушениями обструктивного типа среднетяжелой степени показатели бронхиального сопротивления дыхательных путей общего и на выдохе находились в умеренной прямой корреляционной зависимости с большинством изученных параметров ИОМ, за исключением Rrs20, который находился в обратной умеренной корреляционной зависимости с ОФВ<sub>1</sub> (см. рис., изображение Б).

Рис. Ранговая корреляция Спирмена



**Примечание.** Выявлены умеренные прямые корреляционные зависимости между традиционными показателями исследования функции внешнего дыхания — Raw<sub>общ</sub> (А) и ОФВ<sub>1</sub> (Б) и показателями импульсной осциллометрии — степенью выраженности изменений параметров ИОМ (А) и Rrs20 (Б).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При использовании классического алгоритма интерпретации показателей ИОМ среднетяжелая обструкция дыхательных путей, диагностированная с помощью традиционных методов исследования функции внешнего дыхания, была выявлена у 93% пациентов. Выраженность обструктивных вентиляционных нарушений по данным ИОМ не всегда совпадает с выраженностью нарушений, определяемых при помощи спирометрии: у 37% пациентов со среднетяжелой степенью обструкции дыхательных путей тяжесть выявленных с помощью ИОМ нарушений механики дыхания была более выражена.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Каменева М.Ю., Савушкина О.И., Черняк А.В. Импульсная осциллометрия. В кн.: Легочные функциональные тесты: от теории к практике. Руководство для врачей. / Под ред. О.И. Савушкиной, А.В. Черняка. — М.; 2017. — С. 121–148. [Kameneva MYu, Savushkina OI, Chernyak AV. *Impul'snaya ostsilometriya*. In: Legochnye funktsional'nye testy: ot teorii k praktike. Rukovodstvo dlya vrachei. Ed by O.I. Savushkina, A.V. Chernyak. Moscow: 2017. pp. 121–148. (In Russ).]
2. Brashier B, Salvi S. Measuring lung function using sound waves: role of the forced oscillation technique and impulse oscillometry system. *Breathe*. 2015;11(1):57–65. doi: 10.1183/20734735.020514.
3. Савушкина О.И., Черняк А.В., Каменева М.Ю., и др. Возможности импульсной осциллометрии в диагностике обструкции дыхательных путей лег-

кой степени выраженности // *Пульмонология*. — 2018. — Т.28. — №4 — С. 391–398. [Savushkina OI, Chernyak AV, Kameneva MYu, et al. A role of impulse oscillometry for diagnosis of mild bronchial obstruction. *Pul'monologiya*. 2018;28(4):391–398. (In Russ).] doi: 10.18093/0869-0189-2018-28-4-391-398.

4. Савушкина О.И., Черняк А.В., Каменева М.Ю., и др. Диагностика обструкции дыхательных путей умеренной степени выраженности методом импульсной осциллометрии // *Медицинский алфавит*. Серия «Современная функциональная диагностика». — 2018. — Т.3. — №25 — С. 40–44. [Savushkina OI, Cherniak AV, Kameneva MYu, et al. Diagnosis of airway obstruction of moderate severity by the method of pulsed oscillometry. *Medical Alphabet*. 2018;3(25):40–44. (In Russ).]

5. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, et al.; ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319–338. doi: 10.1183/09031936.05.00034805.

6. Wanger J, Clausen JL, Coates A, et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J*. 2005;26(3):511–522. doi: 10.1183/09031936.05.00035005.

7. Чучалин А.Г., Айсанов З.Р., Чикина С.Ю., и др. Федеральные клинические рекомендации Российского респираторного общества по использованию метода спирометрии // *Пульмонология*. — 2014. — №6 — С. 11–23. [Chuchalin AG, Aisanov ZR, Chikina SYu, et al. Federal'nye klinicheskie rekomendatsii Rossiiskogo respiratornogo obshchestva po ispol'zovaniyu metoda spirometrii. *Pul'monologiya*. 2014;(6):11–23. (In Russ).]

8. Smith HJ, Reinhold P, Goldman MD. *Forced oscillation technique and impulse oscillometry. Lung function testing: European Respiratory Society Monograph*. Sheffield, England: European Respiratory Society; 2005. pp. 72–105.
9. *Руководство по клинической физиологии дыхания*. / Под ред. Л.Л. Шика, Н.Н. Канаева. — Л.: Медицина; 1980. — 376 с. [*Rukovodstvo po klinicheskoi fiziologii dykhaniya*. Ed by L.L. Shik, N.N. Kanaev. Leningrad: Meditsina; 1980. 376 p. (In Russ).]
10. Winkler J, Hagert-Winkler A, Wirtz H, Hoheisel G. [Modern impulse oscillometry in the spectrum of pulmonary function testing methods. (Article in German)]. *Pneumologie*. 2009;63(8):461–469. doi: 10.1055/s-0029-1214938.
11. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J*. 2005;26(5):948–968. doi: 10.1183/09031936.05.00035205.

## КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### **Савушкина Ольга Игоревна\***

канд. биол. наук, заведующая отделением исследований функции внешнего дыхания  
Центра функционально-диагностических исследований

Главного военного клинического госпиталя имени Н.Н. Бурденко;

**адрес:** 105094, Москва, пл. Госпитальная, д. 3, **тел.:** +7 (499) 263-38-61,

**e-mail:** olga-savushkina@yandex.ru, **SPIN-код:** 2988-8700, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7486-4990>

### **Черняк Александр Владимирович**

канд. мед. наук, заведующий лабораторией функциональных и ультразвуковых методов  
исследования Научно-исследовательского института пульмонологии;

**e-mail:** achi2000@mail.ru, **SPIN-код:** 9328-6440, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2001-5504>

### **Крюков Евгений Владимирович**

докт. мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН;

начальник Главного военного клинического госпиталя имени Н.Н. Бурденко;

**e-mail:** evgeniy.md@mail.ru, **SPIN-код:** 3900-3441

### **Зайцев Андрей Алексеевич**

докт. мед. наук, профессор, главный пульмонолог Главного военного клинического госпиталя имени  
Н.Н. Бурденко;

**e-mail:** a-zaicev@yandex.ru, **SPIN-код:** 6549-5154, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0934-7313>

### **Науменко Жанна Константиновна**

канд. мед. наук, старший научный сотрудник лаборатории функциональных

и ультразвуковых методов исследования Научно-исследовательского института пульмонологии;

**e-mail:** naumenko\_janna@mail.ru, **SPIN-код:** 7191-1758

### **Татарский Алексей Романович**

докт. мед. наук, профессор, руководитель образовательного центра

Научно-исследовательского института пульмонологии; **SPIN-код:** 9734-2366