

3. What price psychotherapy? // *Br. Med. J.* 1984; 208 (6420): 809–810.
4. Чучалин А.Г. Хронические обструктивные болезни легких. В кн.: Хронические обструктивные болезни легких. М.: ЗАО Изд-во "БИНОМ"; СПб.: Невский диалект; 1998. 11–25.
5. Burrows B. Predictors of loss of lung function and mortality in obstructive lung disease. *Eur. Respir. Rev.* 1991; 1: 340–345.
6. Higgins N.M. Chronic airways disease in the US: trends and determinants. *Chest* 1989; 96: 328–334.
7. Бажин Е.Ф., Голынкина Е.А., Эткинд А.М. Метод исследования субъективного контроля. *Психол. журн.* 1984; 5 (3): 152–162.
8. Дровяникова Л.П. Опыт немедикаментозной коррекции дыхательной недостаточности при лечении бронхиальной астмы у пожилых. В кн.: Сборник резюме 7-го Национального конгресса по болезням органов дыхания. М.; 1997. 164.
9. Мазур Е.С. Психологические особенности курящих и некурящих больных хроническим обструктивным бронхитом. В кн.: Сборник — резюме 6-го Национального конгресса по болезням органов дыхания. Новосибирск 1996. 1558.
10. Никитин А.В., Кашин А.В., Чжу Бин Коррекция психосоматического статуса больных хроническими обструктивными заболеваниями легких. В кн.: Сборник резюме 7-го Национального конгресса по болезням органов дыхания. М.; 1997. 1494.
11. Подрезова Л.А., Мартынова Н.В., Черейских Н.К., Стоцкая Т.В. Некоторые аспекты реабилитации больных хроническим обструктивным бронхитом. В кн.: Сборник резюме 6-го Национального конгресса по болезням органов дыхания. Новосибирск; 1996. 1567.
12. Doccery D.W., Speizer F.E., Ferris B.G. et al. Cumulative and reversible effects of lifetime smoking on simple tests of lung function in adults. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1988; 137: 286–292.
13. Gelder M.G. Psychological treatment for anxiety disorders. A review. *J. Roy. Soc. Med.* 1986; 79: 230–233.
14. Greben S.E. Psychotherapie today. Further consideration of the essence of psychotherapie. *Brit. J. Psychiatry* 1987; 151: 283–287.
15. Greenberg G.D. Ryan J.J., Bourlier P.E. Psychological and neuropsychological aspects of COPD. *Psychosomatics* 1985; 26: 29–33.
16. Jones H.G. Psychotherapie research. *J. Roy. Soc. Med.* 1985; 78 (1): 3–6.
17. Sandhu H.S. Psychosocial issues in chronic obstructive pulmonary disease. *Clin. Chest Mod.* 1986; 7: 629–642.

Поступила 11.02.04

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2004

УДК 616.24-073.96

Л.Д.Кирюхина, А.А.Лаврушин, Е.С.Аганезова

КРИТЕРИИ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ НОРМЫ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНОЙ ОСЦИЛЛОМЕТРИИ

НИИ пульмонологии СПбГМУ им. акад. И.П.Павлова, Санкт-Петербург

ASSESSMENT OF IMPULSE OSCILLOMETRY PARAMETERS

L.D.Kiryukhina, A.A.Lavrushin, E.S.Aganezova

Summary

To investigate reproducibility and repeatability of general parameters of impulse oscillometry (IOS) we performed 450 repeated measurements in 10 healthy persons (5 males, 5 females). The oscillation flows with frequencies of 5 to 35 Hz and pressure less than 0.2 kPa were laid on the normal tidal breathing. There were 3 phases of the examination with 60 min intervals for a day. Each phase included 3 to 5 measurements under the condition of normal tidal breathing. The examination repeated 5 times every 7 days. We measured respiratory impedance in the oscillatory frequency of 5 Hz, resonance frequency, resistance in the frequencies of 5, 20, and 35 Hz (R5, R20, R35), frequency dependence of the resistance, reactance in the frequencies of 5 and 35 Hz (X5 and X35) and the X5 deviation from the predictive values. Reference values according to J.Vogel and U.Smidt were used as predictive ones.

The results obtained were comparable with the mean square deviation of the respiratory impedance 0.25 gPa / L / s obtained by F.J.Landser et al. and it was less than the individual bios of components of the respiratory impedance according to A.I.Dyachenko's data. The reproducibility and repeatability of the general parameters of the impulse oscillometry increase the reliability and substantiation of functional diagnosis. They are necessary to determine disorders of the respiratory mechanics and to evaluate their follow-up dynamics.

Резюме

Для определения воспроизводимости и повторяемости наиболее широко используемых показателей импульсной осциллометрии (ИО) было проведено 450 повторных измерений у 10 здоровых испытуемых (5 мужчин, 5 женщин). На спокойное дыхание с помощью громкоговорителя накладывался поток осциллирующий с частотой колебаний от 5 до 35 Гц и давлением менее 0,2 кПа. В течение дня выполняли 3 этапа исследования с интервалом 60 мин. Каждый этап включал в себя 3–5 измерений при спокойном установившемся дыхании обследуемого. Исследования в одинаковых условиях повторялись 5 раз

каждые 7 дней. Определяли дыхательный импеданс при частоте осцилляций 5 Гц (Zrs), резонансную частоту (RF), фрикционное сопротивление, или резистанс (Rrs) при частоте 5, 20 и 35 Гц (R5, R20 и R35), частотную зависимость резистанса (ЧЗ Rrs), реактанс (Xrs) при частоте 5 и 35 Гц (X5 и X35) и отклонение X5 от должной величины ($\Delta X5$). В качестве должных величин использовали нормативы *J.Vogel* и *U.Smidt*.

Наши результаты сопоставимы со среднеквадратичным отклонением дыхательного импеданса 0,25 гПа / л / с, полученным *F.J.Landser et al.*, и меньше индивидуального разброса компонентов дыхательного импеданса, по данным *А.И.Дьяченко*. Представленные данные о воспроизводимости и повторяемости основных параметров импульсной осциллометрии повышают достоверность и обоснованность функционально-диагностических заключений, так как эти сведения необходимы для выявления изменений механики дыхания при первичном обследовании, так и при оценке достоверности различий повторных исследований при динамическом наблюдении за состоянием больного.

В последние годы во всем мире для оценки механических свойств легких широко используется метод форсированных осцилляций (МФО), т. к. он неинвазивен, не зависит от усилия пациента и требует минимальной кооперации. Кроме того, он позволяет получить объективную характеристику механических свойств легких при спокойном дыхании обследуемого. Импульсная осциллометрия (ИО) — одна из модификаций МФО, позволившая проводить исследование максимально быстро и необременительно для оператора, а главное, для пациента. Однако параметры, получаемые методом ИО, подобны, но не идентичны параметрам классического МФО, поэтому требуют отдельного изучения [1]. При оценке достоверности и сопоставимости результатов ИО, как любых повторных физиологических исследований, неизбежно возникает необходимость выявить реальные сдвиги показателей и отличить их от погрешности проводимых измерений. При проведении исследования методом ИО, кроме погрешности прибора как измерительной системы, могут быть другие случайные и систематические погрешности, искажающие фактические значения изучаемых показателей (погрешности процедуры исследования — неплотное прилегание носового зажима, недостаточная поддержка щек руками; погрешности, связанные с физиологическими явлениями, — движение надгортанника или языка испытуемого в процессе исследования, колебания размера голосовой щели, дыхательные шумы и др.; биологические ритмы физиологических функций на протяжении дня, недели, месяца и т. д.). Наиболее реальным путем решения этого вопроса является обработка результатов многократных измерений с помощью дисперсионного многофакторного анализа. Было обосновано введение понятий воспроизводимости и повторяемости для оценки точности измерений физиологических параметров [2–5].

Для определения воспроизводимости и повторяемости наиболее широко используемых показателей, получаемых методом ИО, по специальной программе на приборе "Мастерскрин-ИОС" ("*Jaeger*", Германия) было проведено 450 повторных измерений у 10 здоровых испытуемых (5 мужчин, 5 женщин). К здоровым относили таких лиц, у которых в анамнезе отсутствовали какие-либо заболевания сердечно-сосудистой и дыхательной систем, в т. ч. бронхит курильщика; ча-

стота простудных заболеваний составляла не более 2 раз в год; отсутствовали поражение скелета и нервно-мышечного аппарата грудной клетки и заболевания других систем в фазе декомпенсации, включая ожирение II степени. Курение не являлось противопоказанием к включению обследуемого в категорию практически здоровых лиц [4]. Измерения проводились одним исследователем по методике, детально описанной в других публикациях [6–8]. Испытуемый, сидя со строго вертикальным положением грудной клетки, с перекрытым носовым дыханием, с помощью зажима поддерживая щеки руками, спокойно дышал через загубник, соединенный с измерительной частью прибора (пневмотахометр и манометр) в течение 30 с. На спокойное дыхание с помощью громкоговорителя накладывался поток осцилляций с частотой колебаний от 5 до 35 Гц и давлением менее 0,2 кПа. В течение дня выполняли 3 этапа исследования с интервалом 60 мин. Каждый этап включал в себя 3–5 измерений при спокойном установившемся дыхании обследуемого. Крайние величины отбрасывались, анализировались 3 близкие по значениям измерения.

Таблица 1
Воспроизводимость и повторяемость основных параметров показателей импульсной осциллометрии

Показатели	$\sigma_{\text{воспр.}}$	$1,96 \sigma_{\text{воспр.}}$	$\sigma_{\text{повт.}}$	$1,96 \sigma_{\text{повт.}}$
Zrs, кПа / л / с	0,025	0,049	0,029	0,057
Zrs, % долж.	7,5	14,6	9,1	17,8
RF, Гц	0,77	1,5	0,92	1,8
R5, кПа / л / с	0,026	0,051	0,030	0,059
R5, % долж.	8,6	16,9	9,4	18,5
R20, кПа / л / с	0,022	0,043	0,028	0,055
R20, % долж.	8,3	16,3	10,7	20,9
R35, кПа / л / с	0,026	0,051	0,036	0,071
R35, % долж.	10,6	20,8	14,0	27,3
X5, кПа / л / с	0,017	0,033	0,018	0,035
X35, кПа / л / с	0,016	0,031	0,021	0,041

Исследования в одинаковых условиях повторялись 5 раз каждые 7 дней. Определяли дыхательный импеданс при частоте осцилляций 5 Гц (Z_{rs}), резонансную частоту (RF), фрикционное сопротивление или резистанс (R_{rs}) при частоте 5, 20 и 35 Гц (R_5 , R_{20} и R_{35}), частотную зависимость резистанса (ЧЗ R_{rs}), равную разности величин фрикционного сопротивления при частотах 5 и 20 Гц, мнимый компонент дыхательного импеданса или реактанс (X_{rs}) при частоте 5 и 35 Гц (X_5 и X_{35}) и отклонение X_5 от должной величины (ΔX_5), равное модулю разности фактической и должной величин X_5 . В качестве должных величин использовали нормативы *J.Vogel* и *U.Smidt* [8].

Воспроизводимость рассчитывали как дисперсию отдельных измерений относительно среднего значения для каждого дня у каждого испытуемого, повторяемость — как дисперсию отдельных измерений вокруг средней у каждого испытуемого по известным формулам [5, 9, 10].

Результаты расчета среднеквадратичного отклонения повторных измерений ($\sigma_{\text{воспр.}}$ и $\sigma_{\text{повт.}}$) наиболее информативных показателей ИО представлены в табл. 1. Для уровня значимости 5 % воспроизводимость показателя составляет $1,96 \sigma_{\text{воспр.}}$, повторяемость — $1,96 \sigma_{\text{повт.}}$.

При сравнении полученных нами данных с анализом дисперсии показателей МФО оказалось, что наши результаты сопоставимы со среднеквадратичным отклонением дыхательного импеданса $0,25 \text{ гПа/л/с}$, полученным при обследовании группы здоровых лиц *F.J.Landser et al.* [11], и меньше индивидуального разброса компонентов дыхательного импеданса, найденного у 6 здоровых лиц, обследуемых *А.И.Дьяченко*, который для частоты 7 Гц получил среднеквадратичное отклонение резистанса $0,5 \text{ гПа/л/с}$, реактанса — $0,25 \text{ гПа/л/с}$ [12]. Как показывают наши наблюдения и исследования *А.И.Дьяченко*, спокойное стандартизованное дыхание позволяет снизить дисперсию импеданса. Кроме того, при использовании приборов, где учитываются все осцилляционные циклы, целесообразно проводить несколько измерений и затем отбрасывать крайние значения.

Таким образом, для получения более точных данных пациент должен находиться в состоянии относительного комфорта, дышать в прибор спокойно, равномерно, без глотательных движений и движений языком. Так как исследование не требует усилий от пациента, возможно проведение нескольких измерений для получения не менее 3 воспроизводимых попыток, крайние значения при этом следует отбросить.

При проведении функциональных исследований важно не только точно установить величину показателя, но и соотнести эту величину с нормативом и оценить степень отклонения от нормы, если такое наблюдалось. Наиболее широко принято определять норму в пределах 95%-ного доверительного интервала, то есть в пределах $X \pm 1,96 \sigma$, где X — среднее значение показателя, а σ — его среднеквадратичное отклонение. При однонаправленном изменении пока-

Таблица 2

Средние значения и среднеквадратичное отклонение основных параметров ИО ($n = 450$)

Показатели	M (X)	s
Z_{rs} , % должн.	94,42	29,35
R_5 , % должн.	89,21	28,10
R_{20} , % должн.	92,47	25,74
ЧЗ R_{rs} , кПа / л / с	0,035	0,030
X_5 , кПа / л / с	-0,094	0,042
ΔX_5 , кПа / л / с	0,092	0,002
X_{35} , кПа / л / с	0,169	0,038
RF, Гц	10,28	2,27

зателя (т. е. в случае, когда отклонение от нормы возможно в одну сторону — увеличения или уменьшения) принято использовать односторонний критерий оценки границ нормы, то есть в нашем случае при 95%-ном доверительном интервале граница нормы устанавливается в пределах $X \pm 1,65 \sigma$ [3]. Учитывая сложность набора большого контингента здоровых лиц, для определения границ нормы в качестве предварительных ориентировочных данных нами были рассчитаны средние значения и среднеквадратичные отклонения основных показателей за все 450 исследований, проведенных у обследованных нами здоровых лиц. Результаты представлены в табл. 2.

Располагая величиной σ , мы составили таблицу критериев нормы и градаций отклонения от нормы наиболее диагностически значимых показателей ИО (табл. 3). За пределами нормы, в области значений больших чем $X \pm 1,65 \sigma$, был установлен ряд градаций отклонения от нормы. Как известно, в случае нормального распределения при односторонних отклонениях 95 % измерений лежат в зоне $X \pm 1,65 \sigma$. Таким образом, можно считать, что повышение показателя на $X \pm 1,65 \sigma$ с вероятностью $p = 0,95$ является случайным. К умеренным отклонениям было отнесено повышение показателей на $1,65 - 3,0 \sigma$, значительным — на $3,0 - 5,0 \sigma$, резким — более чем на $5,0 \sigma$.

Представленные данные о воспроизводимости и повторяемости основных параметров импульсной осциллометрии повышают достоверность и обоснованность функционально-диагностических заключений, т. к. эти сведения необходимы как для выявления изменений механики дыхания при первичном обследовании, так и при оценке достоверности различий повторных исследований при динамическом наблюдении за состоянием больного. Выделенные границы нормальных значений и градации отклонения показателей будут уточнены при дальнейших исследованиях на более обширном материале, но и на данном этапе могут быть использованы как основа для анализа результа-

Границы нормы и градации отклонения от нормы показателей импульсной осциллометрии ($n = 450$)

Показатели	Норма $X \pm 1,65 \sigma$	Изменения		
		умеренные 1,65 – 3,0 σ	значительные 3,0 – 5,0 σ	резкие более 5,0 σ
Zrs, % должн.	< 144	144–170	171–215	> 215
R5, %	< 137	137–164	165–211	> 211
R20, %	< 136	136–167	168–220	> 220
ЧЗ Rrs, КПа / л / с	< 0,09	0,09–0,17	0,19–0,32	> 0,32
X5, КПа / л / с	> –0,15	–0,16–0,27	–0,28–0,47	< –0,48
$\Delta X5$, КПа / л / с	< 0,16	0,16–0,27	0,28–0,46	> 0,46
X35, КПа / л / с	> 0,11	0,11–0,00		< 0,00
RF, Гц	< 15,0	15–21	21–32	> 32

тов исследования механических свойств аппарата вентиляции по средством этого метода.

ЛИТЕРАТУРА

- Hellinckx J., Cauberghe M., De Boeck K., Demedts M. Evaluation of impulse oscillation system: comparison with forced oscillation technique and body plethysmography. Eur. Respir. J. 2001; 18: 564–570.
- Канаев Н.Н. Критерии оценки показателей дыхания. В кн.: Функциональные исследования дыхания в пульмонологической практике. Л.; 1976. 9–16.
- Канаев Н.Н. Общие вопросы методики исследования и критерии оценки показателей дыхания. В кн.: Шик Л.Л., Канаев Н.Н. (отв. ред.). Руководство по клинической физиологии дыхания. Л.; 1980. 21–36.
- Канаев Н.Н. Пути создания надежных нормативов и должных величин функциональных показателей легочного дыхания. В кн.: Организация и методические вопросы клинической физиологии дыхания. Л.; 1973. 22–30.
- Канаев Н.Н., Кирюхин А.Б. Воспроизводимость и повторяемость показателей дыхания. Тер. арх. 1974; 5: 97–102.
- Кирюхина Л.Д., Кузнецова В.К., Аганезова Е.С. и др. Метод импульсной осциллометрии и его возможности в диагностике нарушений механических свойств аппарата вентиляции. Пульмонология 2000; 2: 31–36.
- Van de Woestijne K.P., Desager K.N., Duiverman E.J., Marchal F. Recommendations for measurement of respiratory input impedance by means of the forced oscillation method. Eur. Respir. Rev. 1994; 4: 235–237.
- Vogel J., Smidt U. Impulse oscillometry: analysis of lung mechanics in general practice and the clinic, epidemiological and experimental research. Frankfurt am Main; Moskau; Sennwald; Wien: pmi — Verl. Gruppe.; 1994. 149–160.
- Гланц С. Медико-биологическая статистика: Пер. с англ. М.: Практика; 1999. 47–63.
- Клемент Р.Ф., Аганезова Е.С., Котеков Ю.М. Критерии отклонения от нормы некоторых параметров кривой форсированного выдоха. В кн.: Современные проблемы клинической физиологии дыхания. Л.; 1987. 20–27.
- Landser F.J., Clement J., Van de Woestijne K.P. Bull. Eur. Physiopathol. Respir. 1980; 16 (5): 186–187.
- Дьяченко А.И. Анализ точности определения дыхательного импеданса: измерения на трубках и у человека. Мед. техника 1993; 3: 32–35.

Поступила 18.09.02